

Beregning og anbefaling av forbrukstall til bruk i energiavregning

August 2002




Jernbaneverket
Biblioteket

Rapport

• **BanePartner**

Prosjektnr.: **199883**
Saksref.: **01/06331 JI 760**
Prosjektnavn: **Beregning av nøkkeltall for energiavregning**
Oppdragsgiver: **Bane Energi**
Rapport nr.: **01**

For BanePartner
Prosjektansvarlig (PA): SFA

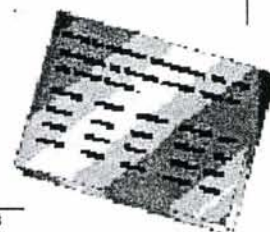
Signatur: 

Prosjektleder (PL): FrJ

Signatur: Frede Johannessen

Rapport utarbeidet av: FrJ

Signatur: Frede Johannessen



Innhold

1. INNLEDNING	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Målsetting	5
1.3 Forutsetninger	6
2. BESKRIVELSE AV BEREGNINGER OG MODELLER	7
2.1 Generelt om energiforbruk	7
2.1.1 Rullemotstand	7
2.1.2 Elektrisk energitap	8
2.2 Beskrivelse av simuleringsprogrammet Simtrac og inndatamodeller	8
2.2.1 Togmodeller	9
3. KJØREMØNSTER OG JUSTERING AV SIMULERINGSRESULTATENE	10
4. SIMULERINGSRESULTATER	11
4.1 Østlandsområdet	11
4.1.1 Energitap	11
4.1.2 Regenerativ bremsing på tog	11
4.1.3 Energiforbruk i tog	11
4.2 Bergensbanen	12
4.2.1 Energitap	12
4.2.2 Regenerativ bremsing på tog	12
4.2.3 Energiforbruk i tog	12
4.3 Sørlandsbanen	13
4.3.1 Energiforbruk i tog	13
4.4 Dovrebanen	14
4.5 Ofotbanen	15
5. DISKUSJON	16
6. KONKLUSJON OG ANBEFALTE FORBRUKSSJABLONGER	18
6.1 Energitap	18
6.2 Regenerativ bremsing på tog	18
6.3 Energiforbruk i tog	19
7. REFERANSEDOKUMENTER	22
8. VEDLEGG	23

1. Innledning

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 strømforsyning til togfremføring. 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 trafikkutøvere på norske jernbanespor.

I forbindelse med at Bane Energi har fått i oppdrag å fordele energiforbruket til de ulike trafikkutøverne, har Bane Energi engasjert BanePartner til å beregne typiske forbrukstall for de ulike togtypene som trafikkerer norske, elektrifiserte, banestrekninger. BanePartner skal foreslå fornuftig inndeling og sammenstilling av forbrukstall i forhold til innrapportering og avregning.

Det er tidligere utført beregninger i Simtrac av energiforbruket på Ofotbanen og Dovrebanen, resultatene fra disse beregningene forefinnes i egne hovedplaner for energiavregning [2,3]. Resultatene fra rapportene for Dovre- og Ofotbanen er tatt med i denne rapporten og inngår i den samlede vurderingen.

De beregnede forbrukstallene for ulike togtyper benyttes til å fordele de totale energikostnadene. Totalt energiforbruk til fordeling måles i omformerstasjonene som forsyner jernbanens kontaktledningsanlegg.

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for at Jernbaneverket ønsker gode modeller for de ulike togenes energiforbruk er at det er åpnet for flere trafikkutøvere på norske jernbanespor.

BanePartner utarbeidet i 1997 på oppdrag fra Bane Energi en rapport med tittelen "Alternative energiavregningsmetoder" [5]. I de siste år har det også pågått et arbeid i nordisk regi der alternative muligheter for energiavregning mot trafikkutøverne er studert. Jernbaneverket har vært deltaker i denne arbeidsgruppen. NES – gruppen (Nordisk Elkraft Samarbeid) har gitt ut en anbefaling basert på arbeidet i gruppen [6]. Konklusjonen i denne anbefalingen kan, for tog uten mulighet for energimåling, kort oppsummeres slik:

- Fordeling av energiomkostninger bør skje ut fra estimerte nøkkeltall for Wh/br.tonnkm eller kWh/km og basert på virkelig kjørte bruttotonn eller km.
- Ved utarbeidelsen av nøkkeltall skal følgende vurderes:
 - Hvilket materiell som benyttes
 - Hvilken strekning det kjøres på
 - Kjøremønster (stoppfrekvens)
 - Andel av regenerativ bremsing
 - Vekt på toget
- Nøkkeltallene bør verifiseres ved hjelp av energimålere i et utvalg av tog
- Energitalp i kontaktledning og omformerstasjoner skal fordeles til trafikkutøverne. Siden det er vanskelig å identifisere de nøyaktige tap i forbindelse med det enkelte tog kan man benytte et prosentvis tillegg til energiforbruket i toget. (Jernbaneverket ønsker her å differensiere mellom de ulike togtypenes innvirkning på totale kontaktledningstap i den grad det er mulig.)
- Det skal kompenseres for regenerativ bremseenergi i en størrelsesorden som minst står i forhold til den nytte denne energien gir.
- Det er trafikkutøvernes plikt å rapportere reelt kjørte bruttotonnkm/bruttokm for alle elektrisk drevne tog til infrastruktureieren.

Det anbefales også at det i fremtiden stilles krav til energimåler etter felles nordiske spesifikasjoner i alle elektrisk drevne tog. ✓

1.2 Målsetting

Formålet med denne rapporten er å fremstille beregnede verdier for gjennomsnittlig energiforbruk for de ulike togslagene som trafikkerer norske, elektrifiserte, banestrekninger i henhold til gjeldende ruteordninger.

1.3 Forutsetninger

Energiforbruket skal beregnes ved hjelp av simuleringer i Simtrac. Energiforbruket fremstilles som spesifikt forbruk i Wh/br.tonnkm.

Tap i kontaktledning skal studeres i simuleringer. Det legges vekt på å finne ut hvordan de ulike togslagene påvirker tapene i seriekretsen forskjellig.

Tap i omformerstasjoner studeres ikke her. Energitalp i omformerstasjoner utgjøres hovedsakelig av tomgangstap, det vil si tap som er uavhengige av laststrømmen. Det er vil derfor være riktig å benytte et flatt tillegg for disse tapene. Man benytter typiske gjennomsnittsverdier for disse tapene (15 %) som er funnet i utredninger tidligere og som tidligere er benyttet til energiavregning, ref. [1] og [3]. På sikt vil det bli mulig for Bane Energi å måle tapet i omformerstasjonene i forbindelse med installering av energimålere på enfasesiden i omformerstasjonene.

Det er kun forbruket etter at toget er stilt opp på første stasjon som beregnes. Togvarmeuttak i forbindelse med oppbevaring og klargjøring av vogner forutsettes målt på togvarmepostene. Forbruk til forflytning av tog fra hensettingsspor og frem til første avgangsstasjon beregnes ikke. Ekstraforbruk på grunn av forsinkelser beregnes heller ikke.

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.

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

Mekanisk motstand og luftmotstand kan ytterligere dekomponeres, det henvises til litteraturen for mer utfyllende beskrivelser [4].

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

Formel 1

$$F_{\text{Total}} = F_M + F_L + F_S + F_T$$

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

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

Formel 2

$$W_{\text{Total}} = \int_{t_A}^{t_B} (F_T * v) dt$$

Dersom man ser bort fra stigningsmotstand og treghetsmotstand, 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 [4], 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 (svilletepe, skinnetype, grunnforhold, sveiset/ikke sveiset skinneskjøt etc.)(persontog)
- Aksellast (godstog)

For luftmotstand av følgende parametre:

- Hastighet
- Toglengde
- Togsammensetning (godstog)

2.1.2 Elektrisk 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 transmisjonen 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 effektfaktoren 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 med resistansen.

Effekttap i omformerstasjonene skyldes hovedsakelig tomgangstap og koppertap i transformatorer, tap i hjelpesystemer som kjøling etc. og tap i roterende omformeraggregater der det finnes. I statiske omformerstasjoner har man tap i transformatorer, svitsjetap og andre tap i kraftelektronikken, men generelt 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 kan kurvemotstanden angis på formen $CR_0/(R - CR_1)$, der CR_0 og CR_1 er konstanter og R er kurveradiusen.

Treghtetsmotstand 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.

I kapittel 3 er det beskrevet en måte for å kjøre toget energiøkonomisk, i simuleringsprogrammet ligger det ingen mulighet til å variere kjøremønsteret på en slik måte. Simuleringene forholder seg til skiltet hastighet, begrensninger i trekraften og maksimalt tilgjengelig akselerasjon og retardasjon. Ønsket akselerasjon og retardasjon kan imidlertid velges fritt og gir en viss kontroll med kjørestilen.

2.2.1 Togmodeller

Rullemotstanden er for de fleste tog beregnet ut fra en licensiatavhandling ved KTH i Sverige utført av Piotr Lukaszewicz [4]. For Signatur og Flytog er det benyttet beregninger av rullemotstanden utført ved Adtranz Sverige.

For å beskrive adhesjonen for togene (vil ofte begrense maksimal trekkraft) er det benyttet Curtius og Kniffers formel:

Formel 5

$$\text{Adhesjonskoeffisienten} = 0,161 + \frac{7,5}{44 + v}$$

der:

v - hastigheten [m/s]

Det er lagt inn et gjennomsnittlig tilleggsforbruk på 20 kW pr. vogn for persontog. For lokomotiver og motorvogner er det lagt til et gjennomsnittlig energiforbruk gitt av den spesifikke drivenhetens gjennomsnittlige energibehov til tilleggsfunksjoner (kjøling etc.).

3. Kjøremonster og justering av simuleringsresultatene

Innenfor en definert kjøreplan med angitte hastighetsbegrensninger og etter ruteplanen gitte avgangstider fra stasjonene, vil det normalt være en viss "slakk" i ruten. Denne slakken kan utnyttes av lokfører til å kjøre mer økonomisk enn dersom hastighetsgrensen følges konsekvent. Anbefalt kjøremonstret i rapporten "Energiøkonomisering i banestrømforsyning og togfremføring" [1], er utløpsmetoden. Denne metoden kan beskrives som en raskest mulig akselerasjon opp til skiltet hastighet, og så en gradvis reduksjon av hastigheten (utløp, toget triller uten pådrag, kalles også "coasting") frem til innbremsing mot neste stasjon. Det anbefales at utløpsfasen gjøres så lang som mulig. Lokfører har også mulighet til å utnytte terrengets stigning og fall til ytterligere å redusere energiforbruket. En slik kjøremonstret kan redusere energiforbruket med rundt 20 % dersom det er tilstrekkelig rom i ruteplanen for å kjøre etter utløpsmetoden. Påslaget på netto kjøretid bør da være i området 4- 5 % [1]. Hvorvidt utløpsmetoden gir den laveste energiregningen er derimot mer usikkert siden energiregningen utgjøres både av et effektledd og et energiledd. Kraftige pådrag i akselerasjonsfasen vil kunne føre til høye maksimale effektuttak og dermed en høy energiregning selv om energiforbruket blir lavere dersom togene kjører etter utløpsmetoden. Det er ikke foretatt videre utredninger av denne problemstillingen her.

Normalt vil simuleringsprogrammet Simtrac gi en høy beregning av energiforbruket siden man ikke har mulighet til å simulere kjøring etter utløpsmetoden (se kapittel 2.2). I utredninger [1] er det imidlertid påvist at kjøremonstret har liten betydning for energiforbruket i tog med regenerativ brems (tilbakemating). Dette skyldes at en hard kjøremonstret gir høyere forbruk i kjørefasen, men også mer tilbakemating i bremsefasen. Simuleringene av tog med regenerativ brems kan derfor forventes å være nærmere det virkelige energiforbruket enn simuleringer av tog uten tilbakematingsmulighet. For å stipulere energiforbruket ved relativt energieffektiv kjøring er det derfor i denne rapporten tatt utgangspunkt i simulert energiforbruk inkludert tilbakemating

Beregninger av tilbakematingsprosenten i simuleringene vil, på grunn av den manglende muligheten til å justere "lokførers" kjøremonstret, være høyere enn det man normalt vil oppnå i virkeligheten. Tilbakematingsandelen må derfor anslås. I følge kilder [1] vil tilbakematingsprosenten ved en stasjonsavstand på 20 – 80 km være i området 10 %. for de tog som har denne muligheten. Andelen tilbakemating er derfor i denne rapporten anslått å være 10 % for alle tog med tilbakematingsmulighet, unntatt for nattogene som på grunn av slakk rute og forsiktig kjøring antas å ha en tilbakematingsprosent på kun 1% [1]. Andelen tilbakemating er her definert å være tilbakemating fra toget etter at togets eget ekstrauttak til togvarme etc. er dekket.

