

Ofofbanen
621.332.3

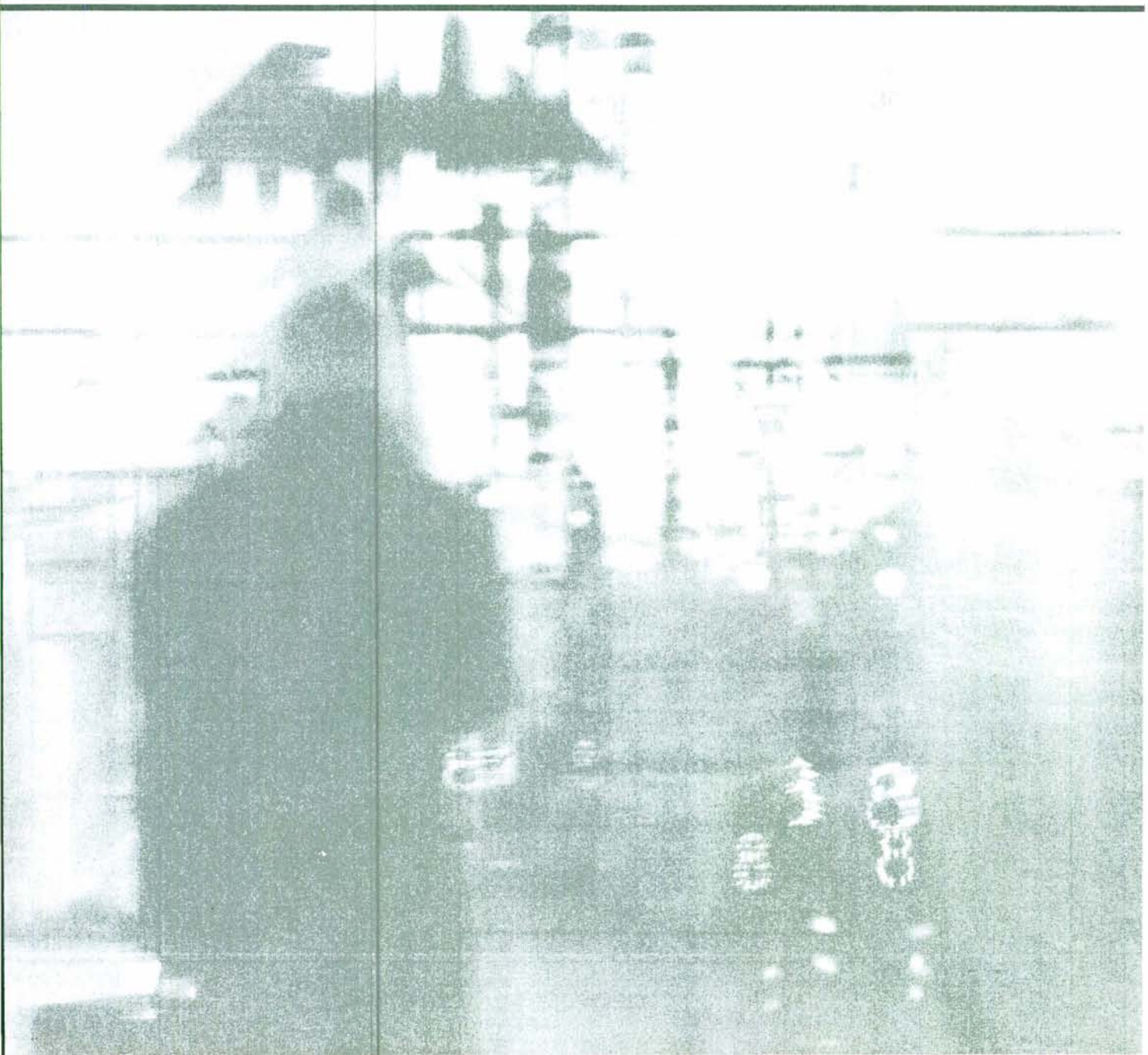
•BanePartner



Hovedplan energiavregning

Ofofbanen november 2000

20-28	20-34	20-45
20-29	20-35	20-46
20-30	20-36	20-47
20-31	20-37	20-48



Prosjektnr.: **199285**
Saksref.: **00/107 JI 760**
Prosjektnavn: **Hovedplan Energiavregning Ofotbanen**
Oppdragsgiver: **RN**
Rapport nr.: **01**

Sammendrag

På bakgrunn av rapporten "Alternative energiavregningsmetoder" som Ingeniørtjenesten utarbeidet for Bane Energi høsten 1997 [1] er det tatt initiativ fra Region Nord til å utvikle et mer nøyaktig system for energiavregning på Ofotbanen. Det eksisterer fra før et system for energiavregning mellom trafikkselskapene som er basert på transportert vekt på østgående tog.

På Ofotbanen er det i dag følgende trafikkselskap/operatører å ta hensyn til:

- NSB (Godstrafikk i form av ARE-tog)
- MTAS (malmtog)
- Togkompaniet (persontog, foreløpig på NSBs trafikkeringsrett)

I tillegg er det en del biforbruk, både til enkelte av Jernbaneverkets anlegg, men også til private hytter/installasjoner.

Rapporten tar for seg hvordan en idealisert tariffstruktur bør være bygget opp. Hver enkelt faktor som virker inn på energikostnadene er deretter vurdert med tanke på hva som er praktisk mulig og hva som er hensiktsmessig å ta hensyn til.

Ut i fra dette anses følgende måte å fordele energikostnadene for hvert trafikkselskap/operatør som mest riktig:

$$\text{Andelsgrunnlag} = (F_A + K_{\text{tot}}) * \frac{W_A}{W_{\text{tot}}}$$

F_A = Fastledd i netttariffen

K_{tot} = Energiledd i netttariffen

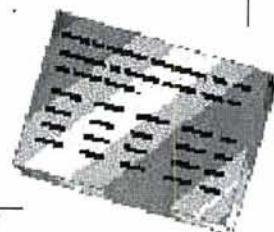
W_A = Selskap A's beregnete energiforbruk til togfremføring

W_{tot} = Totalt beregnet energiforbruk for alle togselskap

Andelsgrunnlaget består således av et fastledd, F_A , og et energiledd, K_{tot} multiplisert med selskap A's andel av totalt beregnet energiforbruk.

Togslagene på Ofotbanen er i rapporten kategorisert basert på om det er østgående eller vestgående tog og togslag. Det er delt inn i følgende togslag:

- Godstog
- Malmtog
- Persontog



Det er utført simuleringer av toggangen i programmet Simtrac for å beregne energiforbruket på togene i en typisk ruteplan (ruteordning 148.2, gjeldende fra januar 2000).

De ulike togslagene er i simuleringer funnet å kunne karakteriseres med et typisk forbruk pr. brutto tonn km. Tabell S_1 angir verdiene for de ulike togslagene.

Tabell S_1

Spesifikt energiforbruk	Østgående tog [Wh/bruttotonnkm]	Vestgående tog [Wh/bruttotonnkm]
Malmtog	63,5	2,0
Godstog	67,0	6,0
Persontog	73,1	13,1

For å beregne det totale energiforbruket er det i tillegg behov for følgende opplysninger fra hvert trafikkelskap/operatør (under forutsetning av at kjørt distanse er omtrent lik for alle togene innenfor hver kategori):

- Antall kjørte kilometer for hver togkategori
- Total togvekt innenfor hver togkategori

Best nøyaktighet får man dersom alle selskapene oppgir kjørt tonnkm, men det medfører at man må utføre en regneoperasjon for hvert enkelt tog.

Rapporteringsrutiner for hver enkelt operatør er undersøkt i rapporten. Biforbruk er også omtalt.

De enkelte trafikkselskapene/operatørene ser ut til å ha rutiner per i dag som sikrer de data som ønskes, om enn ikke nødvendigvis på det format som vil være ønskelig. For at disse data skal kunne behandles på en rasjonell måte bør Jernbaneverket utarbeide en egnet mal for innrapportering av dataene og innføre rutiner for å samle dem inn på digitalt format.

Det er utarbeidet et forslag til ny fordeling basert på rapporterte transportmengder for 1999, vedlegg [3]. Den totale energikostnaden til fordeling (etter fratrukk av JBV's eget forbruk) anbefales fordelt etter følgende prosentsetter:

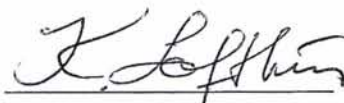
- **MTAS andel av total energikostnad til fordeling: 89,4 %**
- **NSB Gods sin andel av total energikostnad til fordeling: 5,1 %.**
- **NSB Persontrafikk sin andel av total energikostnad til fordeling: 5,5 %.**

Siden det ikke er foretatt noen registrering av JBV's egne transporter i 1999 er ikke disse tatt med i fordelingen. JBV's egne transporter er dessuten i det alt vesentlige med diesellaggregater referert 4.2.4.1

Et estimat over biforbruket må trekkes fra energiregningen før videre fordeling etter de angitte prosentsetter. Dette gjelder da det målte biforbruk og det umålte biforbruk (stipulert).


For BanePartner
Prosjektansvarlig (PA): Kolbjørn Lofthus

Signatur:



Prosjektleder (PL): Frode Johannessen

Signatur:



Rapport utarbeidet av: FrJ og TMF

Signatur:



Innhold

1. INNLEDNING	6
1.1 <i>Bakgrunn</i>	6
1.2 <i>Målsetting</i>	6
1.3 <i>Forutsetninger</i>	6
2. BESKRIVELSE AV BEREGNINGER OG MODELLER.....	7
2.1 <i>Generelt om energiforbruk</i>	7
2.1.1 Rullemotstand.....	7
2.1.2 Elektromagnetisk energitap.....	8
2.2 <i>Beskrivelse av simuleringsprogrammet Simtrac og inndatamodeller</i>	8
2.2.1 Togmodeller.....	8
2.2.2 Infrastrukturmodell.....	11
2.2.3 Ruteplan.....	11
3. SIMULERT ENERGIFORBRUK.....	12
3.1 <i>Energiforbruk i tog</i>	12
3.2 <i>Tap i seriekretsen</i>	12
3.3 <i>Tap i Rombak omformerstasjon</i>	12
3.4 <i>Sammenligning med målinger</i>	13
3.4.1 Østgående malmtog med tomme vogner.....	13
3.4.2 Østgående malmtog med tilsatsmidler (eks. olivin).....	14
4. RAPPORTERINGSRUTINER.....	17
4.1 <i>Tariffstruktur</i>	17
4.1.1 Idealisert tariffstruktur.....	17
4.1.2 Praktisk tariffstruktur.....	18
4.2 <i>Dagens rapporteringsrutiner</i>	20
4.2.1 NSB.....	20
4.2.1.1 <i>I dag</i>	20
4.2.1.2 <i>Muligheter</i>	20
4.2.2 MTAS.....	21
4.2.2.1 <i>I dag</i>	21
4.2.2.2 <i>Muligheter</i>	21
4.2.3 Togkompaniet.....	21
4.2.4 Jernbaneverket.....	21
4.2.4.1 <i>Togkjøring</i>	21
4.2.4.2 <i>Biforbruk</i>	21
4.2.4.3 <i>Utvexling av energi over Riksgrensen</i>	21
4.3 <i>Forslag til endringer/tiltak</i>	21
4.3.1 Innsamling av data.....	21
4.3.2 Biforbruk.....	22

5. SAMMENFATNING/KONKLUSJON	23
5.1 <i>Forslag til ny fordelingsnøkkel</i>	23
6. REFERANSEDOKUMENTER.....	26
7. VEDLEGG.....	27

1. Innledning

På bakgrunn av rapporten "Alternative energiavregningsmetoder" som Ingeniørtjenesten utarbeidet for Bane Energi høsten 1997 [1] er det tatt initiativ fra Region Nord til å utvikle et mer nøyaktig system for energiavregning på Ofofbanen. Arbeidet med "Hovedplan for energiavregning på Ofofbanen" startet derfor opp høsten 1999.

