

Prestasjonsmåling av Energiforbruk

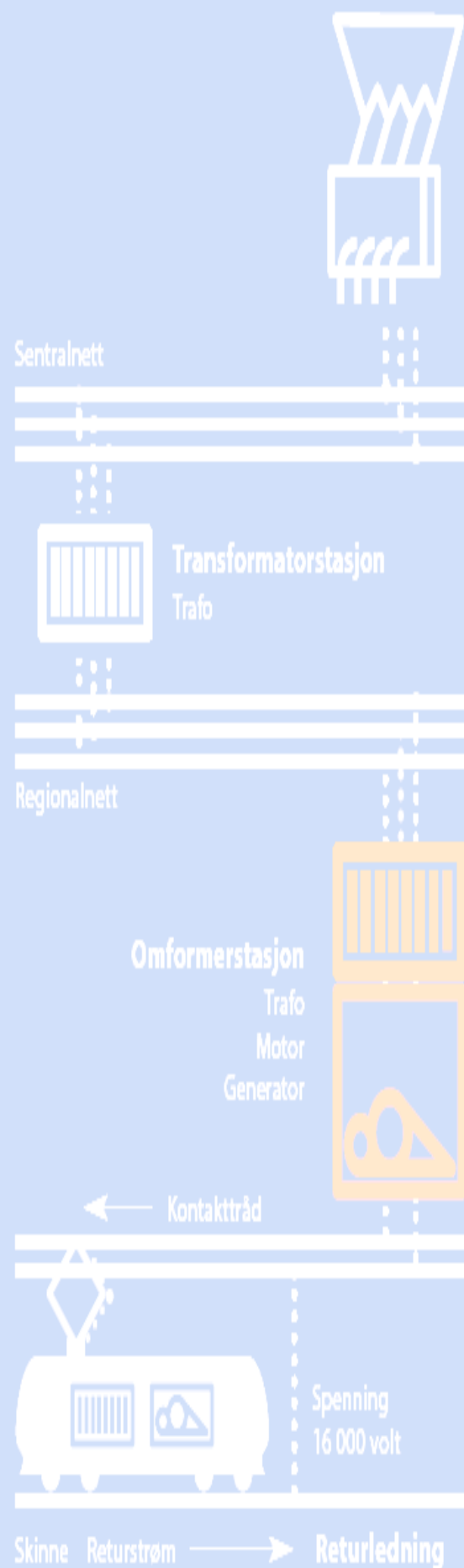
Prosjektoppgave Høsten 2007

Stud. Techn.
Andreas Hægstad



Forsyningskjede

Kraftverk



Forord

Dette er sluttrapporten i prosjektoppgaven ”Prestasjonsmåling av energiforbruk” som har blitt gjennomført høsten 2007 ved Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet, NTNU, i Trondheim.

Prosjektoppgaven er et samarbeid mellom NTNU, NSB og forskningsprosjektet PEMRO. Bjørn Andersen har vært ansvarlig faglærer og forsker Nils Olsson har vært veileder. Kontaktperson ved NSB var Jan Vetle Moen (Rådgiver, Drift økonomi).

Takk til faglærer Bjørn Andersen og veileder Nils Olsson for hjelp med denne rapporten. Vil også takke Jan Vetle Moen og Iver Wien i NSB for innspill og tilbakemeldinger, og for at jeg fikk delta på NSB sitt energiseminar.

Trondheim, 18.01.08

Andreas Hægstad

Sammendrag

Denne prosjektoppgaven omhandler prestasjonsmåling av energiforbruk med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer. I forbindelse med at det nå er installert energimålere i alle NSB sine tog ønsker de å begynne med oppfølging av energiforbruket, med hovedfokus på lokkførerne i første omgang. I tillegg tar oppgaven for seg energiforbruk ved hensetting av tog.

På arbeidet rundt energiforbruk ved hensetting er nå de store postene identifisert og mange tiltak har blitt satt i gang for redusere forbruket med resultater. I utgangspunktet er det to typer tiltak som har blitt iverksatt. Adferdstiltak i form av bevisstgjøring og pålegging av bedre rutiner, og tekniske tiltak i form av ombygninger og tilrettelegning av teknikken for å oppnå lavere forbruk og enklere rutiner. Det finnes fortsatt et stort sparepotensial igjen enda, og da spesielt rundt økt bruk av varmpost og ved å unngå opprigget hensetting.