Siden ikke all tilbakematet energi nødvendigvis kommer til nytte er det i denne rapporten foretatt simuleringer av nytteverdien på et utvalg av strekninger. Det er skilt mellom østlandsområdet med tett trafikk og fjernstrekninger med mer spredt trafikk. Forventet tilbakematingsprosent er deretter justert med beregnet nytteverdi av den tilbakematede energien på den aktuelle strekningen.

Tillegget til simulert forbruk blir 11 % forventet tilbakemating (10 % av totalforbruket) multiplisert med forventet nytteverdi. Nytteverdien er beregnet i kapittel 4.

4. Simuleringsresultater

Alle simuleringsresultater er funnet ved full tilbakematingskapasitet på de tog som har muligheten til det og justert for ikke nyttiggjort tilbakematet energi ref. kapittel 5 og 6.2. De spesifikke forbrukstallene er oppgitt eksklusive tap i kontaktledning.

4.1 Østlandsområdet

4.1.1 Energitap

Samlet energitap mellom omformerstasjonene og togene er beregnet i perioden 15:00 til 16:00 for området begrenset av; Fåberg, Kongsvinger, Sarpsborg, Holmestrand, Kongsberg, Hønefoss og Gjøvik. Ruteplanen for østlandsområdet er utpreget periodisk og de fleste togpendlene har en frekvens på ½ - 1 tog/time. Intensiteten i trafikken vil derfor være omtrent periodisk med en periodetid på 1 time. Det er ikke hensiktsmessig å simulere østlandsområdet over lang tid, som for eksempel over et døgn, på grunn av mengden med tog og simuleringstiden.

Energitapene i kontaktledningsanlegget er beregnet til 9,1 %. På grunn av den store tettheten av tog er det ikke hensiktsmessig å bestemme hver enkelt togtypes andel av energitapene. Beregningsgrunnlaget finnes i vedlegg 1.

4.1.2 Regenerativ bremsing på tog

Det er utført en beregning av nytteverdien av regenerativ bremsing på tog i østlandsområdet. Foreløpig er det Flytoget (type 71), Agenda (type 70), Signatur (type 73), El17 og El18 som har mulighet til å tilbakemate effekt ved bremsing. Type 72 vil ha denne muligheten når den settes i drift.

Nytteverdien av regenerativ bremsing er i simuleringene av østlandsområdet beregnet å være noe over 100 % i en høylastperiode. Det vil si at reduksjonen i utmatet energi fra omformerstasjonene er noe større enn den energimengden togene mater inn i nettet ved regenerativ bremsing. Beregningsgrunnlaget finnes i vedlegg 2.

I østlandsområdet er det normalt en jevnt høy belastning, det forventes derfor ikke at det tilbakemates effekt via omformerstasjonene mot det bakenforliggende trefasenettet. Et unntak kan være trafikk om natten, men for østlandsområdet vil dette i stor grad være godstog uten mulighet for regenerativ brems (RC, El14 og El16). Nytteverdien kan derfor regnes å være jevnt høy over hele døgnet. Beregningene er utført i en høylastperiode, men resultatet ansees å være representativt, om enn noe høyere enn gjennomsnittet over et helt døgn.

4.1.3 Energiforbruk i tog

Forbruket i de ulike togene i simuleringen er fremstilt i vedlegg 3. Inndelingen av togene er foretatt ut fra forbruk og stoppmønstre.

Togene deles inn i følgende typer:

- Lokaltog, her kommer pendlene Asker – Lillestrøm, Skøyen – Ski og Oslo – Hakadal. Materiell: Motorvognsett type 69
- Regionaltog, herunder Kongsberg – Eidsvoll, Oslo – Gjøvik og Spikkestad – Moss. Materiell: Motorvognsett type 69, på strekningen Oslo - Gjøvik benyttes El17 og vogner.
- Agendatog. Materiell: Motorvognsett type 70
- Utenlandstog (Linx). Materiell: RC lok og vogner
- Utenlands godstog. Materiell: RC lok og en blanding mellom lukkede og åpne vogner.

Tabell 4-1 Gjennomsnittlig energiforbruk for tog i østlandsområdet

Togtype:	Spesifikt forbruk [wh/br.tonnm]
Utenlands godstog	23,0
Lokaltog	104,6
Regionaltog	61,5
Utenlands persontog (Linx) med RC lok	39,9
Agendatog	50,3

4.2 Bergensbanen

4.2.1 Energitap

Samlet energitap i kontaktledningsanlegget er beregnet mellom Hønefoss og Bergen med den simulerte ruteplanen. Resultatene er gjengitt i vedlegg 4.

Gjennomsnittlig energitap i kontaktledningsanlegget er beregnet til 4,2 %. Rapporten "Energioptimering i Banestrømforsyning og togframføring" utgitt av NSB i 1994 [1], angir til sammenligning på side 29 et antatt gjennomsnittlig tap på 5 % i kontaktledningsanlegget.

4.2.2 Regenerativ bremsing på tog

Det er utført en beregning av nytteverdien av regenerativ bremsing på tog på strekningen Bergen – Hønefoss. De aktuelle togene som er utstyrt med tilbakemating på denne strekningen er; Signaturtogene (type 73), ekspressstog med El18 og vogner samt Flåmsbanetog med El17 og vogner.

Nytteverdien er funnet ved å sammenligne levert energi fra omformerstasjonene, med og uten tilbakemating fra togene, med forbrukt energi i togene, med og uten tilbakemating. Brøken med reduksjon i levert energi delt på reduksjonen i forbrukt energi, med tilbakemating kontra uten tilbakemating, defineres som nytteverdien eller virkningsgraden for tilbakematingen.

Ikke all den tilbakematede energien går til å drive andre tog på strekningen, en del vil mates tilbake mot trefasenettet gjennom omformerstasjonene. Andelen tilbakematet effekt til omformerstasjonene som ikke blir nyttiggjort er beregnet til ca. 5,2 % i simuleringene, se vedlegg 5. Det er her tatt utgangspunkt i tilbakematet energi inn til omformerstasjonene og trukket fra tomgangstap i stasjonene, belastningstap i omformerstasjonene er ikke trukket fra siden de oppstår som en følge av energiflyten. Siden Jernbaneverket p.t. ikke får kompensasjon for tilbakelevert energi mot energileverandør på trefasesiden påvirker tilbakematet energi til omformerstasjonene den økonomiske nytteverdien av regenerativ bremsing.

Nytteverdien for regenerativ bremsing er i vedlegg 5 funnet til 96 %. Justering for tilbakelevert energi til omformerstasjonene med 5,2 % gjør at den totale nytteverdien blir $96\% * (1 - 0,052) = 91\%$

4.2.3 Energiforbruk i tog

Forbruket i de ulike togene i simuleringen er fremstilt i vedlegg 6. Inndelingen av togene er foretatt ut fra forbruk og stoppmønster. Det beregnede forbruket er inkludert tilbakematet energi fra toget og justert for ikke nyttiggjort tilbakematet energi.

Togene deles inn i følgende typer:

- Lokal og Regionaltog Bergen – Arna - Bergen, Bergen – Voss – Bergen og Voss – Mjølfjell - Voss. Materiell: Motorvognsett type 69
- Ekspresstog Bergen - Oslo, Oslo – Bergen, Voss – Oslo, Oslo – Voss. Materiell: El 18 og vogner
- Nattog Bergen – Oslo, Oslo – Bergen. Materiell: El 18 og vogner
- Signaturtog Bergen – Oslo, Oslo – Bergen. Materiell: Motorvognsett type 73
- Flåmsbanetog. Materiell: El17 og vogner
- Godstog Bergen – Oslo, Oslo – Bergen. Materiell: El 14 og El 16 med en blanding mellom åpne og lukkede vogner.

Tabell 4-2 Gjennomsnittlige energiforbruk for tog på Bergensbanen

Togtype:	Spesifikt forbruk [Wh/br.tonnkm]
Godstog	30,4
Ekspresstog	37,3
Signatur med krengehastighet	45,0
Signatur med pluss hastighet	42,3
Region og Lokaltog	73,5
Flåmsbanetog	45,8
Nattog	32,5

Det er viktig å merke seg at Flåmsbanetogene er beregnet med El17 lok, som har tilbakematingsmulighet. Energiforbruket på tog fra Myrdal i retning Flåm blir derfor negativt. Det gjør at gjennomsnittlig energiforbruk (begge veier) blir betydelig lavere enn dersom det skulle kjørt tog uten tilbakematingsmulighet. På grunn av den symmetriske ruten disse togene kjører der de møtes midt på strekningen er det ikke foretatt reduksjon i nytteverdien av tilbakematet energi.

4.3 Sørlandsbanen

4.3.1 Energiforbruk i tog

Forbruket i de ulike togene i simuleringen er fremstilt i vedlegg 7. Inndelingen av togene er foretatt ut fra forbruk og stoppmønster. Det beregnede forbruket er inkludert tilbakematet energi fra toget og justert for ikke nyttiggjort tilbakematet energi ref. resultater fra Bergensbanen, kapittel 4.2.2.

Togene deles inn i følgende typer:

- Lokal tog Stavanger – Nærbø – Stavanger, Stavanger – Egersund - Stavanger. Materiell: Motorvognsett type 69
- Nattog Stavanger – Kristiansand, Kristiansand – Stavanger. Materiell: El 18 og 6 vogner
- Nattog Oslo – Kristiansand, Kristiansand – Oslo. Materiell: El 18 og 8 vogner
- Agendatog Stavanger – Kristiansand, Kristiansand – Stavanger. Materiell: Motorvognsett type 73B
- Signaturtog Oslo – Kristiansand – Stavanger, Stavanger – Kristiansand – Oslo. Materiell: Motorvognsett type 73
- Nelaug - Arendal. Ikke simulert, typiske forbrukstall for persontog med motorvognsett type 69 benyttes
- Godstog Oslo – Kristiansand – Stavaner, Stavanger – Kristiansand – Oslo. Materiell: El 14 med en blanding mellom åpne og lukkede vogner.

På grunn av store forskjeller i spesifikt forbruk på strekningene Drammen – Kristiansand og Kristiansand – Stavanger er det skilt mellom disse.

Tabell 4-3 Gjennomsnittlig energiforbruk strekningen Drammen – Kristiansand

Togtype	Spesifikt forbruk [Wh/br.tonnkm]
Signatur	36,8
Nattog	23,7
Godstog	27,4

I rapporten "Energioptimalisering i banestrømforsyning og togfremføring" [1] er det på side 29 en oversikt over anslått energiforbruk for NSBs materiell. Persontog type 69 er angitt med ett spesifikt forbruk på 60 Wh/br.tonnkm. Siden det ikke ligger inne modeller for Arendalsbanen i Simtrac og det er en begrenset trafikk på banen anbefales det at et forbruk på 60 Wh/br.tonnkm benyttes i avregningsøyemed.

Tabell 4-4 Gjennomsnittlig energiforbruk strekningen Kristiansand – Stavanger

Togtype	Spesifikt forbruk [Wh/br.tonnkm]
Lokaltog	77,4
Signatur og agendatog	42,6
Godstog	29,7
Nattog	30,8

4.4 Dovrebanen

For Dovrebanens vedkommende er det utført simuleringer av energiforbruket i forbindelse med utarbeidelse av hovedplan for strømforsyning på banen [2]. Det er derfor ikke utført egne simuleringer i forbindelse med utarbeidelse av den herværende rapporten.