Det eksisterer fra før et system for energiavregning mellom trafikkelskapene som er basert på transportert vekt. Det eksisterende systemet tar ikke hensyn til hvordan ulik rullemotstand og hastighet innvirker på forbrukt energi. Jernbaneverkets eget strømuttak er i dag stipulert med en prosentsats som skal dekke sporvekselvarmeuttak og en del stasjonsstrøm samt Jernbaneverkets egne transporter.

1.1 Bakgrunn

Fakturering av elektrisk energi til togfremføring tar utgangspunkt i stortingsproposisjon nr. 64/1996-97. I følge denne har Jernbaneverket fra 1. mai 1997 det fulle ansvar for strømforsyningen. Dette innbefatter kjøp av elektrisk energi og videresalg til aktørene på sporet til kostpris. Bakgrunnen for stortingsproposisjonen var at man ville legge til rette for flere trafikkelskaper på norske jernbanespor.

For Ofofbanens vedkommende er det i dag tre trafikkelskaper som trafikkerer banen. Disse er:

NSB BA (Godstrafikk)

MTAS (Malmtransport)

TogKompaniet (Persontransport, foreløpig på NSBs trafikkeringsrett)

1.2 Målsetting

Formålet med denne hovedplanen for energiavregning er å skissere en metode for hvordan energikostnadene skal fordeles mellom de ulike trafikkelskapene.

Fordelingen skal ta utgangspunkt i beregnet energiforbruk i wh/bruttotonnkm for de ulike togslag og rutetyper på Ofofbanen. Beregningene av det spesifikke forbruket for hver togtype utføres i simuleringprogrammet Simtrac.

Det skal beskrives en modell for innsamling av kjørte bruttotonnkm for de aktuelle togslagene.

1.3 Forutsetninger

De aktuelle togslag og rutetyper på Ofofbanen inndeles i hovedplanen i godstrafikk, malmtrafikk og persontrafikk. På grunn av banens topografi skilles det også innenfor disse kategoriene mellom østgående og vestgående tog.

For de ulike rutetypene defineres det et typisk tog som det utføres beregninger i Simtrac med. Resultatene fra Simtrac-beregningen danner siden utgangspunktet for fordelingen av energiforbruket på banestrekningen.

2. Beskrivelse av beregninger og modeller

2.1 Generelt om energiforbruk

2.1.1 Rullemotstand

De kreftene som virker på et tog som kjører går under samlebetegnelsen rullemotstand, De kan deles inn i 4 hovedkategorier:

- *Mekanisk motstand*, F_M , skyldes mekanisk energi dissipert i tog, spor og kontaktflatene mellom hjul og skinne. Denne parameteren inkluderer også økningen i rullemotstand når et tog kjører gjennom en kurve.
- *Luftmotstand*, F_L
- *Stigningsmotstand*, F_S ; når et tog kjører opp en stigning vil det påvirkes av en motstand på grunn av tyngdekraften.

I tillegg kan man se på den ekstra kraften som trengs for å akselerere toget som en motstand.

- *Tregghetsmotstand*, F_T ; Skyldes den ekstra kraften som trengs til å akselerere toget og overvinne tregghetsmomentet i de roterende massene i toget.

Mekanisk motstand og luftmotstand kan ytterligere dekomponeres, det henvises til litteraturen for mer utfyllende beskrivelser [2].

Den totale traksjonskraft som behøves for å fremføre et tog kan da beregnes fra:

Formel 1

$$F_T = F_M + F_L + F_S + F_T$$

Merk at stigningsmotstand og tregghetsmotstand kan være både positiv og negativ avhengig av om toget kjører opp eller ned en bakke og om toget akselererer eller bremser.

Totalt forbrukt traksjonsenergi til å fremføre et tog fra A til B kan på bakgrunn av dette uttrykkes som:

Formel 2

$$W_T = \int_{t_A}^{t_B} (F_T * v) dt$$

Dersom man ser bort fra stigningsmotstand og tregghetsmotstand, det vil si et tog som kjører med konstant hastighet på et plant spor, kan rullemotstanden uttrykkes på formen:

Formel 3

$$F_R = A + Bv + Cv^2 \text{ [N]}, \text{ der } v \text{ er hastigheten i m/s}$$

Mekanisk motstand dekkes her av termen $A + Bv$. Bv dekker også motstand på grunn av luftinntak til togets kjøle og ventilasjonsanlegg.

Parameteren Cv^2 dekker togets luftmotstand.

Konstantene i formel 3 er i forsøk [2], med en gitt type lok og vogner, funnet å variere med endringer i: For mekanisk motstand av følgende parametre:

- Hastighet
- Antall vogner og akslinger
- Type spor (svillettepe, skinnetype, grunnforhold, sveiset/ikke sveiset skinneskjot etc.)(persontog)
- Aksellast (godstog)

For luftmotstand av følgende parametere:

- Hastighet
- Toglengde

- Togsammensetning (godstog)

2.1.2 Elektromagnetisk energitap

I tillegg til energibehovet som er forbundet med å overvinne de kreftene som motvirker togets bevegelse, kommer tap som følge av overføring av elektrisk energi frem til traksjonsutstyret.

I et elektrisk tog dissiperes elektromagnetisk energi hovedsakelig i togets hovedtransformator og elektriske motorer. I motorer og transmisjon vil det også dissiperes mekanisk energi. Disse tapene inngår i togets virkningsgrad η . De mekaniske tapene inngår også i togets rullemotstand. Det er derfor vanlig å trekke fra 2 % tap i virkningsgraden for å kompensere for tapene i drevet som allerede er tatt med i rullemotstanden. I tillegg kommer energibehovet til eventuelle tilleggsuttak som for eksempel kjøling av traksjonsmotorer og hovedtransformator, air-condition, togvarme etc.

I infrastrukturen vil det dissiperes energi i kontaktledning og returkrets (heretter kalt seriekretsen) samt omformerstasjoner. Effekt - tapene i seriekretsen kan uttrykkes som:

Formel 4

$$\Delta P_{serie} = |I|^2 * R_{serie}$$

I formel 4 er parameteren $|I|$ strømmens tallverdi. R er resistansen som utgjøres av kontaktledning, returkrets og eventuelle andre seriekomponenter som for eksempel sugetransformatorer og impedansspoler. Mateledninger og fjernledninger kan også regnes inn i seriekretsen. Av formelen ser man at tapene er kvadratisk proporsjonale med strømmens tallverdi. Strømmen som toget trekker bestemmes av togets effektbehov samt effekt faktoren og spenningen ved toget. En dårlig effektfaktor bidrar derfor sterkt til økte tap i seriekretsen. Lav spenning ved toget vil også kunne føre til økte tap i kontaktledningen på grunn av at toget trekker en høyere strøm for å opprettholde samme effekt. Dette er ikke entydig siden maksimalt effektuttak som regel er begrenset av spenningen. Resistansen i seriekretsen er temperaturavhengig. Ved en høy temperatur (høy belastning) på ledningene vil resistansen øke og dermed øker effekttapene proporsjonalt.

Effekttap i omformerstasjonene skyldes hovedsakelig dissipert energi i transformatorer og i roterende omformere der det finnes (roterende omformerstasjoner). I statiske omformerstasjoner har man svitsjetap og andre tap i kraftelektronikken men generelt langt mindre tap enn i roterende omformerstasjoner.

2.2 Beskrivelse av simuleringsprogrammet Simtrac og inndatamodeller

Simtrac er et elektroteknisk beregningsprogram for dimensjonering av banestrømforsyning. Programmet er utviklet av Adtranz og har vært benyttet av Jernbaneverket siden 1997 til dimensjonering og utredning av banestrømforsyningen.

I Simtrac inngår detaljerte modeller for togenes elektriske og mekaniske egenskaper samt infrastruktur som strømforsyning og spor.

Togenes rullemotstand på plant og kurvefritt spor er i Simtrac angitt på formen $A+Bv+Cv^2$. Konstantene i formelen er forskjellige for de ulike togslagene. I tillegg kommer kurve motstanden som angis på formen $CR_0/(R - CR_1)$ der CR_0 og CR_1 er konstanter og R er kurveradiusen.

Tregghetsmotstand og stigningsmotstand beregnes fortløpende av programmet på bakgrunn av tilgjengelig/ønsket akselerasjon, togets masse og sporets stigning og fall.

Ruteplaner angis i programmet som en liste med stasjonsangivelser og oppholdstid ved stasjonene /tidligste avgangstid kombinert med en definert kjørevei.

2.2.1 Togmodeller

Alle togmodellene i "simtracformat" ligger vedlagt [1]. Under er en beskrivelse av de viktigste parametrene for energiforbruket.

Malmtog:

Malmtogene er basert på El 15 i multipelkobling og 52 malmvogner. Det er utarbeidet tre ulike lasteoppstillinger henholdsvis:

- Fullastet malmtog med 52 vogner malm og en totalvekt inkludert lok på 5464 tonn, 476,4 m
- Tomt malmtog med 52 tomme vogner og en totalvekt inkludert lok på 1304 tonn, 476,4 m
- Malmtog med tilsatsmidler (i hovedsak olivin) med 39 tomme vogner og 13 lastede vogner og en totalvekt inkludert lok på 2344 tonn, 476,4 m

Konstantene A, B og C i rulle­motstandsformelen er for malmtogene beregnet ut fra en rapport utgitt av Piotr Lukaszewicz ved KTH (Kungliga Tekniska Högskolan) i Stockholm 1995 [3]. Rapporten beskriver målinger utført på dagens malmvogner (betegnelse Uad og Uadp) trukket av RM lok og en formel for å beregne rulle­motstanden. Formel 5 er hentet fra denne rapporten og beskriver hvordan rulle­motstanden avhenger av antall akslinger, aksellast, antall lok og toglengden.

Formel 5

$$F_R = k * 2000 + \sum_{j=1}^n (66 + g * 0.9 * 10^{-3} * Q_j) + 0,2 * L_T * v + (5.4 + 11.4 * 10^{-2} * L_T) v^2, [N]$$

Kurvemotstanden kan ifølge samme rapport uttrykkes som:

Formel 6

$$F_K \approx \frac{7,65}{R - 55} * M, [N]$$

$$R > 350 \text{ m}$$

Der:

k = antall lok

Q_j = aksellast for vognaksel nr. j [kg]

M = togvekt inkl. lok [kg]

n = antall malmvognakslinger

R = kurveradius [m]

L_T = toglengde [m]

v = hastighet [m/s]

Beregnete rulle­motstandskoeffisienter for de tre ulike togoppstillingene:

Tabell 1

	A [N]	B [N]	C [N]
Fullastet malmtog	63 639	95,28	59,7
Tomt malmtog	26 910	95,28	59,7
Malmtog med tilsatsmidler	36 092	95,28	59,7

Virkningsgrad for El 15 lok er oppgitt av NSB basert på et tilsvarende lokomotiv.

Ønsket akselerasjon og retardasjon for disse togene er satt til aks. = 0,5 m/s² og ret. = 0,45 m/s²

Persontog:

Togmodellene for persontog er basert på RC 5 lok og svenske B7 vogner. Det er utarbeidet to ulike vognoppstillinger med henholdsvis 4 og 10 vogner med 50% passasjerbelegg og 70 kg pr. passasjer.

Tog med 4 vogner har en totalvekt på 263.4 tonn og en lengde på 121,1 m.

Tog med 10 vogner har en totalvekt på 540 tonn og en lengde på 279,5 m.

Rulle­motstanden for persontog og godstog er beregnet ut fra formler som er fremkommet i forbindelse med en licentiat utredning av Piotr Lukaszewicz ved KTH, Stockholm 1995 [2].

Formel for rulle­motstand for persontog (RC – lok og svenske B7 vogner):

Formel 7

$$F_R = 2000 + 70 * n_{ax} + 0,2 * L_T * v + (5,4 + 3,7 * 10^{-2} * L_T) v^2, [N]$$

Kurvemotstanden for persontogene er beregnet ut fra formelen:

Formel 8

$$F_K = \frac{6,38}{R - 55} * M, [N]$$

Beregnete rullestandkoeffisienter for de to ulike persontogoppstillingene:

Tabell 2

	A [N]	B [N]	C [N]
10 vogner	4800	55,9	15,7
4 vogner	3120	24,2	9.9

De elektriske egenskapene til RC lokomotivene (gjelder RC4 og RC5) er bearbeidet for Simtrac av Adtranz Sverige.