Det er viktig at prestasjonsmålesystemer inkluderer alle organisatoriske nivåer, og det er avhengig av støtte fra alle nivåer for å oppnå suksess. Prestasjonsmålingen kan være et verktøy for å kommunisere hva som er viktig for organisasjonen, og gi alle et felles mål å jobbe mot. For å oppnå suksessfull prestasjonsmåling er viktig å identifisere viktig interessenter og hvilke hindringer man må ta hensyn til i forhold til disse. For å oppnå tidsriktig og konstruktiv tilbakemelding er hensiktsmessig å analysere og evaluere hvilke indikatorer, rapportbehov og rapportformat de enkelte interessentene har behov for. I denne oppgaven er organisasjonen delt inn tre organisatoriske nivåer, toppledelse, administrasjon og operatører.

Nå som NSB har tilgang på energidata fra alle NSB Persontog sine tog vil behovet for prestasjonsmåling være tilstede. På mange områder kan det være til stor nytte å ha prestasjonsmåling for å følge opp prosjekter og tiltak som er i gang. I NSB finner man interessenter på alle organisatoriske nivå fra konsernledelse til lokkfører. Disse har alle behov for tilbakemeldinger på NSB sitt energiforbruk med forskjellig detaljeringsgrad.

I NSB har ENØK-arbeid allerede forankring både i toppledelsen og administrasjonen gjennom NSB sin miljøprofilen. Operatørene ved lokkførere og lokkførerledere, har ikke den samme grad av forankringen i NSB sin miljøstrategi. Det derfor viktig å følge opp denne gruppen så ikke prestasjonsmålesystemet jobber mot sin hensikt. Målet er øke lokkførers motivasjonen for eget arbeid og energisparing, og med dette oppnå en bevisstgjøring og en holdningsendring som vil bidra til lavere energiforbruk.

Oppfølging av lokkførerne vil bli en viktig del av NSB prestasjonsmålesystem på energiforbruk. Lokkførerne er organisert under en lokkførerleder etter hvilke område de tilhører, og det vil være naturlig at lokkførerleder vil spille en viktig rolle i oppfølging av egne lokkførere. Tilbakemelding på energiforbruket kan baseres på lokkførerens eget forbruk eller gruppens forbruk. Dette kan gjøres ved grafiske fremstillinger av energiforbruk som henges opp i oppholdsrom, og som kan være tilgjengelig gjennom NSB planlagte web-baserte rapporteringssystem.

Prestasjonsmåling av energiforbruk vil gi NSB et godt grunnlag for fremtidig forbedringsarbeid.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag.....	iii
Figurliste.....	vi
Tabelliste.....	vi
Rammeliste.....	vi
1 Innledning.....	1
1.1 Omfang.....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Mål.....	1
1.4 Avgrensning.....	2
1.5 Oppbygning.....	2
1.6 Metodikk.....	3
2 Prestasjonsmåling og oppfølging på ulike organisatoriske nivåer.....	5
2.1 Innledning.....	5
2.2 Hvorfor måle prestasjon.....	7
2.2.1 Organisasjonen.....	9
2.2.2 Toppledelse.....	9
2.2.3 Administrasjon.....	10
2.2.4 Operatører.....	11
2.2.5 Oppsummert.....	11
2.3 Hindringer og utfordringer ved prestasjonsmåling.....	12
2.3.1 Organisasjonen.....	12
2.3.2 Toppledelse.....	13
2.3.3 Administrasjon.....	13
2.3.4 Operatører.....	14
2.4 Indikatorer.....	15
2.4.1 Indikatorer på ulike organisatoriske nivåer.....	15
2.5 Organisatoriske nivåer ved etablering av et prestasjonsmålesystem.....	17
2.5.1 Top-down.....	17
2.5.2 Bottom-up.....	18
2.6 Rapportgenerering og rapportering.....	18
3 Energiforbruk ved hensetting.....	20
3.1 Innledning.....	20
3.2 Tidligere energieffektiviserings arbeider.....	20
3.3 Metoder for hensetting.....	22
3.4 Tiltak.....	23
3.4.1 Adferds tiltak.....	24
3.4.2 Tekniske tiltak.....	25
4 Energimåling i NSB.....	27
4.1 Tidligere måling.....	27
4.2 Måling av energiforbruk ved fremføring.....	28
4.3 Måling av energiforbruk ved hensetting.....	30
5 Prestasjonsmålesystem for energiforbruk hos NSB.....	32
5.1 Interessenter.....	32
5.1.1 Toppledelse.....	32
5.1.2 Administrasjon.....	33
5.1.3 Operatører.....	34
5.1.4 Andre.....	34