Beregnete forbrukstall i "Hovedplan for banestrømforsyning Dovrebanen, Energiavregning", er gjengitt i tabellen under. Forbrukstallene er funnet ved å legge til en antatt tilbakematingsprosent på 11 % (10 % tilbakemating av totalforbruket uten tilbakemating) til forbruket som er simulert med tilbakemating:

Tabell 4-5 Anbefalt spesifikt energiforbruk for tog på Dovrebanen i hovedplan for energiavregning på Dovrebanen

Togtype	Anbefalt spesifikt forbruk [wh/br.tonnkm]
Multippel E116 godstog (1250 tonn lastevikt)	24,5
Enkel E116 godstog (850 tonn lastevikt)	24,5
Siemens EG3100 godstog (med 1200 tonn lastevikt)	24,5
Signaturtog type 73 (krengehastighet)	44,4
Nattog, E118 med 11 vogner	28,7
E118 med 7 B7 vogner	40,0

På grunn av at tilbakematet energi ikke er lagt inn med nytteverdi i beregningene i hovedplan for energiavregning på Dovrebanen må tallene justeres basert på nyttevurderinger i denne rapporten. Signatur og ekspressvogner er derfor justert i tabell 4-6. Forbrukstallene i tabell 4-6 er funnet ved å trekke fra 10 % tilbakemating for de togene som har denne muligheten på tallene i tabell 4-5 og legge til en andel ikke nyttiggjort tilbakematet energi på 9 % av de forventede 10 % tilbakemating (11 % økning i forhold til forbruket uten tilbakemating).

Eksempel:

Ekspressstog med E18 har i henhold til tabell 4-5 et forbruk sett bort fra tilbakemating på 40 Wh/br.tonnkm. Forbruket, tatt hensyn til tilbakematingen, blir $40 * 0,9 = 36$ Wh/br.tonnkm. For å justere for ikke nyttiggjort tilbakematet energi på 9 % får man ett tillegg i energiforbruket på : $36 * (1+0,11*0,09) = 36,4$ Wh/br.tonnkm.

Tabell 4-6 Justerte tall for energiforbruk på Dovrebanen

Togtype	Anbefalt spesifikt forbruk [wh/br.tonnkm]
Multippel E16 godstog (1250 tonn lastevikt)	24,5
Enkel E16 godstog (850 tonn lastevikt)	24,5
Siemens EG3100 godstog (med 1200 tonn lastevikt)	22,3
Signaturtog type 73 (krengehastighet)	40,0
Nattog, E18 med 11 vogner	28,7
E18 med 7 B7 vogner	36,4

Signaturtogene kjører for tiden med pluss hastighet på grunn av akslingsproblemer. Siden Signaturtogene i hovedplan for strømforsyning på Dovrebanen er simulert med krengehastighet må disse forbrukstallene justeres. Dersom man tar utgangspunkt i differansen mellom beregnet energiforbruk med krengehastighet og med pluss hastighet for Signaturtog på Bergensbanen, får man et justert forbruk på $(43/45) * 40,0 = 38,2$ Wh/br.tonnkm. Denne verdien benyttes inntil videre.

4.5 Ofotbanen

På samme måte som for Dovrebanen eksisterer det allerede en hovedplan for energiavregning på Ofotbanen. Det er derfor ikke foretatt egne simuleringer i denne rapporten. Tabellen under angir anbefalte forbrukstall i "Hovedplan for Energiavregning, Ofotbanen" [3]. Ingen av togene som er beregnet å trafikkere Ofotbanen er utstyrt med tilbakematingsmulighet. De nye I-Ore togene som er under uttesting til bruk i malmtransporten vil ha denne muligheten når de settes i drift. Energiforbruket til de nye malmtogene vil bli utredet i løpet av 2003.

Malmtog er her kjørt med E115 og vogner
Godstog er kjørt med RC lok og en blanding av åpne og lukkede vogner
Persontog er kjørt med RC lok og vogner

Tabell 4-7 Anbefalt spesifikt energiforbruk for tog på Ofotbanen

Spesifikt energiforbruk	Østgående tog [Wh/br.tonnkm]	Vestgående tog [Wh/br.tonnkm]	Middelverdi [Wh/br.tonnkm]
Malmtog	63,5	2,0	-
Godstog	67,0	6,0	36,5
Persontog	73,1	13,1	43,1

I denne rapporten er det i den videre utredningen benyttet en middelvei for spesifikt energiforbruk på persontog og godstog på Ofotbanen, det skilles derfor ikke mellom østgående og vestgående trafikk for person- og godstog i fortsettelsen. For malmtransporten er det stor forskjell på tonnasje østover og vestover, man må derfor skille mellom øst og vestgående tonnasje for denne trafikken.

5. Diskusjon

Det er gjort flere tester av programmet Simtrac, både av Jernbaneverket og av Adtranz. Sammenligninger mellom simuleringer og målinger viser at programmet regner meget nøyaktig så lenge man har nøyaktige inndata og toget kjører i henhold til skiltet hastighet. Det finnes imidlertid en del usikkerhetsfaktorer. Faktorer som spiller inn på nøyaktigheten er blant annet:

- Togets kjøremønster, måten lokfører akselererer og bremser og hastigheten som holdes, se også kapittel 3.
- Togets virkningsgrad, denne parameteren er vanskelig tilgjengelig og er for de fleste togtyper et anslag eller en garantert minsteverdi i henhold til leveransedokumenter.
- Togets rullemotstand er ikke kjent/målt for alle typer materiell. For noen materielltyper er derfor beregnede tall for tilsvarende materiell benyttet. Se kapittel 2.2.1
- Traksjonsforhold.
- Tilleggsuttak som oppvarming, lys og aircondition samt kjøling av traksjonsmotorer etc.

Normalt vil simuleringsprogrammet Simtrac gi en høy beregning av energiforbruket siden man ikke har mulighet til å simulere kjøring etter utløpsmetoden, se kapittel 3. I utredninger [1] er det imidlertid påvist at kjøremønsteret har liten betydning for energiforbruket i tog med regenerativ brems. Dette skyldes at en hard kjøremåte gir høyere forbruk i kjørefasen, men også mer tilbakemating i bremsefasen. Simuleringene av tog med regenerativ brems kan derfor forventes å være nærmere det virkelige energiforbruket enn simuleringer av tog uten tilbakematingsmulighet. Imidlertid har ikke all tilbakematet energi nytteverdi for Jernbaneverket, det vil derfor måtte legges til en viss korrigerende faktor for ikke utnyttet tilbakematet energi. Andelen av tilbakemating kan ikke tas fra simuleringene på grunn av at den manglende muligheten til å justere kjøremønsteret også vil gi en høy tilbakematingsandel. Det er derfor nødvendig å anslå en forventet andel av tilbakemating. I følge kilder [1] vil tilbakematingsprosenten ved en stasjonsavstand på 20 – 80 km være i området 10 %. for de tog som har denne muligheten.

Graden av nytte av tilbakematingen fra tog er i denne rapporten funnet å variere fra omkring 100% og ned til 91 %. Et tillegg til simulert energiforbruk for tog med regenerativ brems vil dermed variere fra 0 – 1,0 % ($0,11 * 0,09 = 0,01$) (11 % kommer fra en tilbakematingsandel på 10 % av totalt energiforbruk som gir en økning på 11 % på spesifikt energiforbruk ved toget). En slik metode for å stipulere forbrukstallene forventes å gi en relativt rettferdig angivelse av spesifikt energiforbruk for de ulike togslagene med regenerativ brems.

For nattogene kan man normalt forvente en meget forsiktig kjøring slik at tilbakematingsprosenten blir lav. Som referert i [1] har målinger på Dovrebanen vist en tilbakematingsprosent på ca. 1 % på nattogene. Tar man hensyn til en ikke nyttiggjort tilbakematet energi på 9 % av totalt tilbakematet energi, vil totalt tillegg i forbruket for ikke nyttiggjort tilbakematet energi bli; $1 \% * 0,09 = 0,09 \%$. Denne prosentdelen er så lav at man kan se bort fra den i beregningene siden den er betydelig mindre enn usikkerhetsmarginen i beregningene.

For tog uten regenerativ brems (tilbakematingsmulighet) kan man forvente at de simulerte energiforbrukstallene ligger i overkant av de reelle, hvor mye over avhenger av lokførers kjøremåte.

Det er benyttet et midlere ekstraforbruk på 20 kW pr. vogn for persontogene. Dette er en mye benyttet middelvei i NSB. Over året vil togenes behov for varme/kjøling og lys variere og dermed også behovet for tilleggsuttak. Det er i denne rapporten ikke utført nye vurderinger av typisk energiforbruk i personvogner.

På grunn av meget store datamengder og lang simuleringstid er de fleste banestrekninger kun simulert med et utvalg av tog. For østlandsområdet er det for eksempel simulert med full trafikk i kun en time. På grunn av relativt faste togruter over året forventes ikke de valgte begrensninger i simuleringene å innføre store unøyaktigheter i forbrukstallene. De sesongmessige variasjoner som kan oppstå er av typen variasjoner i ekstrauttak på grunn av temperatur og lysforhold samt begrensninger i traksjonseffekt på grunn av adhesjonsforhold som varierer med årstidene. På grunn av de valgte middelveier for adhesjon og tilleggsuttak forventes ikke dette å gi store nøyaktighetsavvik.

Godstogene kjøres vekselvis med E114 og E116. På grunn av de forventede unøyaktigheter i simuleringsmodellene er det ikke funnet grunnlag for å anbefale å skille mellom forbruket til de ulike lokomotivtypene som benyttes til godstransport.

6. Konklusjon og anbefalte forbrukssjablonger

6.1 Energitap

Tapsprosenten i kontaktledningsanlegget vil kunne variere over døgnet siden den er avhengig av belastningen på ledningene. Det er imidlertid ikke hensiktsmessig å simulere for eksempel trafikken i østlandsområdet i et helt døgn på grunn av store datamengder og lang simuleringstid. Tettheten i det sentrale østlandsområdet er i tillegg jevnt høy på dagtid.

Man kan derfor anta at den beregnede tapsprosenten på 9 % kan benyttes for all persontogtrafikk i østlandsområdet. Perifert i østlandsområdet, som for eksempel mellom Drammen og Kongsberg vil tapsprosenten være lavere enn i det sentrale området, men det beregnede tapstallet på 9 % kan sees på som et gjennomsnitt for all trafikk innenfor stasjonene Hamar, Kongsberg, Hønefoss, Kongsvinger, Skien og Sarpsborg.

I hovedplan for energiavregning på Ofotbanen er gjennomsnittlig kontaktledningstap beregnet til 6,3 %. Siden Ofotbanen er spesiell i forhold til kontaktledningssystem, avstand mellom omformerstasjoner, endematingen mot Narvik fra Rombak og togmateriellet som benyttes, brukes den beregnede verdi fremfor resultater fra andre banestrekninger.

For resten av landet kan man i henhold til kapittel 4.2.1 og [1], anta et gjennomsnitt på 4 – 5 % kontaktledningstap. For å skille mellom de ulike togenes belastning av kontaktledningsanlegget anbefales det at beregningene av energitap utført i hovedplan for energiavregning på Dovrebanen [2] legges til grunn.

For Agendatog utenfor østlandsområdet kan man benytte tapsprosenten simulert for Signaturtog i [2]. For regional og lokaltog utenfor østlandsområdet kan man benytte simulerte tapstall for ekspresstog i [2].

Tabell 6-1 Energitap i kontaktledningsanlegget for alle tog

Togtype	Strekning	
	Fjernstrekning	Østlandsområdet
Godstog, 1275 tonn lastevekt	8,3 %	9 %
EG3100, 1200 tonn lastevekt	6,3 %	9 %
Godstog, 850 tonn	4,4 %	9 %
Ekspresstog	5,6 %	-
Nattog	4,8 %	-
Signatur, type 73	3,0 %	-
Agenda	3,0 %	9 %
Lokal og regionaltog	5,6 %	9 %
Tog på Ofotbanen	6,3 %	-

*U+Jm u-1 - Jm u-1
U+Jm u-1*

Energitap i omformerstasjoner utgjøres hovedsakelig av tomgangstap, det vil si tap som er uavhengige av laststrømmen. Det er vil derfor være riktig å benytte et flatt tillegg for disse tapene. Man benytter typiske gjennomsnittsverdier for disse tapene (15 %) som er funnet i utredninger tidligere og som tidligere er benyttet til energiavregning, ref. [1] og [3].