Det er lagt inn togvarme på 20 kW per vogn som et gjennomsnitt. Togvarmeforbruket vil naturligvis variere over året og er vanskelig å definere nøyaktig.

Ønsket akselerasjon og retardasjon for disse togene er satt til aks. = 1,0 m/s² og ret. = 0,85 m/s²

Godstog:

Godstogene er modellert med to ulike togoppstillinger begge med RC 4 lok. De to oppstillingene er henholdsvis 600 tonn lastevækt og 515,5 m lengde og 750 tonn lastevækt og 531 m lengde. Det tyngste toget er modellert med lok i forspann, dvs to RC 4 lokomotiver.

Formel for rullestand for godstog (RC – lok og lukkede vogner type Hbis):

Formel 9

$$F_R = 2000 + (65 + 0,6 * 10^{-3} * Q) n_{ax} + (-22 + 0,6 * L_T) v + (5,4 + 5,2 * 10^{-2} * L_T) v^2, [N]$$

For multiplert godstog er første ledd i rullestandsformelen (2000 N) multiplisert med to (2).

Kurvemotstanden for godstogene er beregnet ut fra formelen:

$$F_K = \frac{6,38}{R - 55} * M, [N]$$

Symboler:

n_{ax} = antall vognakslinger

Q = midlere aksellast for vogner [N]

v = togets hastighet [m/s]

L_T = togets lengde [m]

Beregnete rullestandkoeffisienter for de to ulike godstogoppstillingene:

Tabell 3

	A [N]	B [N]	C [N]
600 tonn	9048	287,3	32,2
750 tonn	12096	296,6	33,0

Ønsket akselerasjon og retardasjon for disse togene er satt til aks. = 0,5 m/s² og ret. = 0,45 m/s²

2.2.2 Infrastrukturmodell

Infrastrukturdata som sporets stigning og fall, kurveradius, tunneler og skiltet hastighet kan angis i programmet for å gjøre beregningene så nøyaktige som mulig. I Ofotbanemodellen er alle disse faktorene angitt etter opplysninger fra banedatabanken. På grunn av den store datamengden gjengis ikke disse i rapporten.

Tunneler på strekningen angis i modellen siden luftmotstanden øker betydelig når toget kjører gjennom disse. For Ofotbanemodellen er tunnelfaktoren satt til 2,0, det vil si luftmotstanden dobles i tunnelene.

Banestrømforsyningen er modellert mellom Fagernes og Tornehamn (Sverige). Modell av banestrømforsyningen er utarbeidet i forbindelse med "Hovedplan banestrømforsyning Ofotbanen" utgitt juli 1999 [5]. Strømforsyningen på norsk side bygger på koblings skjema i [5].

Rombak omformerstasjon er lagt inn med ett Q 48 aggregat og ett Q 38 aggregat. Tornehamn omformerstasjon er modellert med to Q48 aggregater. Omformerstasjonenes spenningsregulering er modellert som synkende fra 16,5 kV i tomgang til 16,3 kV i fullast ($\varphi = 70^\circ$). Det finnes ingen målinger på hvordan stasjonene er innstilt i virkeligheten. Innstillingen i simuleringen er i henhold til anbefalt innstilling i "Hovedplan banestrømforsyning Ofotbanen".

2.2.3 Ruteplan

Simulert ruteplan er vedlagt [2]. De togene som er simulert er, referert ruteplanen:

Persontog med 4 vogner:

Nr. 91, 92 og 96

Persontog med 10 vogner:

Nr. 93 og 94

Godstog med 600 tonn lastevikt, 500 m:

Nr 4004 og 4005

Godstog med 750 tonn multippel RC4, 531 m:

Nr. 4005

Tog nr. 4005 er altså både simulert med 600 tonn lastevikt og 750 tonn lastevikt med lok i forspann.

Malmtog med malm (fullastet):

Nr. 9930, 9914, 9910, 9908 og 9902.

Malmtog med kun tomme vogner (52 tomme vogner):

Nr. 9915

Malmtog med tilsatsmidler (13 lastede vogner og 39 tomme vogner):

9909 og 9911

De togene i ruteplanen som ikke er nevnt over er ikke tatt med i simuleringen.

3. Simulert energiforbruk

3.1 *Energiforbruk i tog*

Beregnet energiforbruk for de ulike togene i simuleringen er gjengitt i tabell 4 under.

Tabell 4

Beregnet energiforbruk mellom Narvik (evt. Fagernes/Lossestasjon) og Riksgrensen		
Tognr:	Totalt energiforbruk [MWs]	Spesifikt energiforbruk [Wh/bruttotonnkm]
4004, vestgående godstog, 600 tonn lastevekt	605	5.95
4005, østgående godstog, 600 tonn lastevekt	6932	67.78
4005, østgående godstog, 750 tonn lastevekt	9010	65.93
9902, vestgående malmtog	1330	1.68
9930, vestgående malmtog	1871	2.37
92, vestgående persontog, 4 vogner	496	13.69
91, østgående persontog, 4 vogner	2782	76.80
93, østgående persontog, 10 vogner	5227	70.39
94, vestgående persontog, 10 vogner	934	12.58
9911, østgående malmtog med tilsatsmidler	19701	61.12
9909, østgående malmtog med tilsatsmidler	19427	60.27
9915, østgående malmtog med tomme vogner	11982	63.49
9917, østgående malmtog med tomme vogner	12153	64.40

3.2 *Tap i seriekretsen*

Tap i kontaktledning og mateledninger er beregnet fra simuleringen ved kjøring av tog 4005 fra Fagernes til Riksgrensen og i perioden fra klokken 11.20 til 12.36 med tog nr. 91, 9911, 9910 og 94 inne på strekningen. Midlere tap er funnet ved å summere levert energi fra Rombak og over Riksgrensen og trekke fra forbrukt energi i toget.

Midlere energitap i kontaktledningsanlegget er funnet å være 6.3 % i begge de to tidsrommene. På grunn av den spesielle måten mateledningen er tilkoblet (uten returleder) er dette en litt usikker verdi for strekningen Fagerlia – Bjørnfjell. Sannsynligvis er tapsprosenten på denne strekningen for lav i simuleringen. Som en motvekt vil tog på svensk side som mates delvis fra Rombak gi belastningstap på Mateledning Bjørnfjell, dette bidrar til å øke tapsprosenten. Totalt sett antas den beregnede tapsprosenten å gi en tilnærmet riktig beskrivelse av virkeligheten.

3.3 *Tap i Rombak omformerstasjon*

Modellen i Simtrac tar kun hensyn til belastningstap i de roterende omformerne og transformatorene. Beregnet belastningstap i perioden 08.57 – 13.30 gir en virkningsgrad på 97.6 %. I tillegg kommer tomgangstapene som i [4] s. 208 er oppgitt til 156.9 kW for Q38 og 256.7 kW for Q48 omformer inkl. hovedtransformator og kjølevifte etc. Trefasetransformatorene har ifølge prøveprotokoll 18,6 kW i tomgangstap. Til sammen blir virkningsgraden for Rombak omformerstasjon 85.5 % (14.5 % tap) i perioden som har en jevn togbelastning. Denne verdien stemmer bra med BaneEnergis tradisjonelt benyttede verdi på 15 % omformertap.

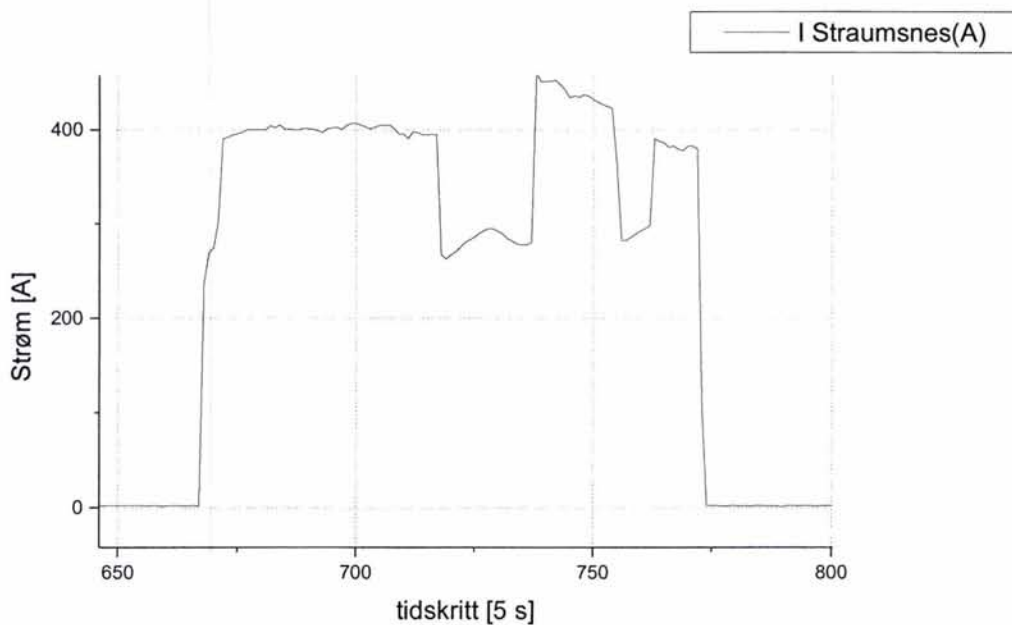
3.4 Sammenligning med målinger

I forbindelse med utarbeidelsen av "Hovedplan banestrømforsyning Ofofbanen, 1. juli 1999" [5] ble det foretatt strømmålinger i Rombak omformerstasjon.

Av disse målingene som foregikk over to uker ble det registrert kjøreplan ved de høyeste belastningene. I de registrerte tidspunktene er det ingen persontog på strekningen. Godstog med multippel RC4 lok, malmtog, olivintog og tomtog er imidlertid registrert i målerapporten se [5]. Under er det trukket sammenligninger mellom østgående malmtog. På grunn av stor variasjon i vekten er det ikke funnet grunnlag for å sammenligne målinger på godstog med simuleringene. Det er ikke målt strømuttak på persontog, simuleringene av disse er derfor heller ikke kommentert.

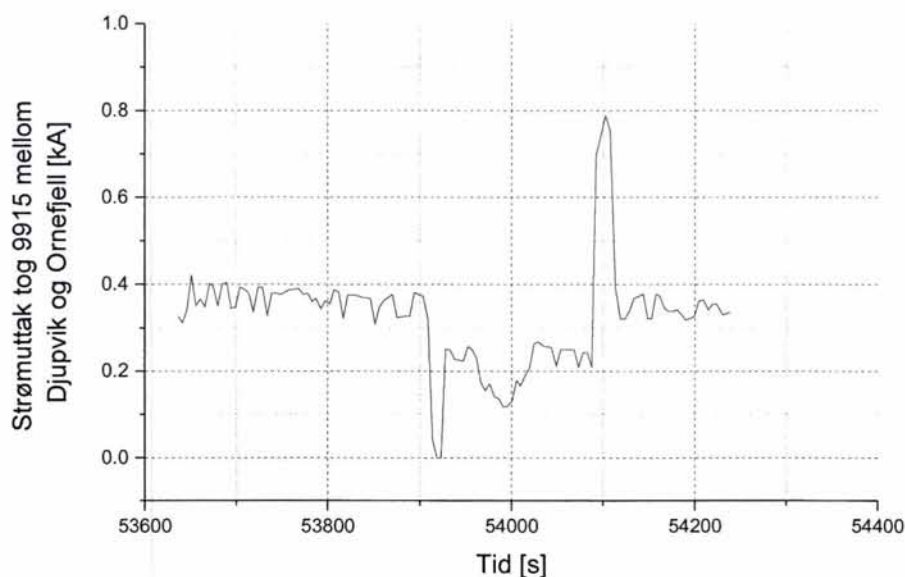
3.4.1 Østgående malmtog med tomme vogner

Målte strømverdier på Mateledning Straumsnes er vist i figur 1 under (målt 20. april 1999). I tidsrommet 700 – 800 tidskritt er det et malmtog med tomme vogner (9903 med multippel E115) inne på strekningen Narvik – Orneelv. Belastningen kan leses av til ca 400 A.



Figur 1 Målte strømverdier ML Straumsnes

Beregnete strømuttak for tilsvarende tog simulert i Simtrac er fremstilt i figur 2.



Figur 2 Simulert strømuttak for tog nr. 9915 (E115 med tomme vogner)

Som man kan se av å sammenligne figur 1 og figur 2 ligger strømuttaket for målte og simulerte verdier på rundt 400 A.

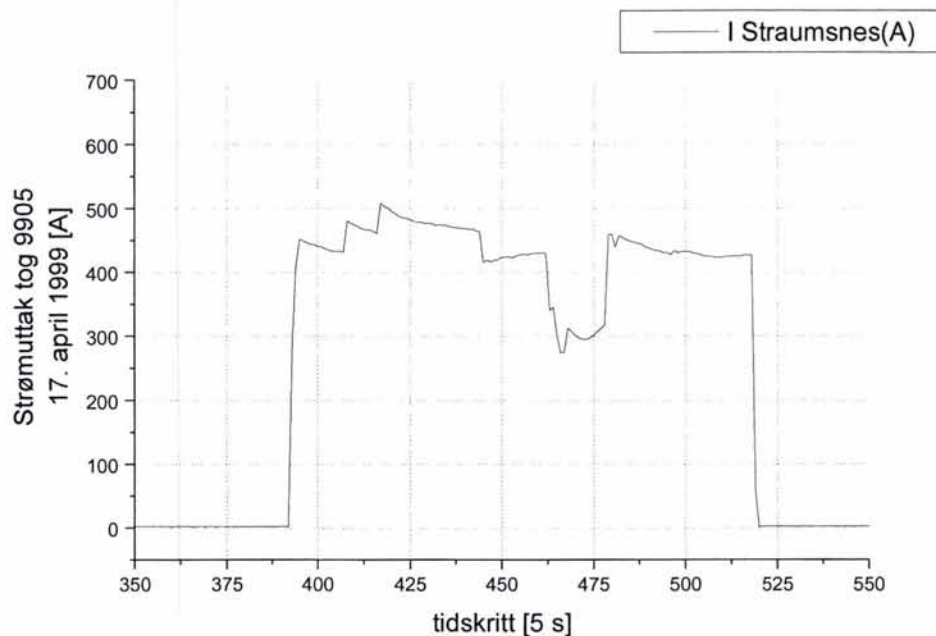
Det simulerte strømuttaket går over et lengre tidsrom enn det målte noe som kan tyde på litt forskjellig kjøremønster mellom programmet og virkeligheten. Programmet holder seg meget strengt til hastighetsgrensen på strekningen slik at toget skal være bremsset ned til riktig hastighet før fronten passerer hastighetsskiltet (reduisert hastighet) og bakerste vogn skal være passert hastighetsskiltet før hastigheten kan økes (øket hastighet).

Straumsnes stasjon kan man se av simuleringen og målingen som en reduksjon i effektuttaket på grunn av lavere hastighet. Normalt vil toget trenge 180 s på å passere stasjonen. Toget som det måles på har en kortere reduksjon i effekten, dette trenger ikke bety at toget kjører over hastighetsgrensene men at lokfører tillater større variasjon i hastigheten. Totalt sett kan man allikevel si at simuleringen av dette toget stemmer bra overens med de målte verdiene.

3.4.2 Østgående malmtog med tilsatsmidler (eks. olivin)

Figur 3 viser en strømmåling på ML Straumsnes fra 17. april 1999 med tog 9905 lastet med olivin inne på strekningen.

Målingen viser et strømuttak på 450 A – 500 A. Sammenligner man med figur 1 er det veldig liten differanse mellom målingene på malmtog med tomme vogner og malmtog med olivin. Vektforskjellen alene i en stigning på 13 ‰ og 60 km/t gir en teoretisk forskjell i strømuttaket på ca. 192 A. I tillegg kommer en forskjell i rullemotstanden på 10 000 N som ved 60 km/t gir en strøm på ca. 14 A og økt akselerasjonsmotstand. Ut fra målingene kan det derfor se ut som om dette olivintoget kjøres "mykere" enn tilfellet med tomme vogner. Det kan også være forskjeller i føreforhold som gir aviket mellom teoretisk beregnet strømtrekk og det målte. Det statistiske grunnlaget er så lite at man egentlig ikke kan trekke bastante konklusjoner basert kun på denne målingen. Måleperioden strekker seg imidlertid totalt over to uker og det er ikke funnet strømuttak som er signifikant høyere enn målingen 17. april. Denne målingen ble tvert imot plukket ut på grunn av høye strømverdier.

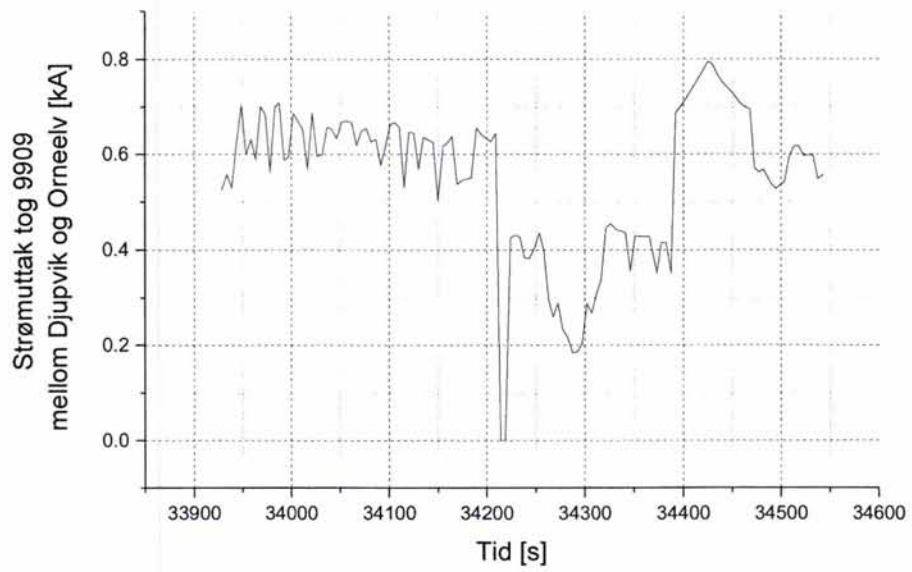


Figur 3 Målt strøm på Mateledning Straumsnes med tog 9905 lastet med Olivin

Figur 4 viser det simulerte strømuttaket for tog nr. 9909 lastet med tilsatsmidler. Strømuttaket ligger mellom 600 og 700 A med et akselerasjonsforløp ut fra Straumsnes stasjon opp mot 800 A.

Sammenligning med figur 3 viser til dels betydelig forskjell i strømuttaket mellom simuleringen og målingen. Som nevnt er det vanskelig å si hva dette skyldes. Det kan skyldes forskjeller i kjøremønster for de to togene, en annen mulighet som kan forklare deler av avviket (men ikke hele) er at modellen ikke er nøyaktig nok for reaktivt effektuttak i loket. Det er benyttet en modell med asynkron lok som, for å etterligne diodeloket El 15, er lagt inn med en effektfaktor på 0.9 i det aktuelle hastighetsområdet. Dersom denne tilnærmingen er dårlig burde det vært et forholdsmessig like stort avvik mellom simulering og måling på toget med tomme vogner, dette er ikke tilfelle.

Ifølge trekkraftkurver fra NSB kan El15 i dobbeltraksjon trekke en etterhengt vekt på 2000 tonn i 60 km/t (kontinuerlig) i stigninger opp mot 18,5 ‰. Området rundt Straumsnes har en stigning på 13 – 14 ‰. Det skulle derfor ikke være noen grunn til å kjøre dette toget med redusert hastighet. Beregningene av aktiv effekt og energiforbruk antas derfor å være tilnærmet representative, selv om strømuttaket avviker mellom simulering og måling. Mye tyder imidlertid på at lokfører tillater en større variasjon i hastigheten enn simuleringen og at dette gir lavere energiforbruk i virkeligheten sammenlignet med simuleringer.



Figur 4 Simulert strømuttak for tog nr. 9909 lastet med tilsatsmidler (eks. olivin)

4. Rapporteringsrutiner

4.1 Tariffstruktur

4.1.1 Idealisert tariffstruktur

I rapporten "Alternative energiavregningsmetoder" [1] vil man finne en oversikt over hvilke faktorer som vurderes å påvirke energiforbruket og nettleien. I tillegg til antall kjørte km og vekt er det der vurdert faktorer som; installert ytelse i toget, togets virkningsgrad, effektfaktor for toget, tilbakemating av bremseeffekt, togvarme, trekraftkurve/aerodynamikk/vekt, elektrisk støy, lokførers kjørevaner, rutetabell (start/stopp, hastighet, kryssinger, m.m.), banens beskaffenhet (kurver, stigning/fall, tillatt topphastighet, antall stasjoner, jevnhet/k-faktor, m.m.), det elektriske nettet (antall matestasjoner, impedansforhold, m.m.), matestasjonenes virkningsgrad, regulering av lastfordeling mellom matestasjoner samt trafikk tetthet. Mange av disse faktorene tar programmet Simtrac hensyn til, noe som er nærmere beskrevet i kapittel 2.

I rapporten beskrives det som riktig å dele en tariffstruktur inn tilsvarende det som er vanlig i nettleieavtaler for høyspenningsnett. Det vil si at den er 3 delt;

1. Fastledd - til dekning av kostnader som påløper uavhengig av energiforbruk og effektforbruk (administrative kostnader vedrørende energiavregning + avskrivninger mhp. nødvendig registrerings-/simuleringsutstyr + den eksterne nettleiens fastledd).
2. Energiledd - til dekning av de påløpte kWh (kraftkjøpet + den eksterne nettleiens energiledd + fratrekke for tilbakematet energi).
3. Effektledd - til dekning av effektledd i nettleien mot 3-fase leverandør. I tillegg bør effektleddet også benyttes for å markere at høyt effektforbruk medfører behov for høy installert ytelse i matestasjoner og kontaktledningsanlegg.

Ved å ta hensyn til de nevnte faktorene samt effektfaktor og installert ytelse i tog, kom man frem til følgende formel som idealisert grunnlag for faktura mot et trafikkselskap:

Formel 10

$$\text{Andelsgrunnlag} = F + k_1 * \sum_{x=1}^n (P_x * c_{fi,1,x} * c_{p,x}) + k_2 * \sum_{x=1}^n (W_{\text{forbruk}} * c_{fi,2,x}) - k_3 * \sum_{x=1}^n W_{\text{tilbake},x}$$

Der:

F	: fastledd
P	: effektforbruk [kW]
$W_{\text{forbruk},x}$: energiforbruk for tog nr. x [kWh]
$W_{\text{tilbake},x}$: energi tilbakematet fra tog, for tog nr. x [kWh]
k_1	: effektpris [øre/kW]
k_2	: energipris for forbrukt energi [øre/kWh]
k_3	: energipris for tilbakematet energi [øre/kWh]
$c_{fi,1}$: korreksjonsfaktor for togtypens effektfaktor, mhp. effektleddet
$c_{fi,2}$: korreksjonsfaktor for togtypens effektfaktor, mhp. energileddet
c_p	: korreksjonsfaktor for togtypens installerte ytelse
n	: togavganger

Denne formelen angir hvordan tariffen teoretisk bør bygges opp for å gi en mest mulig nøyaktig og riktig fordeling mellom trafikkselskapene.

Energiledd og effektledd i formelen består av summen av hvert enkelt tog kjørt på hver enkelt strekning. På den måten er det tatt hensyn til korreksjonsfaktorene for togtypens effektfaktor (c_{fi}) og togtypens installerte ytelse (c_p). Summen av effekt- og energiforbruk multipliseres med prisfaktoren k.

Det er i formelen ikke angitt noen form for differensiering av effektprisen (k_1).

Tap i kontaktledning og matestasjoner synliggjøres ikke direkte, men vil inngå prisfaktoren k. Tapene vil da fordeles prosentvis likt på alle tog.