6.2 Regenerativ bremsing på tog

På grunn av den høye tettheten i det sentrale østlandsområdet i det tidsrommet det benyttes tog med regenerativ brems (dagtid) anbefales det at togene som trafikkerer dette området gis full kompensasjon for tilbakematet energi. Dette gjelder foreløpig flytog, agendatog med motorvognsett type 70, regionaltog på Gjøvikbanen med El17 lokomotiv og Linx-tog med X2000 materiell. Foreløpig er det ingen lokaltog med tilbakematingsmulighet, men motorvognsett type 72 vil ha denne muligheten når den settes inn i trafikk.

På fjernstrekningene anbefales det en kompensasjonsgrad for tilbakematet energi som beregnet på Bergensbanen (91 % nytteverdi).

6.3 Energiforbruk i tog

Tabell 6-2 angir anbefalt inndeling av togene for innrapportering av kjørte brutto tonn km og anbefalte forbrukstall for fordeling av energiforbruket. Inndelingen av togene er foretatt ut fra forbruk og stoppmønster. Togenes beregnede spesifikke energiforbruk er avrundet til nærmeste heltall og like togtyper med samme forbrukstall er slått sammen i tabellen. Totalt energiforbruk er oppgitt uten desimaler.

Beregnet spesifikt forbruk er togenes simulerte energiforbruk inkludert tilbakemating for de tog som har denne muligheten. Det er lagt til en andel ikke nyttiggjort tilbakematet energi i samsvar med kapittel 6.2.

Tap i kontaktledningsanlegget er lagt til det spesifikke forbruket på bakgrunn av tabell 6-1. Siden tabell 6-1 angir kontaktledningstapets andel av sammenlagt energiforbruk (spesifikt forbruk i toget + tap i kontaktledning) er prosentvise endret slik at de gir prosentvis økning i energiforbruket fra spesifikt energiforbruk i toget.

Omformertap er lagt inn som 15 % av totalt forbruk, det vil si en økning på 17,6 % i forbruket til tog og tap i kontaktledning.

Tabell 6-2 Samletabell for typisk forbruk

Togtype	Beregnet spesifikt forbruk [Wh/br.tonnkm]	Tap i kontaktledning [Wh/br.tonnkm] (% vis økning av spesifikt forbruk)	Spesifikt forbruk + tap i kontaktledning [Wh/br.tonnkm]	Tap i omformer (15 % av totalt forbruk) [Wh/br.tonnkm]	Totalt energiforbruk [Wh/br.tonnkm]
Lokaltog østlandsområdet (1)	105	10,5 (10%)	115,5	20,4	136
Regiontog i østlandsområdet (2)	62	6,2 (10%)	68,2	12,0	80
Persontog Arendalsbanen (2)	60	3,5 (5,9%)	63,5	11,2	75
Regiontog og lokaltog Jærbanen (2)	77	4,5 (5,9 %)	81,5	14,4	96
Regiontog og lokaltog Bergensbanen (2)	74	4,4 (5,9 %)	78,4	13,8	92
Ekspresstog Dovrebanen (3)	36	2,1 (5,9 %)	38,1	6,7	45
Ekspresstog Bergensbanen (3)	37	2,2 (5,9 %)	39,2	6,9	46
Persontog Ofotbanen (4)	43	2,9 (6,8 %)	45,9	8,1	54
Signaturtog Kristiansand – Stavanger (5)	43	1,3 (3,1 %)	44,3	7,8	52
Signaturtog Bergensbanen (5)	42	1,3 (3,1)	43,3	7,6	51
Signaturtog Dovrebanen (5)	38	1,2 (3,1 %)	39,2	6,9	46
Signaturtog Oslo – Kristiansand (5)	37	1,1 (3,1 %)	38,1	6,7	45

Utdrags

*Men 19,39% fra forbruket i toget
Kl-tap a 9,84% i t - (-)*

Agendatog østlandsområdet (6)	50	5,0 (10 %)	55,0	9,7	65
Agendatog østlandsområdet, innsatstog (4)	40	4,0 (10 %)	44,0	7,7	52
Agendatog utenom østlandsområdet (Kristiansand – Stavanger) (5)	43	1,3 (3,1 %)	44,3	7,8	52
Utenlandsgående persontog Østlandet (Linx) (4)	40	4,0 (10 %)	44,0	7,7	52
Nattog Bergensbanen (3)	33	1,7 (5,0 %)	34,7	6,1	41
Nattog Kristiansand – Stavanger (3)	31	1,6 (5,0 %)	32,6	5,8	38
Nattog Oslo – Kristiansand (3)	24	1,2 (5,0 %)	25,2	4,4	30
Nattog Dovrebanen (3)	29	1,4 (5,0 %)	30,4	5,4	36
Utenlandsgående godstog Østlandet (4)	23	2,3 (10 %)	25,3	4,5	30
Malmtog østgående (8)	64	4,4 (6,8 %)	68,4	12,0	80
Malmtog vestgående (8)	2	0,1 (6,8 %)	2,1	0,4	3
Flåmsbanen (7)	46	2,7 (5,9 %)	48,7	8,6	57
Godstog Dovrebanen (9)	25	1,2 (4,6 %)	26,2	4,6	31
Godstog Bergensbanen og strekningen Kristiansand – Stavanger (9)	30	1,4 (4,6 %)	31,4	5,5	37
Godstog strekningen Oslo – Kristiansand (9)	27	1,2 (4,6 %)	28,2	5,0	33
Godstog Ofotbanen (4)	37	2,5 (6,8 %)	39,5	7,0	46
1)	Kun motorvognsett type 69 på strekningene Asker – Lillestrøm, Skøyen - Ski, Skøyen - Hakadal.				
2)	Kun motorvognsett type 69 på strekningene Kongsberg - Eidsvoll, Skøyen - Mysen, Skøyen – Kongsvinger/Årnes, Spikkestad – Moss samt Jærbanen, Bergensbanen og Arendalsbanen, EI17 og vogner på strekningen Oslo - Gjøvik.				
3)	Beregnet med EI18-lok og vogner				
4)	Beregnet med Rc-lok og vogner. Antas å også å gjelde for innsatstog med EI16 og vogner i Agenda trafikk.				
5)	Beregnet med type 73 materiell i pluss hastighet				
6)	Beregnet med type 70 materiell				
7)	Beregnet med EI17-lok og vogner. Gjelder derfor kun for materiell med tilbakematingsmulighet				
8)	Beregnet med EI15 lok og malmvogner				
9)	Beregnet med EI16 eller EI14 og en blanding av åpne og lukkede vogner				

I mange tilfeller vil det kunne variere hvilket materiell som benyttes på ulike togruter. Dette vil normalt ikke være grunnlag for å endre på sjablongene for spesifikt energiforbruk siden det ofte er materiell av samme type det turneres på. Man må imidlertid være oppmerksom på varige endringer i materiell dersom togtyper uten regenerativ brems byttes ut med togtyper med dette samt ved overgang fra materiell med lok og vogner til motorvognsett eller omvendt.

7. Referansedokumenter

1. Energiøkonomisering i banestrømforsyning og togfremføring NSB SU, Forprosjekt mai 1994
2. Hovedplan strømforsyning Dovrebanen, energiavregning Jernbanelverket Region Nord, 2001
3. Hovedplan energiavregning Ofotbanen Jernbanelverket Region Nord, 2000
4. Running resistance of passenger and freight trains, methodology and test results, Piotr Lukaszewicz, KTH Stocholm 1995
5. Alternative energiavregningsmetoder Bane Energi, 1997
6. Energiavregning for tog uden måler Nordisk Elkraft Samarbeide, rekomendation nr. 01, 2002.02.21

8. Vedlegg

Vedlegg 1: Beregning av energitap i østlandsområdet

Vedlegg 2: Beregning av virkningsgrad for tilbakemating i østlandsområdet

Vedlegg 3: Beregning av forbrukstall for østlandsområdet

Vedlegg 4: Beregning av energitap på Bergensbanen

Vedlegg 5: Beregning av virkningsgrad for tilbakemating på Bergensbanen

Vedlegg 6: Beregning av forbrukstall for Bergensbanen

Vedlegg 7: Beregning av forbrukstall for Sørlandsbanen

Vedlegg 1:
Beregning av energitap i østlandsområdet

substation	LINETAN-1-16TAN-I-16	energy	production	=	3.42112 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINETAN-1-16TAN-I-16	reactive	production	=	1.08261 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-16KON-I-16	energy	production	=	1.84155 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-16KON-I-16	reactive	production	=	-1.48051 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-16HON-I-16	energy	production	=	2.95129 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-16HON-I-16	reactive	production	=	-1.23982 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-16LUN-I-16	energy	production	=	4.67954 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-16LUN-I-16	reactive	production	=	3.56546 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-16ALN-I-16	energy	production	=	10.3194 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-16ALN-I-16	reactive	production	=	7.02192 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-16HOL-I-16	energy	production	=	6.18023 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-16HOL-I-16	reactive	production	=	8.32841 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-16ASK-I-16	energy	production	=	10.1534 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-16ASK-I-16	reactive	production	=	8.38782 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-16SMO-I-16	energy	production	=	8.96392 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-16SMO-I-16	reactive	production	=	-0.143505 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-16SAR-I-16	energy	production	=	4.08767 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-16SAR-I-16	reactive	production	=	2.8 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-16JES-I-16	energy	production	=	8.85329 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-16JES-I-16	reactive	production	=	0.883865 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16LIL-I-16	energy	production	=	13.5342 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16LIL-I-16	reactive	production	=	-0.209298 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	Hakavik	energy	production	=	2.4				
substation	Faberg	energy	production	=	3.2				
Total energiproduksjon					80.58561				

energiregnskap_tapsprosent Osloområdet

		Type							
Train	LOADTG23		energy	consumption =	0.426128 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG8		energy	consumption =	0.941875 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG13		energy	consumption =	0.812755 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG16		energy	consumption =	1.02729 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG1		energy	consumption =	0.991152 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG7		energy	consumption =	1.23854 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG20		energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG38		energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG67		energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG2		energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG6		energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF12_1	BM702	energy	consumption =	0.185354 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF12_2	BM701	energy	consumption =	0.736947 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF12_3	BM701	energy	consumption =	1.11498 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF51_1	BM701	energy	consumption =	0.697139 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF51_2	BM702	energy	consumption =	1.36228 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF51_3	BM701	energy	consumption =	0.530246 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH13_1	BM702	energy	consumption =	0.316679 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH13_2	BM702	energy	consumption =	1.5697 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH13_3	BM702	energy	consumption =	0.775685 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH46_1	BM702	energy	consumption =	1.27388 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH46_2	BM702	energy	consumption =	1.16077 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADVFLH46_3	BM702	energy	consumption =	0.227138 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADASLI05_2	BM692	energy	consumption =	0.72325 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADASLI05_3	BM692	energy	consumption =	0.329855 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADASLI20_2	BM692	energy	consumption =	0.924243 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADASLI20_3	BM691	energy	consumption =	6.50E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADASLI35_2	BM692	energy	consumption =	1.04528 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLIAS24_2	BM691	energy	consumption =	0.491053 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLIAS24_3	BM692	energy	consumption =	5.99E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLIAS54_1	BM692	energy	consumption =	0.353703 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLIAS54_2	BM692	energy	consumption =	0.662393 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMOSP15_2	BM722	energy	consumption =	1.07459 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMOSP15_3	BM721	energy	consumption =	0.601275 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMOSP45_1	BM722	energy	consumption =	0.611556 MWh	between	3600 s	and	7200 s.