4.1.2 Praktisk tariffstruktur

Praktisk sett er det ikke alle faktorene som det er like lett tilgjengelige data for. Det er også et prinsipielt spørsmål om hvem som skal betale for de ulike typer belastning. I det følgende vil momentene installert ytelse, $\cos \varphi$, energiforbruk og tilbakematet energi bli vurdert nærmere.

Installert ytelse i tog

Dersom flere tog med høy installert ytelse skal ta ut stor effekt samtidig krever det at kontaktledning og matestasjoner er dimensjonert for dette. Slik systemet er i dag skal ikke trafikksekskapene belastes investeringer i infrastrukturen, men det synes allikevel riktig å gi et incitament om at tog med høy installert ytelse påvirker JBV's investeringer. Samtidig uttak av høy effekt vil også påvirke effektledet i nettleien på 3-fase siden.

I hvor stor grad en slik faktor skal vektlegges og hvordan den skal beregnes vil være en sak som må tas opp på overordnet nivå i Jernbaneverket. I denne rapporten er det derfor valgt å se bort fra denne faktoren ved fordelingen.

Effektfaktor

Effektfaktoren, λ , varierer sterkt fra togtype til togtype og varierer også innen ett og samme tog med hastigheten. Uttak av reaktiv effekt fra kontaktledningen medfører tap i kontaktledning og deler av matestasjonene, og dermed en liten økning i uttak av energi fra 3-fase siden. Et økt energiforbruk vil også påvirke effektuttaket, men dette i mindre grad.

I likhet faktoren "Installert ytelse i tog" er også korreksjonsfaktor for $\lambda (c_{ff})$ både arbeidskrevende å finne med tilfredsstillende nøyaktighet I hvor stor grad en slik faktor skal vektlegges vil dessuten være en sak som må tas opp på overordnet nivå i Jernbaneverket. I denne rapporten er det derfor valgt å se bort fra denne faktoren ved fordelingen.

Energiforbruk

Energiforbruket, W_{forbruk} , er den viktigste faktoren å ta hensyn til ved deling av energikostnadene. Dette finner man med rimelig nøyaktighet ved å ta hensyn til antall bruttotonn og kjørte km, korrigert med en faktor for Wh/bruttotonnkm.

Tilbakematet energi

I dag får Jernbaneverket ikke godtgjort av kraftleverandør det som måtte mates tilbake av energi fra kontaktledningen til 3-fase regionalnett (via omformerstasjon). For å få økonomisk uttelling for tilbakematet energi, W_{tilbake} , fra ett tog er man avhengig at det finnes tilsvarende uttak av energi på kontaktledningen. Dette må i så fall anses som ganske sporadisk og tilfeldig.

Det benyttes ikke materiell på Ofotbanen som har regenerativ bremsing i dag. Bestilte nye malmtog som er under uttesting på banestrekningen har imidlertid denne muligheten.

Hvorvidt regenerativ bremsing, og dermed tilbakemating av energi, skal belønnes anses som et miljøpolitisk spørsmål og en sak som må tas opp på overordnet nivå i Jernbaneverket. I denne rapporten er det derfor valgt å se bort fra denne faktoren ved fordelingen.

Ut i fra de vurderinger som er gjort her fordeles energikostnadene kun ut i fra energiforbruket. Dette baseres på registrering av antall bruttotonn og kjørte km, korrigert med en faktor for spesifikt energiforbruk (Wh/bruttotonnkm).

Formel 11

$$W_{\text{forbruk}} = M * s * k_{\text{togtype}}$$

Der:

M : Antall bruttotonn pr. enkelttog
s : Antall kjørte km pr. enkelttog
 k_{togtype} : Spesifikt energiforbruk (Wh/bruttotonnkm for det enkelte togs lag)

Ut i fra de faktorene som er nevnt i formelen over kommer man frem til energiforbruket for en enkelt togtur. Ved summere alle togturene vil man komme frem til samlet energiforbruk til togfremføring for hvert trafikkselskap, og for ønsket periode.

Det samlede energiforbruk for hvert trafikkselskap kan multipliseres med en energipris (øre/kWh) og dermed fremkommer energileddet i energiregningen. Energileddet summert med fastleddet gir så den totale energiregningen for det enkelte trafikkselskapet. Se følgende formel:

Formel 12

$$\text{Andelsgrunnlag} = F + k_2 * \sum_{x=1}^n W_{\text{forbruk, x}}$$

Der:

- F : fastledd
- k_2 : energipris for forbrukt energi [øre/kWh]
- $W_{\text{forbruk, x}}$: energiforbruk for tog nr. x [kWh]
- n : togavganger

Energiprisen, k_2 , må fastsettes ut i fra skjønn, basert på gjeldende enhetspriser i nettleien og i kraftkjøpet. For at inntekter og utgifter Jernbaneverket har i forbindelse med energiavregningen skal gå opp i opp, vil det måtte foretas en avregning en gang i året.

En enklere og mindre arbeidskrevende måte å komme frem til hvert trafikkselskaps andelsgrunnlag, vil være å benytte prosentvis andel av energiforbruket i stedet for energipris. Ved å dividere hvert trafikkselskaps beregnede totalforbruk av energi på totalt beregnet energiforbruk for alle tog, vil en komme frem til dette trafikkselskapets prosentvise andel av energiforbruket.

Formel 13

$$\text{Andelsgrunnlag} = F_A + K_{\text{tot}} * \frac{W_A}{W_{\text{tot}}}$$

Der:

- F_A : fastledd for trafikkselskap A
- W_A : totalt beregnet energiforbruk for trafikkselskap A
- W_{tot} : totalt beregnet energiforbruk summert for alle trafikkselskapene
- K_{tot} : Totalt energiledd, som skal fordeles på alle trafikkselskapene

Ved å benytte en slik prosentvis andel av energiforbruket vil prosessen forenkles. Dette ettersom det ikke er behov for å regne ut en energipris, k_2 . Avregning for å korrigere innmeldte bruttotonnm med virkelig kjørte brtonnm må man allikevel utføre.

Fastleddet som skal fordeles på de ulike trafikkselskapene, F_A , vil inkludere alle kostnader som ikke er med i det totale energileddet, K_{tot} . Det vil si at fastleddet blant annet må inneholde fastledd fra nettleie og energikjøp samt alle kostnader som Jernbaneverket har i forbindelse med fordeling av energikostnadene. I tillegg må det vurderes om effektleddet i nettleien skal inngå i fastleddet, F_A , eller det totale energileddet, K_{tot} .

Praktisk sett synes det ikke å være noen gode argumenter for at fastleddet skal fordeles annerledes enn energikostnadene. Man kan derfor forenkle formel 13 ytterligere slik at man fordeler energiregningen kun basert på selskapenes rapportering av totalt kjørte tonnm og spesifikt forbruk for de enkelte togs slag. Anbefalt fordelingsformel vil dermed være på formen:

Formel 14

$$\text{Andelsgrunnlag} = (F + K_{\text{tot}}) * \frac{W_A}{W_{\text{tot}}}$$

$F + K_{\text{tot}}$ vil her være de totale energikostnader som skal fordeles til trafikkselskapene. Alle kostnader til ekstrauttak mv. trekkes fra før energikostnaden til trafikkselskapene fordeles.

4.2 Dagens rapporteringsrutiner

I dag fordeles kostnadene ved energiforbruk og nettleie mellom partene etter en prosentvis nøkkelfordeling. Denne prosentvise fordelingen er basert på anslag for antall tonn som transporteres i "oppoverbakke" (Narvik – Riksgrensen). Tallene for 1999 er vist i tabellen under:

MTAS	91 %
Gods (NSB)	4,5 %
Persontrafikk (Togkompaniet)	4,0 %
Jernbaneverket	0,5 %
<hr/> Totalt	<hr/> 100 %

I vedlegg [3] er det en kopi av notatet ligger til grunn for denne fordelingen og tidligere fordeling.

Som beskrevet tidligere bør også en ny modell baseres på kjørte bruttotonnm. Det er videre viktig at man skiller mellom de ulike toggruppene. I vurderingen av trafikkselskapenes rapporteringsrutiner er det derfor lagt vekt på dette. Det er også forsøkt å få frem hvilken detaljering som er i dagens rutiner.

4.2.1 NSB

Godstog

NSB står i dag for godstrafikk i form av ARE-tog.

Persontog - fjern

NSB har ansvar for fjerntog til/fra Stockholm når de er på norsk side av grensen. Persontrafikken kjøres med materiell og personale fra Togkompaniet, men ettersom det på norsk side er NSB som har lisens vil disse togene være "NSB-tog" straks de passerer grensen og kjører på norsk side.

Persontog - lokal

Den lokale persontrafikken kjøres med materiell og personale fra Togkompaniet, men ettersom det på norsk side er NSB som har lisens vil disse togene være "NSB-tog" straks de passerer grensen og kjører på norsk side. NSB har i tillegg enkelte turisttog (persontog) om sommeren, som kun kjører i en kortere periode og om lag en gang i uken.

4.2.1.1 I dag

Godstog

I dag rapporteres det sum bruttotonn for hver måned, både i østlig og vestlig retning. Eksempel på innrapportering av transporterte godsmengder med ARE-tog er å finne i vedlegg [4].

Persontog - fjern og lokal

Det foretas per i dag ingen innrapportering av kjørt distanse eller vekt. Opplysninger som gis til lokfører av det enkelte tog gis manuelt.

4.2.1.2 Muligheter

Godstog

Godstog fra Alnabru til Narvik registreres i GTI før de forlater Alnabru. I GTI har man togopptak med vekt. Fra GTI kan man ta ut antall tog m/vekt for de tog som ønskes (man tar da utgangspunkt i tognummer på de aktuelle togene). Det ser ikke ut til at data fra GTI er tilgjengelig på annet enn papirformat.

Godstog fra Narvik til Alnabru registreres i det svenske systemet KAL. Fra dette systemet kan man hente ut opplysninger om tonnasje og kjørt distanse for hvert tog. Det er usikkert om slike opplysninger kan tas ut på annet enn papirformat.

Persontog - fjern og lokal

I rutedatabasen (TrainPlan), som eies og drives av Jernbaneverket, ligger hvert tog inne med km på ruten samt togsammensetning (som igjen gir vekt på det enkelte tog). Opplysninger hentet fra rutedatabasen på planlagt trafikk, korrigert med opplysninger for virkelig kjørt trafikk (hentet for eksempel manuelt fra DROPS) vil samlet kunne gi tilstrekkelig informasjon. Det er usikkert hvilken form samlede opplysninger dermed vil få.

4.2.2 MTAS

4.2.2.1 dag

MTAS rapporterer hver måned. Det rapporteres totalt antall tog, totalt antall vogner samt total vekt for lasten per måned. Det skilles på tog lastet med malm og tog lastet med olivin eller andre tilsatzmidler. Dette hentes fra LOM (Last Og Marknad) som er en egen database. Kopi av telefaks som viser eksempel på rapportering er å finne i vedlegg [5].

4.2.2.2 Muligheter

Opplysninger som skal inn i LOM rapporteres inn via Lotus Notes. Fra systemet LOM er det bl.a. mulig å hente opplysninger om vekt og antall vogner for hvert tog, samt historie. MTAS er imidlertid tilbakeholdne med å ville rapportere opplysninger ut over det som rapporteres i dag. Dagens rapportering bør også være tilstrekkelig.

4.2.3 Togkompaniet

Togkompaniet kjører på NSBs lisens. For rapporteringsrutiner i dag og muligheter, se under delkapittel om NSB.

4.2.4 Jernbaneverket

4.2.4.1 Togkjøring

Det aller meste av Jernbaneverkets kjøring av tog foregår med dieselmateriell (Robel og lignende). Det er kun i ekstraordinære situasjoner at det er behov for kjøring med elektrisk materiell. I slike situasjoner blir det leid inn materiell fra NSB. Slik kjøring er veldig begrenset, og som eksempel nevnes det at det hittil i år kun har blitt kjørt sporrens med Rc-lok 3-4 ganger.

4.2.4.2 Biforbruk

Biforbruket består i dag av Jernbaneverkets eget forbruk samt av en god del hytter som forsynes med el. energi fra kontaktledningen (transformert til 230 V AC, 16 2/3 Hz) og fra stasjonstransformator i Rombak omformerstasjon.

Bane Energi anslår det totale målte biforbruket til hytter mv. til om lag 240 000 kWh pr. år (+ om lag 25 % tap i kontaktledning og omformerstasjon). Anslaget er basert på tidligere års registrert forbruk (forbruk eksternt JBV).

I tillegg kommer Jernbaneverkets eget forbruk til sporvekselvarme og stasjonsstrøm som ikke er målt, men stipulert til 1 GWh ut fra installert ytelse.

På vegne av Region Nord forestår Bane Energi kontakt og avregning mot private mottagere av energi fra Jernbaneverket.

4.2.4.3 Utvexling av energi over Riksgrensen

Kontaktledningsanlegget på norsk og svensk side henger sammen elektrisk. Man vil derfor få en utveksling av energi over grensen som varierer i retning etter hvor belastningene (togene) befinner seg. For å få en riktig energimengde til fordeling mellom trafikkselskapene og Jernbaneverket blir levert energi til Rombak omformerstasjon avregnet mot energiflyten over Riksgrensen. Denne avregningen utføres i dag av Bane Energi før videre fordeling av energiregningen.

Energikostnadene som Regionen får til fordeling er dermed kun energiforbruket på norsk side av grensen.

4.3 Forslag til endringer/tiltak

4.3.1 Innsamling av data

Med en fordeling av energikostnadene som foreslått vil det være behov for innsamling av følgende data fra hver trafikkselskap/operatør (under forutsetning av at kjørt distanse er omtrent lik for alle togene innenfor hver kategori):

- Antall kjørte kilometer for hver togkategori

- Total togvekt innenfor hver togkategori

Best nøyaktighet får man dersom alle selskapene oppgir kjørt tonnkm, men det medfører at man må utføre en regneoperasjon for hvert enkelt tog.

For at disse data skal kunne behandles på en rasjonell måte bør Jernbaneverket legge til rette for å få dem innsendt på digitalt format, i et tilpasset filformat (sannsynligvis i en mal for regneark). Jernbaneverket bør utarbeide en egnet mal for innrapportering av dataene.

De enkelte trafikkselskapene/operatørene ser ut til å ha rutiner per i dag som sikrer de data som ønskes, om enn ikke nødvendigvis på det format som vil være ønskelig. Togkompaniet kjører som nevnt på NSBs lisens og vil sannsynligvis rapportere til NSB som igjen rapporterer til Jernbaneverket.

Vedrørende Jernbaneverkets kjøring med elektrisk materiell, vil disse få tilfellene sannsynligvis være mest hensiktsmessig å rapportere dette samlet en til to ganger i året. Denne rapporteringen vil bli internt mellom enhetene i Jernbaneverket.

4.3.2 Biforbruk

Bakgrunnen for at så mye tilleggsuttak tas fra Jernbanens kontaktledningsanlegg er historisk. Strømforsyning til daværende NSB var tilgodesett med en meget lav energipris og det regionale fordelingsnettet var antakelig dårlig utbygd.

De forhold som lå til grunn for denne ordningen er imidlertid ikke lenger tilstede og uttak av omformet energi fra banestrømforsyningen til annet enn togfremføring er i dag som oftest ugunstig. Man har da et samlet tap av energi på om lag 25 % i kontaktledning (andel ca. 10 %) og omformerstasjon (andel ca. 15 %). I tillegg legger man beslag på kapasitet i de samme anleggene. Biforbruk ut over forbruk til togfremføring bør derfor i størst mulig grad unngås.

For mange av forbrukerne langs Ofotbanen er det ikke tilgjengelig annen energi enn den som kommer fra kontaktledningen. Det er derfor ikke alltid muligheter for å legge biforbruket over på annen forsyning. I Narvik området vil imidlertid forbruket bli lagt over på det lokale fordelingsnettet (Narvik Energi) etter hvert som kontaktledningen fornyes. Ved Riksgrensen har Banverket fremført langsgående høyspenningsforsyning på 22 kV (50 Hz) som muligens kan benyttes. Og ved Rombak er det en 22 kV forsyning om lag 1 km fra sporet, som nok kan benyttes dersom man finner det økonomisk forsvarlig. Området ved Katterat kan forsynes ved å avgrene Nordkrafts 22 kV-linje til damanlegg i Sordalen. Høyspentlinjen til damanlegget krysser jernbanelinjen nord for Rombak stasjon. Fra Rombak omformerstasjon til Bjørnfjell stasjon har Jernbaneverket en mateledning (Mateledning Bjørnfjell) som inngår som en del av anleggene for banestrømforsyning på Ofotbanen. En avgreining fra Nordkrafts 22 kV linje i denne traseen vil få en lengde på ca. 6 km og kan enten fremføres på egne master i mateledningens trase eller eventuelt fremføres på mateledningsmastene.

5. Sammenfatning/konklusjon

Basert på simuleringresultatene i kapittel 3 er det satt opp en tabell med typisk energiforbruk for de ulike togslagene på Ofotbanen. Siden energiforbruket varierer noe selv for like tog, for det meste på grunn av ulikt stoppmønster, er det for disse togene benyttet en middelvei. For å ta hensyn til at spesifikt forbruk synker med økende tonnasje er det satt opp et vektet gjennomsnitt for malmtog med og uten tilsatsmidler basert på andel tonnasje for 1999.

For å komme frem til en middelvei for persontogene er det benyttet en vektet middelvei basert på ruteordning 148.2 gjeldende fra 10. januar 2000 og togvekten (4 og 10 vogner).

For godstog er det tatt utgangspunkt i tog på 600 tonn men avrundet ned for å ta hensyn til lavere spesifikt forbruk ved dobbel traksjon og tyngre laster.

Tabell 5

Spesifikt energiforbruk	Østgående tog [Wh/bruttotonnkm]	Vestgående tog [Wh/bruttotonnkm]
Malmtog	63,5	2,0
Godstog	67,0	6,0
Persontog	73,1	13,1

Som det fremkommer av kapittel 4.1 vurderes det at følgende tariffstruktur/fordelingsnøkkel er mest hensiktsmessig:

$$\text{Andelsgrunnlag} = (F + K_{tot}) * \frac{W_A}{W_{tot}}$$

Andelsgrunnlaget består dermed av det enkelte togslags andel av totalt beregnet energiforbruk til togfremføring (W_A / W_{tot}) multiplisert med de totale kostnader som skal faktureres togselskapene.

For å beregne energiforbruket er det behov for følgende opplysninger fra hvert trafikkselskap/operatør fordelt på de ulike togslagene (persontog, godstog og malmtog):

- Totalt antall kjørte kilometer
- Total tonnasje for hvert togslag

De enkelte trafikkselskapene/operatørene ser ut til å ha rutiner per i dag som sikrer de data som ønskes, om enn ikke nødvendigvis på det format som vil være ønskelig. For at disse data skal kunne behandles på en rasjonell måte bør Jernbaneverket utarbeide en egnet mal for innrapportering av dataene og legge til rette for å få dem innsendt på digitalt format.

Som omtalt i kapittel 4.3 bør man fortsatt søke å redusere biforbruket mest mulig da dette i de fleste tilfeller er en dyr og lite hensiktsmessig måte å utnytte energien på.

5.1 Forslag til ny fordelingsnøkkel

Basert på innrapporterte transportmengder for 1999, se vedlegg [3], er det satt opp et forslag til fordelingsnøkkel mellom trafikkselskapene.

MTAS:

Innrapportert transportert mengde for MTAS:

Vestgående transport	15 531 921 tonn
Østgående transport	4 188 924 tonn

Det regnes her med at østgående malmtog stopper på Øvre Ranger ca. 1 km fra Narvik stasjon (km. 3,7) det utgjør en strekning på 39,2 km til sonegrensebryteren på Riksgrensen som ligger på kilometer 41.9.

Vestgående malmtog regnes å kjøre samme distanse (39,2 km).

For vestgående malmtransport får man da

$$\text{Kjørt tonnkilometer på Ofotbanen: } 39,2 \text{ km} * 15\,531\,921 \text{ tonn} = 608\,851\,303,2 \text{ tonnkm}$$

Totalt energiforbruk beregnes for vestgående maltrafikk til $2 \text{ Wh/brtonnkm} * 608\,851\,303,2 \text{ tonnkm} = 1,22 \text{ GWh}$

For østgående malmtransport får man

Kjørt tonnkilometer på Ofotbanen: $39,2 \text{ km} * 4\,188\,922 \text{ tonn} = 164\,205\,742,4 \text{ tonnkm}$

Totalt energiforbruk beregnes for østgående maltrafikk til $63,5 \text{ Wh/brtonnkm} * 164\,205\,742,4 \text{ tonnkm} = 10,4 \text{ GWh}$

NSB Gods:

ARE terminalen ligger på km. 0. Hvert ARE tog regnes derfor å kjøre en strekning på 41.9 km på norsk side.

Innrapportert transportert mengde for NSB Gods (ARE tog):

Vestgående transport	218 400 tonn
Østgående transport	218 400 tonn

(Antall tog er rapportert til 6 ukentlige avganger det gir 288 tog i året med en gjennomsnittlig lastevekt på 600 tonn).

For ARE tog får man hver retning: $41,9 \text{ km} * 218\,400 \text{ tonn} = 9\,150\,960 \text{ tonnkm}$

Totalt energiforbruk beregnes for østgående ARE tog til $67 \text{ Wh/bruttotonnkm} * 9\,150\,960 \text{ tonnkm} = 613 \text{ MWh}$

Totalt energiforbruk beregnes for vestgående ARE tog til $6 \text{ Wh/bruttotonnkm} * 9\,150\,960 \text{ tonnkm} = 54,9 \text{ MWh}$

NSB Persontrafikk:

Persontogene har som regel Narvik stasjon som første/siste stasjon. For disse togene antas det en kjørt strekning på 38.2 km for hvert tog.

Innrapportert transportert mengde for NSB Persontrafikk:

Vestgående transport	216 000 tonn
Østgående transport	216 000 tonn

(Antall tog er rapportert til 2 daglige avganger det gir 720 tog i året med en gjennomsnittlig togvekt på 300 tonn).

For persontrafikk får man i hver retning: $38,2 \text{ km} * 216\,000 \text{ tonn} = 8\,251\,200 \text{ tonnkm}$

Totalt energiforbruk beregnes for østgående persontog til $73,1 \text{ Wh/bruttotonnkm} * 8\,251\,200 \text{ tonnkm} = 603,2 \text{ MWh}$

Totalt energiforbruk beregnes for vestgående persontog til $13,1 \text{ Wh/bruttotonnkm} * 8\,251\,200 \text{ tonnkm} = 108,1 \text{ MWh}$

Totalt beregnet energiforbruk til togfremføring (eks omformer og linjetap):

	Beregnet energiforbruk	Andel av totalt energiforbruk
Østgående malmtog	10,4 GWh	80,00 %
Vestgående malmtog	1,22 GWh	9,38 %
Østgående ARE tog	613 MWh	4,72 %
Vestgående ARE tog	54,9 MWh	0,42 %
Østgående persontog	603,2 MWh	4,64 %
Vestgående persontog	108,1 MWh	0,83 %
Totalt	13,0 GWh	

- *MTAS andel av total energikostnad til fordeling blir dermed 89,4 %*
- *NSB Gods sin andel av total energikostnad til fordeling blir 5,1 %.*
- *NSB Persontrafikk sin andel av total energikostnad til fordeling blir 5,5 %.*

Siden det ikke er foretatt noen registrering av JBV's egne transportere i 1999 er ikke disse tatt med i fordelingen. JBV's egne transportere er dessuten i det alt vesentlige med diesellaggregater referert 4.2.4.1

Et estimat over biforbruket må trekkes fra energiregningen før videre fordeling etter de angitte prosentsetter. Dette gjelder da det målte biforbruk og det umålte biforbruk (stipulert).