Train	LOADMOSP45_2	BM691	energy	consumption =	0.530371 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMOSP45_3	BM692	energy	consumption =	0.247488 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSPMO23_3	BM721	energy	consumption =	0.237201 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSPMO47_1	BM722	energy	consumption =	1.00042 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSPMO47_2	BM722	energy	consumption =	1.04874 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSPMO47_3	BM692	energy	consumption =	3.94E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSMO35_2	BM702	energy	consumption =	0.489203 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSMY20_1	BM692	energy	consumption =	0.353989 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSMY20_2	BM691	energy	consumption =	0.389101 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSMY52_2	BM691	energy	consumption =	8.46E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMYOS53_2	BM692	energy	consumption =	0.819049 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADMYOS53_3	BM691	energy	consumption =	8.91E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSSKI38_2	BM722	energy	consumption =	0.68108 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSHA07_1	BM702	energy	consumption =	0.931057 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSHA07_2	BM701	energy	consumption =	0.782814 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADHAOS52_2	BM702	energy	consumption =	0.993979 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADHAOS52_3	BM701	energy	consumption =	0.570127 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKKV02_1	BM692	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKKV02_2	BM691	energy	consumption =	0.445261 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKKV02_3	BM692	energy	consumption =	9.03E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKAR17_2	BM692	energy	consumption =	0.930554 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADKVSK30_2	BM692	energy	consumption =	0.653774 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADKVSK30_3	BM691	energy	consumption =	0.552785 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSEI33_1	BM692	energy	consumption =	0.393769 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSEI33_2	BM691	energy	consumption =	0.366751 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSEI50_2	BM691	energy	consumption =	0.154117 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSTR42_2	BM731	energy	consumption =	0.567676 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTROS57_2	BM731	energy	consumption =	0.721758 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSGJ08_1	BM692	energy	consumption =	0.411778 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSGJ08_2	BM691	energy	consumption =	0.503563 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSGJ24_1	BM692	energy	consumption =	0.536366 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSGJ24_2	BM691	energy	consumption =	0.427841 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKHA41_2	BM692	energy	consumption =	0.614387 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADHASK12_2	BM692	energy	consumption =	0.11894 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADGJOS58_3	BM692	energy	consumption =	1.33492 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSHO45_1	BM731	energy	consumption =	0.386654 MWh	between	3600 s	and	7200 s.

energiregnskap_tapsprosent Osloområdet

Train	LOADOSHO45_2	BM731	energy	consumption =	0.191644 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADHOOS55_2	BM731	energy	consumption =	0.509252 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADHOOS55_3	BM731	energy	consumption =	0.159999 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY01_1	BM712	energy	consumption =	1.01115 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY02_1	BM712	energy	consumption =	1.0217 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY02_2	BM711	energy	consumption =	0.159 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY03_1	BM712	energy	consumption =	1.01116 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY04_1	BM712	energy	consumption =	1.30873 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY04_2	BM712	energy	consumption =	5.18E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY05_0	BM711	energy	consumption =	-1.79E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY05_1	BM712	energy	consumption =	1.04636 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY06_1	BM712	energy	consumption =	1.05557 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY07_1	BM712	energy	consumption =	0.608558 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY07_2	BM711	energy	consumption =	0.314297 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY08_1	BM712	energy	consumption =	-1.03E-02 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY08_2	BM711	energy	consumption =	0.225 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY09_1	BM712	energy	consumption =	1.16134 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY10_1	BM712	energy	consumption =	0.403713 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY11_0	BM712	energy	consumption =	0.150218 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY11_1	BM712	energy	consumption =	1.02124 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADFLY12_1	BM712	energy	consumption =	0.403721 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB1_0	BM722	energy	consumption =	0.571255 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB1_1	BM722	energy	consumption =	1.05543 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB1_2	BM721	energy	consumption =	0.675548 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB2_0	BM722	energy	consumption =	0.901279 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB2_1	BM692	energy	consumption =	0.979624 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOAEIDKB2_2	BM691	energy	consumption =	0.216895 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADKBEID1_0	BM722	energy	consumption =	1.44E-03 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADKBEID1_1	BM722	energy	consumption =	1.72618 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADKBEID1_2	BM722	energy	consumption =	0.793384 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSKB1_0	BM692	energy	consumption =	0.596918 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADOSKB1_1	BM692	energy	consumption =	0.926161 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSASKI1_1	BM692	energy	consumption =	0.954449 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSASKI2_0	BM692	energy	consumption =	0.614455 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSASKI2_1	BM691	energy	consumption =	0.176452 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKISA1_1	BM692	energy	consumption =	0.295502 MWh	between	3600 s	and	7200 s.

Train	LOADSKISA1_2	BM691	energy	consumption =	0.279445 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADSKISA2_1	BM692	energy	consumption =	0.839065 MWh	between	3600 s	and	7200 s.

	Andre laster:				9 MWH				
Totalt energiuttak					73.2191384				

Virkningsgrad= $73.219/80.586=$ 0.909

Vedlegg 2:
Beregning av virkningsgrad for tilbakemating i østlandsområdet

Train	LOADTG23	energy	consumption =	0.426128 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG8	energy	consumption =	0.941875 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG13	energy	consumption =	0.812755 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG16	energy	consumption =	1.02729 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG1	energy	consumption =	0.991152 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG7	energy	consumption =	1.23854 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG20	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG38	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG67	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG2	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG6	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADLHVF12_1	energy	consumption =	0.185339 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF12_2	energy	consumption =	0.603803 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF12_3	energy	consumption =	0.973582 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_1	energy	consumption =	0.578313 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_2	energy	consumption =	1.36226 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_3	energy	consumption =	0.450368 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_1	energy	consumption =	0.316699 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_2	energy	consumption =	1.56932 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_3	energy	consumption =	0.775455 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_1	energy	consumption =	1.27387 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_2	energy	consumption =	1.15938 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_3	energy	consumption =	0.227112 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI05_2	energy	consumption =	0.723233 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI05_3	energy	consumption =	0.329799 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI20_2	energy	consumption =	0.924233 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI20_3	energy	consumption =	6.49E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI35_2	energy	consumption =	1.04516 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS24_2	energy	consumption =	0.491029 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS24_3	energy	consumption =	5.98E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS54_1	energy	consumption =	0.353699 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS54_2	energy	consumption =	0.662326 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP15_2	energy	consumption =	1.07455 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP15_3	energy	consumption =	0.601238 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP45_1	energy	consumption =	0.611569 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP45_2	energy	consumption =	0.530352 MWh	between	3600 s	and	7199 s.

dynoutdat med tilbakemating

Train	LOADMOSP45_3	energy	consumption =	0.247068 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO23_3	energy	consumption =	0.23766 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_1	energy	consumption =	1.00036 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_2	energy	consumption =	1.04859 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_3	energy	consumption =	3.94E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMO35_2	energy	consumption =	0.489111 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY20_1	energy	consumption =	0.35403 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY20_2	energy	consumption =	0.388944 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY52_2	energy	consumption =	8.46E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMYOS53_2	energy	consumption =	0.819088 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMYOS53_3	energy	consumption =	8.90E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSSKI38_2	energy	consumption =	0.681516 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHA07_1	energy	consumption =	0.930955 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHA07_2	energy	consumption =	0.689272 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHAOS52_2	energy	consumption =	0.993997 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHAOS52_3	energy	consumption =	0.483307 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_1	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_2	energy	consumption =	0.481004 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_3	energy	consumption =	9.02E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKAR17_2	energy	consumption =	0.930244 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKVSK30_2	energy	consumption =	0.653796 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKVSK30_3	energy	consumption =	0.552741 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI33_1	energy	consumption =	0.393772 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI33_2	energy	consumption =	0.36639 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI50_2	energy	consumption =	0.154095 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSTR42_2	energy	consumption =	0.566979 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADTROS57_2	energy	consumption =	0.721782 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ08_1	energy	consumption =	0.411773 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ08_2	energy	consumption =	0.503488 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ24_1	energy	consumption =	0.535707 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ24_2	energy	consumption =	0.427723 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKHA41_2	energy	consumption =	0.614367 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHASK12_2	energy	consumption =	0.118939 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADGJOS58_3	energy	consumption =	1.33482 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHO45_1	energy	consumption =	0.386532 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHO45_2	energy	consumption =	0.191596 MWh	between	3600 s	and	7199 s.

Train	LOADHOOS55_2	energy	consumption =	0.509248 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADHOOS55_3	energy	consumption =	0.159887 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY01_1	energy	consumption =	1.01111 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY02_1	energy	consumption =	1.02175 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY02_2	energy	consumption =	0.158017 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY03_1	energy	consumption =	1.01113 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY04_1	energy	consumption =	1.30862 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY04_2	energy	consumption =	5.17E-02 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY05_0	energy	consumption =	-1.79E-02 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY05_1	energy	consumption =	1.04735 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY06_1	energy	consumption =	1.05415 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY07_1	energy	consumption =	0.60854 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY07_2	energy	consumption =	0.31433 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY08_1	energy	consumption =	-1.03E-02 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY08_2	energy	consumption =	0.225429 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY09_1	energy	consumption =	1.16117 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY10_1	energy	consumption =	0.403914 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY11_0	energy	consumption =	0.150227 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY11_1	energy	consumption =	1.02049 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADFLY12_1	energy	consumption =	0.403735 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB1_0	energy	consumption =	0.602246 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB1_1	energy	consumption =	1.05537 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB1_2	energy	consumption =	0.67527 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB2_0	energy	consumption =	0.93145 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB2_1	energy	consumption =	0.979535 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADEIDKB2_2	energy	consumption =	0.216814 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_0	energy	consumption =	1.44E-03 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_1	energy	consumption =	0.948084 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_2	energy	consumption =	1.17343 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADOSKB1_0	energy	consumption =	0.316553 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADOSKB1_1	energy	consumption =	0.925787 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADSASKI1_1	energy	consumption =	0.835829 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADSASKI2_0	energy	consumption =	0.614511 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADSASKI2_1	energy	consumption =	0.113911 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADSKISA1_1	energy	consumption =	0.146237 MWh	between	3600 s and	7199 s.
Train	LOADSKISA1_2	energy	consumption =	0.27942 MWh	between	3600 s and	7199 s.

dynoutdat med tilbakemating

Train LOADSKISA2_1 energy consumption = 0.689764 MWh between 3600 s and 7199 s.
Andre laster: 9 MWH

Total= 71.4961711

substation	LINETAN-1-1	energy production	=	3.3249 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINETAN-1-1	reactive production	=	1.05054 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-1	energy production	=	1.83194 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-1	reactive production	=	-1.37549 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-1	energy production	=	2.924 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-1	reactive production	=	-1.19875 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-1	energy production	=	4.63001 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-1	reactive production	=	3.58269 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-1	energy production	=	10.0555 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-1	reactive production	=	6.87976 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-1	energy production	=	6.02762 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-1	reactive production	=	8.20175 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-1	energy production	=	9.90703 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-1	reactive production	=	8.16649 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-1	energy production	=	8.80241 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-1	reactive production	=	-0.117185 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-1	energy production	=	4.02285 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-1	reactive production	=	2.826 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-1	energy production	=	8.55711 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-1	reactive production	=	0.727482 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16	energy production	=	13.1287 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16	reactive production	=	-0.396219 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	SYNCFAB: Hakavik	energy production	=	3.1548 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
				2.4				
		Totalt=		78.76687				

Virkningsgrad 0.90769344

dynoutdat uten tilbakemating

Train	LOADLHVF12_1	energy	consumption =	0.235847 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF12_2	energy	consumption =	0.665936 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF12_3	energy	consumption =	1.03938 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_1	energy	consumption =	0.639379 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_2	energy	consumption =	1.51722 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLHVF51_3	energy	consumption =	0.497839 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_1	energy	consumption =	0.371216 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_2	energy	consumption =	1.71366 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH13_3	energy	consumption =	0.896749 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_1	energy	consumption =	1.40785 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_2	energy	consumption =	1.29849 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADVFLH46_3	energy	consumption =	0.274187 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI05_2	energy	consumption =	0.723243 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI05_3	energy	consumption =	0.32977 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI20_2	energy	consumption =	0.924255 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI20_3	energy	consumption =	6.49E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADASLI35_2	energy	consumption =	1.04516 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS24_2	energy	consumption =	0.491048 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS24_3	energy	consumption =	5.98E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS54_1	energy	consumption =	0.353663 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADLIAS54_2	energy	consumption =	0.662308 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP15_2	energy	consumption =	1.42723 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP15_3	energy	consumption =	0.703264 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP45_1	energy	consumption =	0.781914 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP45_2	energy	consumption =	0.530358 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMOSP45_3	energy	consumption =	0.247065 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO23_3	energy	consumption =	0.332945 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_1	energy	consumption =	1.23248 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_2	energy	consumption =	1.37492 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSPMO47_3	energy	consumption =	3.94E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMO35_2	energy	consumption =	0.550541 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY20_1	energy	consumption =	0.354013 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY20_2	energy	consumption =	0.388943 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSMY52_2	energy	consumption =	8.46E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMYOS53_2	energy	consumption =	0.819036 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADMYOS53_3	energy	consumption =	8.90E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.