6. Referansedokumenter

- [1] "Alternative energiavregningsmetoder", Jernbaneverket Bane Energi, september 1997
- [2] "Running resistance of passenger and freight trains, methodology and test results", Piotr Lukaszewicz KTH Stockholm 1995.
- [3] "Gångmotstånd för Malmtog, rapport från fältförsök", Piotr Lukaszewicz KTH Stockholm 1995.
- [4] Lärobok i elektroteknik för statens järnvägars personal, Del IV Omformarstationer, Rune Lundberg Stockholm 1959
- [5] "Hovedplan for banestrømforsyning Ofotbanen, 1. juli 1999", Jernbaneverket Region Nord 1999.

7.Vedlegg

1. Togmodeller i Simtrac format
2. Ruteplan for Ofotbanen etter ruteordning 148.2
3. Kopi av notat av 11.02.2000 som setter opp fordelingsnøkkelen som per i dag benyttes.
4. Eksempel på innrapportering av transporterte godsmengder med ARE-tog.
5. Eksempel på innrapportering av transporterte godsmengder med malmtog.

Vedlegg 1

!!!! RC5 persontog med 10 vogner type b7 eller tilsvarende
!!!! 50% belegg med 70 kg. pr.passasjer
THYRISTOR RC5PERS2

```
{  
MASS 540  
ADHMASS 79  
MAXSPEED 135  
SPEEDMSORT KM/H  
SLENGTH 279.5  
CRO 6.5  
CR1 55  
CRMIN 56
```

```
!!!! RRA 9.  
RRA 4.8  
RRB 15.53E-03  
RRC 1.215E-03  
ADH1 7.5  
ADH2 44  
TC 0.5  
UNOM 15.0  
PAUX 0.24  
PFAUX 0.8  
PO 0.007  
BRIDGES 2  
UMOTMAX 100  
FIRSTLIM FLUX  
BASESPEED 77.0
```

ACCREFV

```
{  
!!!! accRef retRef f(v)  
0 A 1.0 R 0.85;  
135 A 1.0 R 0.85 ;  
}
```

TRAINLIMIT1 19958.4

FVTRAINMAX

```
{  
!!!! FMOT FELBRAKE EFF f(v)  
!!!! kN kN %  
0 FMOT 259.2 EFF 62.5 ;  
36 FMOT 259.2 EFF 71.0 ;  
54 FMOT 259.2 EFF 76.0 ;  
82 FMOT 259.2 EFF 81.0 ;  
135 FMOT 259.2 EFF 81.0 ;  
}
```

BASECOSFI 0.88

TRAINLIMIT2 124.7

PUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! PMOT PELBRAKE f(U)  
!!!! MW MW  
10.4 PMOT 10 ;  
12.0 PMOT 10 ;  
13.0 PMOT 10 ;  
14.0 PMOT 10 ;  
15.0 PMOT 10 ;  
18.1 PMOT 10 ;  
}
```

FUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! FMOT f(U)  
!!!! kN
```

```
10.5 FMOT 0.0 ;
12.0 FMOT 129.6 ;
13.5 FMOT 259.2 ;
15.0 FMOT 259.2 ;
16.5 FMOT 259.2 ;
}
}
```

12.0	FMOT	129.6	;
13.5	FMOT	259.2	;
15.0	FMOT	259.2	;
16.5	FMOT	259.2	;
}			
}			

!!!! Multippel RC4 CX godstog med 27 vogner
!!!! Etterhengt togvekt 750 tonn
!!!! 27 vogner
THYRISTOR RC4GODS2

```
{  
MASS 906  
ADHMASS 156  
MAXSPEED 135  
SPEEDMSORT KM/H  
SLENGTH 531  
CRO 6.5  
CR1 55  
CRMIN 56  
RRA 12.095  
RRB 82.4E-03  
RRC 2.547E-03  
ADH1 7.5  
ADH2 44  
TC 0.5  
UNOM 15.0  
PAUX 0.05  
PFAUX 0.78  
PO 0.007  
BRIDGES 2  
UMOTMAX 100  
FIRSTLIM FLUX  
BASESPEED 77.0
```

ACCREFV

```
{  
!!!! accRef retRef f(v)  
0 A 0.5 R 0.45;  
135 A 0.5 R 0.45 ;  
}
```

TRAINLIMIT1 39916.8

FVTRAINMAX

```
{  
!!!! FMOT FELBRAKE EFF f(v)  
!!!! kN kN %  
0 FMOT 518.4 EFF 62.5 ;  
36 FMOT 518.4 EFF 71.0 ;  
54 FMOT 518.4 EFF 76.0 ;  
82 FMOT 518.4 EFF 81.0 ;  
135 FMOT 518.4 EFF 81.0 ;  
}
```

BASECOSFI 0.88

TRAINLIMIT2 249.4

PUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! PMOT PELBRAKE f(U)  
!!!! MW MW  
10.4 PMOT 0 ;  
12.0 PMOT 20 ;  
13.0 PMOT 20 ;  
14.0 PMOT 20 ;  
15.0 PMOT 20 ;  
18.1 PMOT 20 ;  
}
```

FUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! FMOT f(U)  
!!!! kN
```



```
10.5 FMOT 0.0 ;
12.0 FMOT 259.2 ;
13.5 FMOT 518.4 ;
15.0 FMOT 518.4 ;
16.5 FMOT 518.4 ;
}
}
```

!!!! RC4 CX godstog med 27 vogner
!!!! Etterhengt togvekt 600 tonn
THYRISTOR RC4GODS1

```
{  
MASS 678  
ADHMASS 78  
MAXSPEED 135  
SPEEDMSORT KM/H  
SLENGTH 515.5  
CRO 6.5  
CR1 55  
CRMIN 56
```

```
!!!! RRA 9.  
RRA 9.05  
RRB 79.81E-03  
RRC 2.485E-03  
ADH1 7.5  
ADH2 44  
TC 0.5  
UNOM 15.0  
PAUX 0.05  
PFAUX 0.78  
P0 0.007  
BRIDGES 2  
UMOTMAX 100  
FIRSTLIM FLUX  
BASESPEED 77.0
```

ACCREFV

```
{  
!!!! accRef retRef f(v)  
0 A 0.5 R 0.45;  
135 A 0.5 R 0.45 ;  
}
```

TRAINLIMIT1 19958.4

FVTRAINMAX

```
{  
!!!! FMOT FELBRAKE EFF f(v)  
!!!! kN kN %  
0 FMOT 259.2 EFF 62.5 ;  
36 FMOT 259.2 EFF 71.0 ;  
54 FMOT 259.2 EFF 76.0 ;  
82 FMOT 259.2 EFF 81.0 ;  
135 FMOT 259.2 EFF 81.0 ;  
}
```

BASECOSFI 0.88

TRAINLIMIT2 124.7

PUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! PMOT PELBRAKE f(U)  
!!!! MW MW  
10.4 PMOT 10 ;  
12.0 PMOT 10 ;  
13.0 PMOT 10 ;  
14.0 PMOT 10 ;  
15.0 PMOT 10 ;  
18.1 PMOT 10 ;  
}
```

FUSUPPLYLIM

```
{  
!!!! FMOT f(U)  
!!!! kN
```

10.5	FMOT	0.0	;
12.0	FMOT	129.6	;
13.5	FMOT	259.2	;
15.0	FMOT	259.2	;
16.5	FMOT	259.2	;
}			
}			

!!!! Malmtogslok 2xE1 15 med 52 tomme

!!!! vogner á 20 tonn.

ASYNCTRAIN MALM_TOM

{

MASS 1304

ADHMASS 264

MAXSPEED 120

SPEEDMSORT KM/H

SLENGTH 476.4

CR0 7.65

CR1 55

RRA 26.91

RRB 264.7E-03

RRC 4.607E-03

ADH1 7.5

ADH2 44

TC 0.5

UNOM 15.0

PAUXT 0.04

PFAUXT 0.78

PO 0.007

ACCREFV

{

0 A 0.5 R 0.45;

120 A 0.5 R 0.45 ;

}

FIU

{

12.0 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;

18.5 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;

}

FVTRAINMAX

{

0 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 24;

10 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 49;

30 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 72;

40 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 78;

50 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 82;

70 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 87;

120 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 89;

}

!!!! TRAINLIMIT1 2 (282 KN *69 KM/H)

TRAINLIMIT1 38916

TRAINLIMIT2 121.6

PUSUPPLYLIM

{

13.5 PMOT 11.2 PELBRAKE 0;

15.0 PMOT 13 PELBRAKE 0;

}

FUSUPPLYLIM

{

10.0 FMOT 840;

18.5 FMOT 840;

}

}

!!!! Malmtogslok 2xE1 15 med 13 fulle
!!!! vogner á 100 tonn og 39 tomme vogner á 20 tonn.

ASYNCTRAIN MALM_OLI