Train	LOADSSKI38_2	energy	consumption =	0.88832 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHA07_1	energy	consumption =	1.08581 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHA07_2	energy	consumption =	0.779002 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHAOS52_2	energy	consumption =	1.11885 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHAOS52_3	energy	consumption =	0.540221 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_1	energy	consumption =	0 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_2	energy	consumption =	0.481017 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKKV02_3	energy	consumption =	9.02E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKAR17_2	energy	consumption =	0.930233 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKVSK30_2	energy	consumption =	0.653757 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKVSK30_3	energy	consumption =	0.552741 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI33_1	energy	consumption =	0.393766 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI33_2	energy	consumption =	0.366374 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSEI50_2	energy	consumption =	0.154088 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSTR42_2	energy	consumption =	0.597526 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADTROS57_2	energy	consumption =	0.836067 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ08_1	energy	consumption =	0.411775 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ08_2	energy	consumption =	0.50346 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ24_1	energy	consumption =	0.535634 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSGJ24_2	energy	consumption =	0.427725 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKHA41_2	energy	consumption =	0.614373 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHASK12_2	energy	consumption =	0.118938 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADGJOS58_3	energy	consumption =	1.33482 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHO45_1	energy	consumption =	0.482094 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSHO45_2	energy	consumption =	0.221321 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHOOS55_2	energy	consumption =	0.605021 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADHOOS55_3	energy	consumption =	0.185238 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY01_1	energy	consumption =	1.13929 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY02_1	energy	consumption =	1.1498 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY02_2	energy	consumption =	0.221705 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY03_1	energy	consumption =	1.13922 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY04_1	energy	consumption =	1.56318 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY04_2	energy	consumption =	5.48E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY05_0	energy	consumption =	4.33E-03 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY05_1	energy	consumption =	1.13075 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY06_1	energy	consumption =	1.24489 MWh	between	3600 s	and	7199 s.

dynoutdat uten tilbakemating

Train	LOADFLY07_1	energy	consumption =	0.735598 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY07_2	energy	consumption =	0.367569 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY08_1	energy	consumption =	3.04E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY08_2	energy	consumption =	0.245486 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY09_1	energy	consumption =	1.40114 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY10_1	energy	consumption =	0.491152 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY11_0	energy	consumption =	0.182094 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY11_1	energy	consumption =	1.22841 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADFLY12_1	energy	consumption =	0.491222 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB1_0	energy	consumption =	0.697798 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB1_1	energy	consumption =	1.36312 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB1_2	energy	consumption =	0.756033 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB2_0	energy	consumption =	1.15151 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB2_1	energy	consumption =	0.979533 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOAEIDKB2_2	energy	consumption =	0.216864 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_0	energy	consumption =	5.20E-02 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_1	energy	consumption =	1.07028 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADKBEID1_2	energy	consumption =	1.56538 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSKB1_0	energy	consumption =	0.316396 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADOSKB1_1	energy	consumption =	0.92567 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSASKI1_1	energy	consumption =	0.835847 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSASKI2_0	energy	consumption =	0.614425 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSASKI2_1	energy	consumption =	0.113914 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKISA1_1	energy	consumption =	0.146238 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKISA1_2	energy	consumption =	0.279413 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADSKISA2_1	energy	consumption =	0.689746 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
Train	LOADTG23	energy	consumption =	0.426139 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG8	energy	consumption =	0.941999 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG13	energy	consumption =	0.812798 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG16	energy	consumption =	1.02741 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG1	energy	consumption =	0.991169 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Train	LOADTG7	energy	consumption =	1.23855 MWh	between	3600 s	and	7200 s.
Andre laster:				9 MWH				

Tot 78.1091777

Økning i forbrukt energi= Forbrukt energi uten tilbakemating - forbrukt energi med tilbakemating= 4.89

dynoutdat uten tilbakemating

substation	LINETAN-1-1 energy	production	=	3.56655 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINETAN-1-1 reactive	production	=	0.981102 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-1 energy	production	=	1.90686 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEKON-1-1 reactive	production	=	-1.67282 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-1 energy	production	=	3.19905 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHON-1-1 reactive	production	=	-1.29435 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-1 energy	production	=	4.9088 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELUN-1-1 reactive	production	=	3.413 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-1 energy	production	=	10.9802 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEALN-1-1 reactive	production	=	6.64884 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-1 energy	production	=	6.65323 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEHOL-1-1 reactive	production	=	8.40154 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-1 energy	production	=	11.3099 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEASK-1-1 reactive	production	=	8.86265 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-1 energy	production	=	9.46938 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESMO-1-1 reactive	production	=	-0.402503 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-1 energy	production	=	4.2636 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINESAR-1-1 reactive	production	=	2.61765 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-1 energy	production	=	9.38114 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINEJES-1-1 reactive	production	=	0.608506 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16 energy	production	=	14.4572 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	LINELIL-1-16 reactive	production	=	-0.36265 MVAh	between	3600 s	and	7199 s.
substation	SYNCFAB: energy	production	=	3.25044 MWh	between	3600 s	and	7199 s.
	Hakavik			2.4				

Totalt= 85.74635

Økning i tilført energi= Tilført energi uten tilbakemating - tilført energi med tilbakemating= 5.16

Virkningsgrad kontaktledningsanlegg= 0.91093

Virkningsgrad for tilbakematet energi= Endring i levert energi/tilbakematet energi= 1.06

Vedlegg 3:
Beregning av forbrukstall for østlandsområdet

Lokaltog	Type	Vekt	Kjørt dist.					Spes.forbruk
Train LOADASLI20_2	BM692	240	44.78	energy consumption =	1.05138 MWh	between	100 s and 15000 s.	97.8
Train LOADASLI20_3	BM691	120	44.78	energy consumption =	0.53461 MWh	between	100 s and 15000 s.	99.5
Train LOADASLI35_2	BM692	240	44.78	energy consumption =	1.04799 MWh	between	100 s and 15000 s.	97.5
Train LOADLIAS24_2	BM691	120	44.75	energy consumption =	0.521685 MWh	between	100 s and 15000 s.	97.1
Train LOADLIAS24_3	BM692	240	44.75	energy consumption =	1.01603 MWh	between	100 s and 15000 s.	94.6
Train LOADLIAS54_2	BM692	240	44.75	energy consumption =	1.01601 MWh	between	100 s and 15000 s.	94.6
								96.9
Train LOADSASKI1_1	BM692	240	28.63	energy consumption =	0.835847 MWh	between	100 s and 15000 s.	121.6
Train LOADSASKI2_1	BM691	120	28.63	energy consumption =	0.425359 MWh	between	100 s and 15000 s.	123.8
Train LOADSKISA1_1	BM692	240	28.63	energy consumption =	0.689712 MWh	between	100 s and 15000 s.	100.4
Train LOADSKISA1_2	BM691	120	28.63	energy consumption =	0.351216 MWh	between	100 s and 15000 s.	102.2
								112.0
Train LOADSKHA41_2	BM692	240	36.45	energy consumption =	0.727451 MWh	between	100 s and 15000 s.	83.2
Train LOADHASK12_2	BM692	240	36.45	energy consumption =	0.660489 MWh	between	100 s and 15000 s.	75.5
								79.3

Prosentvis fordeling av lokaltog pr. uke:

Asker - Lillestrøm:	34.8 %
Skøyen/Oslo - Ski:	58.6 %
Skøyen/Oslo - Hakadal:	6.6 %
Totalt:	100.0 %

Vektgjennomsnitt for bruk av lokaltog pr. uke

Regiontog

Train LOADMOSP45_3	BM692	240	97.66	energy consumption =	1.76164 MWh	between	100 s and 15000 s.	75.2
Train LOADSPMO47_3	BM692	240	97.67	energy consumption =	1.63768 MWh	between	100 s and 15000 s.	69.9
Gjennomsnitt for Spikkestad - Moss:								72.5
Train LOAIDEIDKB1_1	BM691	120	153.5	energy consumption =	1.17207 MWh	between	100 s and 14999 s.	63.6

Beregnet energiforbruk tog_rapport versjon 020722

Verdi: 72

Train LOADEIDKB1_2	BM692	240	153.5 energy consumption =	2.18886 MWh between	100 s and 14999 s.	59.4
Train LOADKBEID1_2	BM692	240	153.5 energy consumption =	2.35399 MWh between	100 s and 14999 s.	63.9
Train LOADKBEID1_1	BM721	202	129.9 energy consumption =	1.51447 MWh between	100 s and 15000 s.	57.7
Train LOADKBEID1_2	BM722	404	153.5 energy consumption =	2.98418 MWh between	100 s and 15000 s.	48.1

- enkle
- double

Gjennomsnitt for Kongsberg - Eidsvoll: (72 sett ikke medtatt) 62.3

Train LOADOSMY20_1	BM692	240	63.76 energy consumption =	1.11033 MWh between	100 s and 15000 s.	72.6
Train LOADOSMY20_2	BM691	120	63.76 energy consumption =	0.5696 MWh between	100 s and 15000 s.	74.4
Train LOADMYOS53_2	BM692	240	63.76 energy consumption =	0.99323 MWh between	100 s and 15000 s.	64.9
Train LOADMYOS53_3	BM691	120	63.76 energy consumption =	0.510585 MWh between	100 s and 15000 s.	66.7

Gjennomsnitt for Oslo - Mysen: 69.7

Train LOADSKKV02_1	BM692	240	55.5 energy consumption =	0.901849 MWh between	100 s and 15000 s.	67.7
Train LOADSKKV02_2	BM691	120	59.9 energy consumption =	0.527749 MWh between	100 s and 15000 s.	73.4
Train LOADKVSK30_2	BM692	240	101.68 energy consumption =	1.70744 MWh between	100 s and 15000 s.	70.0
Train LOADKVSK30_3	BM691	120	101.68 energy consumption =	0.899254 MWh between	100 s and 15000 s.	73.7

Gjennomsnitt for Skøyen - Kongsvinger: 71.2

Train LOADOSEI33_1	BM692	240	64.86 energy consumption =	1.07819 MWh between	100 s and 15000 s.	69.3
Train LOADOSEI33_2	BM691	120	64.86 energy consumption =	0.575082 MWh between	100 s and 15000 s.	73.9
Train LOADOSEI50_2	BM691	120	64.86 energy consumption =	0.575112 MWh between	100 s and 15000 s.	73.9

Gjennomsnitt for Oslo - Eidsvoll (gamle hovedbanen til Eidsvoll): 72.3

Train LOADGJOS58_3	EI17_5B3	214	123.8 energy consumption =	1.00631 MWh between	100 s and 14999 s.	37.983709
Train LOADOSGJ08_2	EI17_5B5	214	123.8 energy consumption =	0.64303 MWh between	100 s and 14999 s.	24.2715112

Gjennomsnitt for Oslo - Gjøvik: 31.1

Prosentvis fordeling av regionaltog pr. uke:

Eidsvoll - Kongsberg:	37.3 %
Spikkestad - Moss:	13.0 %
Skøyen/Oslo - Mysen:	19.9 %
Skøyen/Oslo - Kongsvinger:	6.5 %
Skøyen/Oslo - Jaren	7.9 %
Oslo - Gjøvik:	15.4 %
Totalt:	100 %

(benytter tall for Oslo - Mysen)

Været gjennomsnitt for bruk av regionaltog i Osloområdet 01.01.2014-31.12.2014**Flytog (maks 200 km/h)**

U	Train LOADFLY01_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	1.13931 MWh between	100 s and 15000 s.	66.4
U	Train LOADFLY03_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	1.13919 MWh between	100 s and 15000 s.	66.4
U	Train LOADFLY05_0	BM711	179	47.9 energy consumption =	0.596433 MWh between	100 s and 15000 s.	69.6
U	Train LOADFLY05_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	1.13944 MWh between	100 s and 15000 s.	66.4
U	Train LOADFLY02_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.58794 MWh between	100 s and 15000 s.	61.9
U	Train LOADFLY02_2	BM711	179	71.7 energy consumption =	0.82332 MWh between	100 s and 15000 s.	64.1
U	Train LOADFLY04_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.61821 MWh between	100 s and 15000 s.	63.0
U	Train LOADFLY04_2	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.61811 MWh between	100 s and 15000 s.	63.0
U	Train LOADFLY06_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.56746 MWh between	100 s and 15000 s.	61.1
D	Train LOADFLY07_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.42128 MWh between	100 s and 15000 s.	55.4
D	Train LOADFLY07_2	BM711	179	71.7 energy consumption =	0.73933 MWh between	100 s and 15000 s.	57.6
D	Train LOADFLY09_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.40114 MWh between	100 s and 15000 s.	54.6
D	Train LOADFLY11_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.41105 MWh between	100 s and 15000 s.	55.0

Flytog (maks 160 km/h)

U	Train LOADFLY01_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	0.955557 MWh between	100 s and 14999 s.	55.7
U	Train LOADFLY03_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	0.955594 MWh between	100 s and 14999 s.	55.7
U	Train LOADFLY05_0	BM711	179	47.9 energy consumption =	0.497316 MWh between	100 s and 14999 s.	58.0
U	Train LOADFLY05_1	BM712	358	47.9 energy consumption =	0.955669 MWh between	100 s and 14999 s.	55.7
U	Train LOADFLY02_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.40994 MWh between	100 s and 14999 s.	54.9
U	Train LOADFLY02_2	BM711	179	71.7 energy consumption =	0.726875 MWh between	100 s and 14999 s.	56.6

Beregnet energiforbruk tog_rapport versjon 020722

U	Train LOADFLY04_2	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.44028 MWh between	100 s and 14999 s.	56.1
U	Train LOADFLY06_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.38977 MWh between	100 s and 14999 s.	54.1
D	Train LOADFLY07_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.23286 MWh between	100 s and 14999 s.	48.0
D	Train LOADFLY07_2	BM711	179	71.7 energy consumption =	0.63423 MWh between	100 s and 14999 s.	49.4
D	Train LOADFLY09_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.21257 MWh between	100 s and 14999 s.	47.2
D	Train LOADFLY11_1	BM712	358	71.7 energy consumption =	1.22264 MWh between	100 s and 14999 s.	47.6

Tognummer		Totalt energiforbruk [MWh]		Vekt [tonn]	Distanse [km]	Spesifikt energiforbruk [Wh/br.tonnkm]
Linx over Kornsjø:						
Train LOADT_395	00:00 energy consumption =	2.16351 MWh	between 7200 s and 86399 s.	263.4	189	43.5
Train LOADT_394	00:00 energy consumption =	1.8832 MWh	between 7200 s and 86399 s.	263.4	189	37.8
	Gjennomsnitt:					40.6
Linx over Charlottenberg:						
Train LOADT_55	00:00 energy consumption =	1.56347 MWh	between 7200 s and 86399 s.	263.4	142.9	41.5
Train LOADT_52	00:00 energy consumption =	1.39135 MWh	between 7200 s and 86399 s.	263.4	142.9	37.0
	Gjennomsnitt:					39.3
Gjennomsnittsverdi for Linx i Østlandsområdet:		39.9 Wh/br.tonnkm				
Godstog til Bergen over Roa:						
Train LOADT_5173	00:00 energy consumption =	2.45202 MWh	between 7200 s and 86399 s.	975	82.7	30.4
Train LOADT_5174	00:00 energy consumption =	2.34341 MWh	between 7200 s and 86399 s.	805	82.7	35.2
	Gjennomsnitt:					32.8
Signatur til Bergen:						
Train LOADT_62	00:00 energy consumption =	0.795278 MWh	between 7200 s and 86399 s.	222	77.6	46.2
Train LOADT_63	00:00 energy consumption =	0.952146 MWh	between 7200 s and 86399 s.	222	84	51.1
	Gjennomsnitt:					48.6
Agenda til Lillehammer:						

Train LOADT_308	00:00 energy consumption =	2.67034 MWh	between 7200 s and 86399 s.	310	182.4	47.2
Train LOADT_303	00:00 energy consumption =	2.87799 MWh	between 7200 s and 86399 s.	310	182.4	50.9
Gjennomsnitt:						49.1

Agenda til Halden:

Train LOADT_110	00:00 energy consumption =	2.08631 MWh	between 7200 s and 86399 s.	310	136.6	49.3
Train LOADT_105	00:00 energy consumption =	2.28256 MWh	between 7200 s and 86399 s.	310	136.6	53.9
Gjennomsnitt:						51.6

Gjennomsnittsverdi for Agenda i

Østlandsområdet:

50.3 Wh/br.tonnkm

Justert for ikke nyttiggjort tilbakematet energi ($50,3 \cdot (1 + 0,11 \cdot 0,085)$):

50.8 Wh/br.tonnkm

Godstog over Kornsjø

Train LOADT_42513	00:00 energy consumption =	4.54812 MWh	between 7200 s and 86399 s.	1380	139.6	23.6
Train LOADT_40746	00:00 energy consumption =	4.27757 MWh	between 7200 s and 86399 s.	1380	134.5	23.0
Gjennomsnitt:						23.3

Godstog over

Charlottenberg:

Train LOADT_42639	00:00 energy consumption =	4.72852 MWh	between 7200 s and 86399 s.	1580	135.5	22.1
Train LOADT_42464	00:00 energy consumption =	4.96256 MWh	between 7200 s and 86399 s.	1580	135.5	23.2
Gjennomsnitt:						22.6

Gjennomsnittsverdi for utenlandsgående

godstog i Østlandsområdet:

23.0 Wh/br.tonnkm

Vedlegg 4:
Beregning av energitap på Bergensbanen

Train	LOADT_1826 energy	consumption =	0.401527 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1828 energy	consumption =	0.399793 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1834 energy	consumption =	0.41678 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837 energy	consumption =	0.171342 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837 energy	consumption =	0.152653 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1853 energy	consumption =	-7.49E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1854 energy	consumption =	4.75E-08 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1855 energy	consumption =	-4.33E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1856 energy	consumption =	0.198374 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1857 energy	consumption =	-4.08E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1858 energy	consumption =	0.199339 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1859 energy	consumption =	-4.36E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1860 energy	consumption =	0.200304 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1861 energy	consumption =	-4.55E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1862 energy	consumption =	0.198367 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1863 energy	consumption =	-4.45E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1864 energy	consumption =	0.199336 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5501 energy	consumption =	2.29268 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5502 energy	consumption =	7.37631 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5503 energy	consumption =	1.60062 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_601 energy	consumption =	5.23088 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_602 energy	consumption =	5.5337 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_604 energy	consumption =	1.80366 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_609 energy	consumption =	4.1875 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_61 energy	consumption =	0.776422 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_610 energy	consumption =	1.64394 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_616 energy	consumption =	0.710333 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_617 energy	consumption =	0.558991 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_618 energy	consumption =	0.705775 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_619 energy	consumption =	0.686933 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_620 energy	consumption =	0.705248 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_621 energy	consumption =	0.691452 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_622 energy	consumption =	0.707358 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_623 energy	consumption =	0.682977 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_624 energy	consumption =	0.39147 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_63 energy	consumption =	3.44639 MWh	between	100 s	and	64799 s.

e_berg_plusshastighet på Signatur

Train	LOADT_66	energy	consumption =	3.56936 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_68	energy	consumption =	2.49252 MWh	between	100 s	and	64799 s.
		Laster i systemet:		168.67 MWh				
			Totalt=	216.709732				

substation	LINEBERG_I BERG_11	energy	production	=	6.8119 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEBERG_I BERG_11	reactive	production	=	12.837 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEDALE_I DALE_11	energy	production	=	13.9561 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEDALE_I DALE_11	reactive	production	=	6.75149 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEMJOL_I MJOL_11	energy	production	=	14.5723 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEMJOL_I MJOL_11	reactive	production	=	-7.3513 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHAUG_I HAUG_11	energy	production	=	8.32853 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHAUG_I HAUG_11	reactive	production	=	-3.46302 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINENESB_I NESB_11	energy	production	=	14.6786 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINENESB_I NESB_11	reactive	production	=	-2.63643 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHONE_I HONE_11	energy	production	=	16.0665 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHONE_I HONE_11	reactive	production	=	0.468279 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEASK-1-I ASK-1-G	energy	production	=	27.3516 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEASK-1-I ASK-1-G	reactive	production	=	98.6663 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINELUN-1-I LUN-1-G	energy	production	=	32.0848 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINELUN-1-I LUN-1-G	reactive	production	=	46.7154 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	SYNCHAK: Kjosfoss	energy	production	=	85.298 MWh	between	100 s	and	64799
					7.18				
			Totalt=		226.32833				

$$\text{Tapsprosent} = (1 - 216.71 / 226.33) * 100\% = 4.20 \%$$

Vedlegg 5:
Beregning av virkningsgrad for tilbakemating på Bergensbanen

Train	LOADT_1826 energy	consumption =	0.401527 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1828 energy	consumption =	0.399793 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1834 energy	consumption =	0.41678 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837 energy	consumption =	0.171342 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837 energy	consumption =	0.152653 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1853 energy	consumption =	-7.49E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1854 energy	consumption =	4.75E-08 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1855 energy	consumption =	-4.33E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1856 energy	consumption =	0.198374 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1857 energy	consumption =	-4.08E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1858 energy	consumption =	0.199339 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1859 energy	consumption =	-4.36E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1860 energy	consumption =	0.200304 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1861 energy	consumption =	-4.55E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1862 energy	consumption =	0.198367 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1863 energy	consumption =	-4.45E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1864 energy	consumption =	0.199336 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5501 energy	consumption =	2.29268 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5502 energy	consumption =	7.37631 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5503 energy	consumption =	1.60062 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_601 energy	consumption =	5.23088 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_602 energy	consumption =	5.5337 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_604 energy	consumption =	1.80366 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_609 energy	consumption =	4.1875 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_61 energy	consumption =	0.776422 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_610 energy	consumption =	1.64394 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_616 energy	consumption =	0.710333 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_617 energy	consumption =	0.558991 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_618 energy	consumption =	0.705775 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_619 energy	consumption =	0.686933 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_620 energy	consumption =	0.705248 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_621 energy	consumption =	0.691452 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_622 energy	consumption =	0.707358 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_623 energy	consumption =	0.682977 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_624 energy	consumption =	0.39147 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_63 energy	consumption =	3.44639 MWh	between	100 s	and	64799 s.

e_berg_plusshastighet på Signatur

Train	LOADT_66	energy	consumption =	3.56936 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_68	energy	consumption =	2.49252 MWh	between	100 s	and	64799 s.
		Laster i systemet:		168.67 MWh				
			Totalt=	216.709732				

substation	LINEBERG_I	BERG_11	energy	production	=	6.8119 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEBERG_I	BERG_11	reactive	production	=	12.837 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEDALE_I	DALE_11	energy	production	=	13.9561 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEDALE_I	DALE_11	reactive	production	=	6.75149 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEMJOL_I	MJOL_11	energy	production	=	14.5723 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEMJOL_I	MJOL_11	reactive	production	=	-7.3513 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHAUG_I	HAUG_11	energy	production	=	8.32853 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHAUG_I	HAUG_11	reactive	production	=	-3.46302 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINENESB_I	NESB_11	energy	production	=	14.6786 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINENESB_I	NESB_11	reactive	production	=	-2.63643 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHONE_I	HONE_11	energy	production	=	16.0665 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEHONE_I	HONE_11	reactive	production	=	0.468279 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINEASK-1-I	ASK-1-G	energy	production	=	27.3516 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINEASK-1-I	ASK-1-G	reactive	production	=	98.6663 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	LINELUN-1-I	LUN-1-G	energy	production	=	32.0848 MWh	between	100 s	and	64799
substation	LINELUN-1-I	LUN-1-G	reactive	production	=	46.7154 MVAh	between	100 s	and	64799
substation	SYNCHAK:		energy	production	=	85.298 MWh	between	100 s	and	64799
	Kjosfoss					7.18				
					Totalt=	226.32833				