```
{
MASS 2344
ADHMASS 264
MAXSPEED 120
SPEEDMSORT KM/H
SLENGTH 476.4
CRO 7.65
CRI 55
RRA 36.092
RRB 264.7E-03
RRC 4.607E-03
ADH1 7.5
ADH2 44
TC=0.5
UNOM 15.0
PAUXT 0.04
PFAUXT 0.78
PO 0.007
ACCREFV
{
0 A 0.5 R 0.45;
120 A 0.5 R 0.45 ;
}
FIU
{
12.0 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;
18.5 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;
}
FVTRAINMAX
{
0 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 24;
10 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 49;
30 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 72;
40 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 78;
50 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 82;
70 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 87;
120 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 89;
}
!!!! TRAINLIMIT1 2 (282 KN *69 KM/H)
TRAINLIMIT1 38916
TRAINLIMIT2 121.6
PUSUPPLYLIM
{
13.5 PMOT 11.2 PELBRAKE 0;
15.0 PMOT 13 PELBRAKE 0;
}
FUSUPPLYLIM
{
10.0 FMOT 840;
18.5 FMOT 840;
}
}
```

!!!! Malmtogslok 2xE1 15 med 52 fulle

!!!! vogner á 100 tonn.

ASYNCTRAIN MALM_MAL

{

MASS 5464

ADHMASS 264

MAXSPEED 120

SPEEDMSORT KM/H

SLENGTH 476.4

CR0 7.65

CR1 55

RRA 63.639

RRB 264.7E-03

RRC 4.607E-03

ADH1 7.5

ADH2 44

TC=0.5

UNOM 15.0

PAUXT=0.04

PFAUXT=0.78

PO 0.007

ACCREFV

{

0 A 0.5 R 0.45;

120 A 0.5 R 0.45 ;

}

FIU

{

12.0 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;

18.5 FIMOT 25.8 FIBRAKE 0;

}

FVTRAINMAX

{

0 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 24;

10 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 49;

30 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 72;

40 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 78;

50 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 82;

70 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 87;

120 FMOT 840 FELBRAKE 0 EFF 89;

}

!!!! TRAINLIMIT1 2 (282 KN *69 KM/H)

TRAINLIMIT1 38916

TRAINLIMIT2 121.6

PUSUPPLYLIM

{

13.5 PMOT 11.2 PELBRAKE 0;

15.0 PMOT 13 PELBRAKE 0;

}

FUSUPPLYLIM

{

10.0 FMOT 840;

18.5 FMOT 840;

}

}

Vedlegg 3



Notat

Til: JN, v/Johan A. Wikander

Fra: Oddleif Larsen

Dato: 11.02.2000

Saksref.: 98/02894 IT 760

Kopi til:

FORDELING AV STRØM TIL TOGFREMFØRING PÅ OFOTBANEN

Viser til saksnotat av 18.01.2000 og møtereferat av 14.12.1999, vedrørende strøm til togfremføring.

På dette møtet la MTAS fram forslag på ny fordeling av strøm mellom brukerne av Ofotbanen, etter samme modell som tidligere er brukt – nemlig transportert mengde inkl. vekt av lok og vogner.

Jeg har gått gjennom forslaget og er enig i fordelingen.

Forslaget går ut på:

Aktør	Antall tog	Volum/mnd. (tonn)	Fordeling (%)	Forsl. fordeling (%)
MTAS		350 000	90,6	91
ARE	6 ukentlige avganger	18 200	4,7	4,5
P-tog	2 daglige avganger	18 000	4,7	4,0
JBV				0,5

Jeg tror nok at andelen for JBV på 0,5 % er noe for lavt, men jeg anbefaler at onennevnte fordeling beholdes inntil at du har utviklet en ny og mer eksakt fordelings modell.

Med vennlig hilsen

Oddleif Larsen



15/3-2000 m.m. Dette er fordelingen etter of
man kan si det så:
• malt forbruk til deligen m.v. 0,256W.
• riktig malt forbruk sporveier 0,930-
• Arkelig
• forbruk

KRAFTLEVERANSER TIL OFOTBANEN, FORDELINGSNØKKELE REDUSERT MALMTOGSKJØRING FOR 1999

MALM:

	Antall	Vekt	Tonn
Lok/tog	3 031	270	818 329
Vogner	156 030	20	3 120 592
Malm		11 593 000	0
Olivin		250 000	250 000
Sum:			4 188 922

Tonn pr. mnd 349 077

ARE:

6 ukentlige avganger med lok 100T + last 600T.

Lok/tog	26	700	18 200
---------	----	-----	--------

P-TOG:

2 daglige avganger med lok 100T + 5 boggier 200T.

Lok/vogner	60	300	18 000
------------	----	-----	--------

Prosentvis:

MTAS	90,6
ARE	4,7
P-tog	4,7
JBV	

Forslag til fordelingsnøkkel:

MTAS	91,0
ARE	4,5
P-tog	4,0
JBV	0,5

MTAS er et datterselskap av Malmtrafik AB i Kiruna (MTAB). MTAB eier 100% av aksjene. MTAB eies av LKAB med 51% og med respektive 24,5% av SJ og NSB. Sammen med MTAB utgjør MTAS en internasjonal sammenslutning av jernbaneselskap. Med bakgrunn i dette har MTAS fått trafikkeringsrett på Ofotbanen, fra Riksgrensen til Kiruna. MTAS er det første selskap i Norge som har fått trafikkeringsrett til norsk jernbanenett.

MTAS fikk i 1997 det operative ansvar for skifteterminalen Øvre Ranger.

Antall ansatte i MTAS var ved årsskiftet 87 personer.

MTAS er organisert i tre avdelinger: Trafikk – Terminal – Teknikk.

MTAS eier og vedlikeholder 6 stk. linjelok av type EI 15 og 2 skiftelok av type T44/Di7, samt 1 skiftelok av type Motala.

MTAS eier 340 vogner av type Uad/Uadp., som vedlikeholdes ved vognverksted MTAB Kiruna.

: Transportvolumer:

For 1998 har MTAS transportert:

Malm:

Vi har kjørt 3.652 tog.

Vi har kjørt 186.869 vogner

Vi har transportert 13.877.156 tonn

Olivin/dolomitt (tilsatsmidler):

Vi har transportert: 356.255 tonn.

Tonnkilometer på Ofotbanen:

3.673.160,3

Totalt for MTAS fra 07.96 til 12.98:

Malm:

Vi har kjørt 9.318 tog.

Vi har kjørt 475.613 vogner

Vi har transportert 35.215.468 tonn

Olivin/dolomitt (tilsatsmidler):

Vi har transportert: 636.032 tonn

Oddleif Larsen

Fordeling kostnad kraftlevering/nettleie. (faks fra deg 25.11.)

MTAS/MTAB har for året 1997 bestilt totalt 4341 tog fordelt over hele året og med månedskjøring som varierer fra 309 til 394 tog.

Et gjennomsnitt pr. måned blir da 362 kjørte tomtog og med lok/maks 52 vogner a` 20 tonn pr tog.

Tomtog = 1040 tonn +lok EI15 2 = 1304 tonn. Med Sj DM3 = 1313 tonn.

Olivin skal kjøres Narvik - Kiruna i tomme malmtog (hver modul på 13 vogner som kjøres 1 - 2 ganger daglig)

Årstransporten for 1997 = ca.230.000 tonn fordelt på 270 moduler a` 13 vogner..

Persontrafikk har 2 fjerntog pr dag (togene 981 og 903).

Kjøres med SJ-Rc lok/3 vogner totalt ca.225 tonn pr. tog.

Daglig motorvogn mandager-fredager kjøres for Bane.

Noen få chartertog på sommeren ved turistskipanløp , og også noen få tog ellers i året.

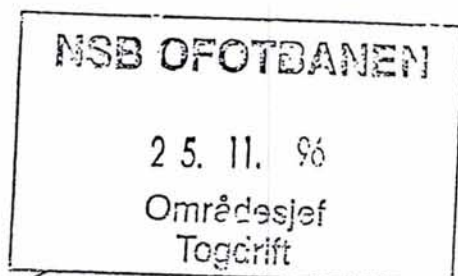
Persontoget «Karven har kjørt ca. 4 mnd pr. år

- skal i 1997 kjøre 2 mndr. på vinteren, usikkert for sommeren 1997.

Gods-ARE har 6 ukentlige avganger fra Narvik (mandager-lørdager).

Lok + vognertonnasje = ...100...lok + vogn 600 = 700 tonn

I tillegg løsløkkjøring for personaltransport m.m. .



Thor B. Eidsen

ELEKTRISK SPORVEKSELVARME - OFOTBANEN

Stasjon	Veksel nr.	Antall (stk.)	Effekt		Brukstid ca. (h)	Fakt. (k)	Forbruk (kWh)	Anm.
			Pr. elem (kW)	Totalt (kW)				
Narvik stasjon:	1	2	3	6				På Narvik stasjon er en del vekselvarme styrt over termostat, med PLS overvåking. Vekselvarmen blir påsatt ca. 1/12 og avslått ca. 15/4 året etter
	102	2	3	6				
	3 b/d	4	6	24				
	3 a/c	4	6	24				
	5	4	6	24				
	7	2	3	6				
	9 b/d	4	6	24				
	9 a/c	4	6	24				
	8	2	3	6				
	10	4	6	24				
	14	2	3	6				
	24	4	6	24				
	28	2	3	6				
	11 b/d	4	6	24				
	11 a/c	4	6	24				
	22	2	3	6				
	20	2	3	6				
15	2	3	6					
19	2	3	6					
Forbruk ca.				276	3 240	0,7	625 960	
Straumsnes stasjon	1	6	1,5	9				Vekselvarmen blir påsatt ca. 1/12 og avslått ca. 15/4 året etter
	2	6	1,5	9				
Forbruk ca.				18	3240	1	58 320	
Rombak stasjon:	1	6	1,5	9				På Rombak stasjon er en del vekselvarme styrt over termostat, med PLS overvåking. Vekselvarmen blir påsatt ca. 1/11 og avslått ca. 30/4 året etter
	3	6	1,5	9				
	2	6	1,5	9				
	4	6	1,5	9				
Forbruk ca.				36	4 320	0,7	108 860	
Bjornfjell stasjon	1	6	1,5	9				Vekselvarmen blir påsatt ca. 1/10 og avslått ca. 30/4 året etter
	3	6	1,5	9				
	2	6	1,5	9				
	4	6	1,5	9				
Forbruk ca.				36	5 040	1	181 440	
Forbruket til vekselvarme er beregnet til							974 560	

Narvik, 11.12.99 / Odl.

+ Togvarme, Narvik

Vedlegg 4

7718

BTM	ASTN	BSTN	BTVK	NTVK	ANTV
9912	CGGR	VJGR	127.0	0.0	8
9912	CGGR	VJGR	19269.3	9496.0	504
9911	CGGR	VJGR	152.0	0.0	7
9911	CGGR	VJGR	24636.6	12982.0	635
9910	CGGR	VJGR	232.5	0.0	18
9910	CGGR	VJGR	20902.5	10635.5	554
9909	CGGR	VJGR	344.0	0.0	22
9909	CGGR	VJGR	22119.9	11268.3	587
9908	CGGR	VJGR	401.5	0.0	26
9908	CGGR	VJGR	20686.6	11044.5	559
9907	CGGR	VJGR	746.0	0.0	47
9907	CGGR	VJGR	19687.6	10146.9	522
9906	CGGR	VJGR	530.0	0.0	29
9906	CGGR	VJGR	24572.9	12649.0	637
9905	CGGR	VJGR	366.0	0.0	24
9905	CGGR	VJGR	18688.6	9530.3	506
9904	CGGR	VJGR	425.0	0.0	25
9904	CGGR	VJGR	19183.5	9679.0	499
9903	CGGR	VJGR	510.5	0.0	32
9903	CGGR	VJGR	22421.1	11685.4	598
9902	CGGR	VJGR	582.0	0.0	38
9902	CGGR	VJGR	19342.0	10086.6	513
9901	CGGR	VJGR	1404.5	0.0	89
9901	CGGR	VJGR	17731.0	8911.9	470

VEST (nord)

255062.6

128115.1

6949

↑
tot. vekt

↑
Vogn. vekt

↑
antall vogner

23/02/2000 11:12 76947805

NSB GODS ARE

SIDE 02/02

-FEB-00 14:17 FRAN-SJ GPFT KALLSBERG

T-008 P.02/02 F-317

BTM	ASTN	BSTN	BTVK	NTVK	ANTV
12	VJGR	CGGR	1369.6	0.0	54
12	VJGR	CGGR	17833.4	8986.0	502
11	VJGR	CGGR	888.1	0.0	34
11	VJGR	CGGR	12198.2	5721.0	372
10	VJGR	CGGR	1292.9	0.0	52
10	VJGR	CGGR	16920.6	7701.0	526
09	VJGR	CGGR	1373.2	0.0	63
09	VJGR	CGGR	17474.8	7832.0	559
08	VJGR	CGGR	1984.8	0.0	94
08	VJGR	CGGR	14271.9	5954.0	500
07	VJGR	CGGR	2239.2	0.0	87
07	VJGR	CGGR	14337.2	5778.0	502
06	VJGR	CGGR	2207.3	0.0	95
06	VJGR	CGGR	16863.8	7332.0	552
05	VJGR	CGGR	2100.1	0.0	91
05	VJGR	CGGR	15196.6	7314.0	474
04	VJGR	CGGR	1509.9	0.0	68
04	VJGR	CGGR	15078.2	7215.0	442
03	VJGR	CGGR	1553.8	0.0	66
03	VJGR	CGGR	18022.7	8814.0	556
02	VJGR	CGGR	1556.9	0.0	69
02	VJGR	CGGR	15773.0	7158.0	494
01	VJGR	CGGR	2773.6	0.0	138
01	VJGR	CGGR	14054.6	6630.0	432
			209874.4	86430.0	6822

ØST (syd)

Vedlegg 5

Sendt 12-00



Transport over Ofotbanen av MTAB/AS.

rapportering månedlig til Jernbaneverket v/Børge Skjæveland
opi: Kolbjørn Karlsen, Økonomi LKAB Narvik
opl: Asle Johnsen, Jernbaneverket Region Nord Narvik

Fax:22 45 54 49
Fax:76 92 39 35
Fax:76 92 30 50

desember 1999

Narvik - Riksgrensen Km: 39
Antall tog denne mnd: 331

Malmtransportene:

ant. tog
↓

ant. vogner
↓

last
↓

desember 1999 er det over Ofotbanen transportert:

331 tog 17.068 vogner 1.247.213 tonn

tidsrommet 01.01.99. - 31.12.99 er det over Ofotbanen transportert:

3.005 tog 154.234 vogner 11.523.824 tonn

Olivintransportene:

desember 1999 er det over Ofotbanen transportert:

0 tonn

tidsrommet 01.01.99. - 31.12.99 er det over Ofotbanen transportert:

192.578 tonn

Med hilsen
Malmtrafikk AS
Martin Kajander (s)
Prod.leder trafikk

Vedlegg 2

- ER:
- 1) Tog 4003 Lørdager.
 - 2) Tog 4004 Natt mot onsdager t.o.m. natt mot søndager.
 - 3) Tog 4005 Tirsdager - fredager.
 - 4) Tog 4006, 4017 Søndager.
 - 5) Tog 4016 Onsdager og torsdager.
 - 6) Tog 4019 Torsdager og fredager.
 - 7) Tog 92 Alle dager f.o.m. 12/2-00.
 - 8) Tog 95 Alle dager f.o.m. 11/2-00.

MERKNADER:



Jernbaneverket

RUTEORDNING NR.

148.2

GJELDER FRA OG MED:

10. jan. 2000

BLAD NR.

16

OFOTBANEN