Tapsprosent= $(1-216.71/226.33) * 100\% = 4.20 \%$

dynoutdat_u_tilbakemating og beregning av nytteverdi av tilbakemating

Train	LOADT_1826	energy	consumption =	0.401526 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1828	energy	consumption =	0.3998 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1834	energy	consumption =	0.416792 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837	energy	consumption =	0.17134 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1837	energy	consumption =	0.152653 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1853	energy	consumption =	2.23E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1854	energy	consumption =	4.75E-08 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1855	energy	consumption =	5.37E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1856	energy	consumption =	0.200122 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1857	energy	consumption =	5.65E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1858	energy	consumption =	0.20108 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1859	energy	consumption =	5.37E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1860	energy	consumption =	0.202045 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1861	energy	consumption =	5.18E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1862	energy	consumption =	0.200141 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1863	energy	consumption =	5.27E-02 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_1864	energy	consumption =	0.201088 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5501	energy	consumption =	2.29197 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5502	energy	consumption =	7.37635 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_5503	energy	consumption =	1.60265 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_601	energy	consumption =	7.37254 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_602	energy	consumption =	7.35278 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_604	energy	consumption =	1.80367 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_609	energy	consumption =	5.92671 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_61	energy	consumption =	1.31679 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_610	energy	consumption =	1.75262 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_616	energy	consumption =	0.710336 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_617	energy	consumption =	0.558992 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_618	energy	consumption =	0.705795 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_619	energy	consumption =	0.686947 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_620	energy	consumption =	0.705266 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_621	energy	consumption =	0.691462 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_622	energy	consumption =	0.707345 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_623	energy	consumption =	0.682993 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_624	energy	consumption =	0.391458 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_63	energy	consumption =	4.56344 MWh	between	100 s	and	64799 s.

Train	LOADT_66	energy	consumption =	4.51785 MWh	between	100 s	and	64799 s.
Train	LOADT_68	energy	consumption =	2.81116 MWh	between	100 s	and	64799 s.
			Laster=	168.670278				
			Tot	226.03656				

tilbakematet effekt til omformerstasjonene

Tilbakematet energi til omformerstasjonene på Bergensbanen:

		Tomgangstap:
Bergen	138.5 MWs	168.9 kW
Dale	181.6 MWs	337.8 kW
Mjølfjell	150.9 MWs	506.7 kW
Haugastøl	296.8 MWs	372.744828 kW
Nesbyen	491.5 MWs	372.744828 kW
Hønefoss	463.5 MWs	337.8 kW
Totalt:	1722.8 MWs	

substation	LINEBERG_I BERG_11	energy	production	=	7.40354 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEBERG_I BERG_11	reactive	production	=	12.6104 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEDALE_I DALE_11	energy	production	=	15.2631 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEDALE_I DALE_11	reactive	production	=	6.12761 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEMJOL_I MJOL_11	energy	production	=	17.1138 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEMJOL_I MJOL_11	reactive	production	=	-6.7531 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEHAUG_I HAUG_11	energy	production	=	10.4194 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEHAUG_I HAUG_11	reactive	production	=	-2.6315 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINENESB_I NESB_11	energy	production	=	15.9016 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINENESB_I NESB_11	reactive	production	=	-2.95678 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEHONE_I HONE_11	energy	production	=	16.6474 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEHONE_I HONE_11	reactive	production	=	0.607972 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEASK-1-I ASK-1-G	energy	production	=	27.5861 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINEASK-1-I ASK-1-G	reactive	production	=	98.4045 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINELUN-1-I LUN-1-G	energy	production	=	32.385 MWh	between	100 s	and	64799 s.
substation	LINELUN-1-I LUN-1-G	reactive	production	=	46.3816 MVAh	between	100 s	and	64799 s.
substation	SYNCHAK: Kjosfoss=	energy	production	=	85.3769 MWh	between	100 s	and	64799 s.
					7.12138889				

Total innmatet energi= 235.218229

Virkningsgrad av tilbakemating= 0.96321086

Tilbakematet til omformerstasjonene: 0.5 MWh (5.2 %)

Vedlegg 6:
Beregning av forbrukstall for Bergensbanen

tognummer	vekt	distanse	totalt forbruk	spesifikt forbruk [wh/br.tonnkm]
5508	780	377.46	35854.5	33.83
5508 korrigeret for feil tilleggsuttak:				
5509	780	377.46	32628.9	30.78
5509 korrigeret for feil tilleggsuttak:	880	377.46	39081	32.68
	880	377.46	35884	30.01
601	386	377.46	18845.4	35.93
601_t	386	377.46	25175	48.00
602	386	377.46	19916.5	37.97
602_t	386	377.46	24839	47.36
609	386	291.54	14971	36.95
609_t	386	291.54	20041.6	49.47
610	386			
Gjennomsnitt ekspresstog:				36.95
Kompensert for ikke nyttiggjort tilbakematet energi:				37.32
Krengeshastighet på Signatur:				
63	222	377.46	13043	43.2
63_t	222	377.46	15642	51.9
66	222	377.46	13820	45.8
66_t	222	377.46	15954	52.9
Gjennomsnitt Signatur (krengeshastighet):				44.5
Kompensering for ikke nyttiggjort tilbakematet energi= 44.5*(1+0.11*0.09)=				45.0
Plusshastighet på Signatur:				
LOADT_63	222	377.46	12407	41.1
LOADT_66	222	377.46	12850	42.6
Gjennomsnitt signatur (plusshastighet):				41.9
Kompensering for ikke nyttiggjort tilbakematet energi= 41.9*(1+0.11*0.09)=				42.3
605	470	377.46	18855	29.52
605_t	470	377.46	24811	38.85
606	470	377.46	22711.32	35.56
Gjennomsnitt nattog:				32.54
LOADT_1855	141	20.2	-0.200665	-70.353
LOADT_1856	141	20.2	0.461067	161.651
LOADT_1857	141	20.2	-0.197859	-69.37
LOADT_1858	141	20.2	0.461998	161.977
LOADT_1859	141	20.2	-0.200626	-70.34
LOADT_1860	141	20.2	0.462934	162.305
LOADT_1861	141	20.2	-0.202631	-71.043
LOADT_1862	141	20.2	0.460976	161.619
LOADT_1863	141	20.2	-0.201581	-70.675
LOADT_1864	141	20.2	0.462163	162.035
Gjennomsnitt for Flåmsbanetog:				45.8

Vedlegg 7:
Beregning av forbrukstall for Sørlandsbanen

Tognummer	Togtype				Vekt [tonn]	Distanse [km]	Spesifikt forbruk [Wh/br.t onnm]	
Signatur:								
Train LOADT_84	Type 73	energy consu =	2.53288 MWh	bel 100 s and 101099 s.	222	312	36.6 (gj.sn.hastighet=80 km/h)	
Train LOADT_73	Type 73	energy consu =	2.51242 MWh	bel 100 s and 101099 s.	222	312	36.3	
Gjennomsnitt Signatur:								
Justering for ikke nyttiggjort tilbakematet energi= $36.4 * (1 + (0.11 * 0.09)) =$				36.78	Wh/br.tonnm		36.4	
Nattog:								
Train LOADT_705	El 18 , nattog	energy consu =	3.11793 MWh	bel 100 s and 101099 s.	418.8	312	23.9	
Train LOADT_706	El 18 , nattog	energy consu =	3.07538 MWh	bel 100 s and 101099 s.	418.8	312	23.5	
Gjennomsnitt nattog:								
23.7								
Godstog:								
Train LOADT_5800	Godstog, El14	energy consu =	7.42189 MWh	bel 100 s and 101099 s.	805	307	30.0 (Feil tilleggsuttak)	
Justering på grunn av for høyt ekstrauttak:			7.42189 -	$0,16 * 17822 / :$	6.6298	805	307	26.8
Train LOADT_5805	Godstog, El14	energy consu =	7.66155 MWh	bel 100 s and 101099 s.	805	307	31.0 (Feil tilleggsuttak)	
Justering på grunn av for høyt ekstrauttak:			7.66155 -	$0,16 * 16961 / :$	6.9077	805	307	28.0
Gjennomsnitt godstog:								
27.4								

Resultater Kristiansand - Stavanger

				Forbruk				Kjørt distanse [km]	Vekt [tonn]	Spesifikt forbruk [wh/br.to nkm]	
substatic SYNCKRO:	energy	product =		4.73 MWh	between	100 s	and	99899 s.			
substatic SYNCLEI:	energy	product =		4.04 MWh	between	100 s	and	99899 s.			
substatic SYNCSIR:	energy	product =		6.55 MWh	between	100 s	and	99899 s.			
substatic SYNCKJE:	energy	product =		7.08 MWh	between	100 s	and	99899 s.			
substatic SYNCGAN:	energy	product =		6.44 MWh	between	100 s	and	99899 s.			
Lokaltog:											
Train	LOADT_3030	00:00 energy consumption	=	0.35 MWh	between	100 s	and	99999 s.	37.53	120	78.12
Train	LOADT_3035	00:00 energy consumption	=	0.34 MWh	between	100 s	and	99999 s.	37.53	120	75.50
Train	LOADT_3032	00:00 energy consumption	=	0.68 MWh	between	100 s	and	99999 s.	73.13	120	77.60
Train	LOADT_3041	00:00 energy consumption	=	0.69 MWh	between	100 s	and	99999 s.	73.13	120	78.47
Gjennomsnitt for lokaltog:										77.4	
Agendatog / Signaturtog:											
Train	LOADT_724	00:00 energy consumption	=	2.26 MWh	between	100 s	and	99999 s.	233.36	222	43.60
Train	LOADT_725	00:00 energy consumption	=	2.29 MWh	between	100 s	and	99999 s.	233.36	222	44.26
Train	LOADT_784	00:00 energy consumption	=	2.05 MWh	between	100 s	and	99999 s.	233.36	222	39.53
Train	LOADT_773	00:00 energy consumption	=	2.15 MWh	between	100 s	and	99999 s.	233.36	222	41.51
Gjennomsnitt for krengetog:										42.2	
Justering for ikke nyttiggjort tilbakematet energi= $42.2 \cdot (1 + (0.11 \cdot 0.09)) =$								42.6 Wh/br.tonnkm			
Godstog:											
Train	LOADT_5800	00:00 energy consumption	=	6.46 MWh	between	100 s	and	99999 s.	228.4	805	35.13
Justert for feil tilleggsuttak:				6.46 -	$0.16 \cdot 13092 / 3600 =$	5.877		228.4	805	31.96	
Train	LOADT_5805	00:00 energy consumption	=	5.48 MWh	between	100 s	and	99999 s.	228.4	805	29.80
Justert for feil tilleggsuttak:				5.48 -	$0.16 \cdot 9872 / 3600 =$	5.041		228.4	805	27.42	

Gjennomsnitt for godstog:

29.7

Nattog:

Train	LOADT_705	00:00 energy consumption	=	2.41 MWh	between 100 s and 99999 s.	233.36	329.5	31.32
Train	LOADT_706	00:00 energy consumption	=	2.32 MWh	between 100 s and 99999 s.	233.36	329.5	30.19

Gjennomsnitt for nattog:

30.8

Togtype	Spesifikt forbruk [Wh/br.tonnkm]
Gjennomsnitt lokaltog	77.4
Gjennomsnitt Signatur og Agendaltog	42.6
Gjennomsnitt godstog	29.7
Gjennomsnitt nattog	30.8

BanePartner- en ledende leverandør av banerettet rådgivning og prosjektering

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

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

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

Vi benytter en prosjektrettet arbeidsform for gjennomføring av alle typer oppdrag. Kvalitet settes i fokus i alle ledd og prosesser etter eget utarbeidet kvalitetssystem basert på ISO 9001.

BanePartner
Stortorvet 7
P.b. 1162 Sentrum
0107 Oslo

BanePartner
Avdeling Trondheim
Pirsenteret
7462 Trondheim

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

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

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

BanePartner er en
forretningsenhet i
 Jernbaneverket