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

5.2	Interessenter og indikatorer	34
5.2.1	Toppledelsen	34
5.2.2	Administrasjonen	35
5.2.3	Operatører.....	35
5.3	Rapportering.....	35
6	Case: Oppfølging av lokkføre	37
6.1	Medarbeidertilfredshet blant lokkførerne.....	37
6.2	Alternativer til rapportering	37
6.2.1	Enkle tognummer	38
6.2.2	Alle tognummer på strekningen	40
6.2.3	Utvalgte tognummer på strekningen	41
6.2.4	Trend	41
6.2.5	Evaluere egen kjøring.....	42
7	Andre muligheter for NSB ved prestasjonsmåling av energiforbruk.....	45
7.1	Evaluerer av strekninger.....	45
7.2	Energimålingen for jevnlig oppdatering av nøkkeltall for avregning	47
8	Konklusjon	49
8.1	Oppgavens konklusjon	50
8.2	Feilkilder og begrensninger.....	51
8.3	Måloppnåelse	51
9	Kilder.....	52
10	Vedlegg	54

Figurliste

Figur 1.1: Oppgavens oppbygging	3
Figur 2.1: Organisatoriske nivåer	5
Figur 2.2: Balanced scorecard	6
Figur 2.3: Organisasjonsspråk (Juran, 1988)	7
Figur 2.4: Prestasjonsmålingens og organisasjonens overordnede mål	8
Figur 2.5: PDSA-sykel (Deming, 2000).....	10
Figur 2.6: Prestasjonsmålings hensikt på ulike organisatoriske nivåer.....	11
Figur 2.7: Indikatorer på ulike organisatoriske nivåer	16
Figur 2.8: Mulig sammenheng mellom indikatorer på ulike organisatoriske nivåer	17
Figur 3.1: Tiltak for energiøkonomisering	21
Figur 3.2: Metoder for hensetting	22
Figur 4.1: Energimålerenhet.....	28
Figur 4.2: Prinsippskisse av NRESS-systemet.....	29
Figur 4.3: EOS-logg graf på forbruk og temperatur.....	31
Figur 4.4: Prinsippskisse av NRESS-system for varmpost	31
Figur 6.1: Eksempel, avvik i forhold til månedsmål per avgang	38
Figur 6.2: Eksempel, avvik i forhold til månedsmål per uke	39
Figur 6.3: Eksempel, avvik i prosent i forhold til månedsmål per uke	39
Figur 6.4: Eksempel, avvik for flere tognummer per uke i forhold til månedsmål.....	40
Figur 6.5: Eksempel, snittavvik i prosent for alle tognummer på strekning Skien - Oslo	40
Figur 6.6: Fordeling av energi og passasjerer i løpet av døgnet	41
Figur 6.7: Eksempel, snittforbruk trend	42
Figur 6.8: Total energibruk over tid, Bergen - Oslo.....	43
Figur 6.9: Energibruk per fem minutter, Bergen - Oslo.....	43
Figur 7.1: Sammenligning av totalt energiforbruk mellom EL-18 og Tp 73.....	45
Figur 7.2: Energidata knyttet opp mot kartdata.....	46
Figur 7.3: Energiforbruk knyttet opp mot kartdata	47
Figur 8.1: Prestasjonsmålesystemet oppsummert	49

Tabellliste

Tabell 3.1: Forbruk ved hensetting	23
Tabell 4.1: Nøkkeltall ved togfremføring	27
Tabell 4.2: Nøkkeltall ved hensetting	28
Tabell 4.3: Utdrag fra energidata	30
Tabell 7.1: Nøkkeltall.....	48

Rammeliste

Ramme 1.1: Definisjon av metode	3
Ramme 2.1: Grunner for å måle.....	8
Ramme 2.2: Prestasjonsmålingens hensikt i organisasjonen som helhet.....	9
Ramme 2.4: Prestasjonsmålingens hensikt hos toppledelsen.....	9
Ramme 2.5: Prestasjonsmålingens hensikt hos administrasjon	10
Ramme 2.6: Prestasjonsmålingens hensikt hos operatørene	11
Ramme 3.7: hindringer og utføringer ved prestasjonsmåling	12
Ramme 2.8: sitat Albert Einstein	13
Ramme 2.9: Metoder for å oppnå toppledelsen støtte.....	13
Ramme 2.10: Unnskyldninger for høyt energiforbruk ved hensetting hos NSB	14

Ramme 2.11: Typer målinger.....	15
Ramme 2.12: Organisatoriske nivåers rolle for å skape verdi	15
Ramme 2.13: Metoder for design av et prestasjonsmålesystemet	17
Ramme 2.14: Ulike rapportformater	18
Ramme 3.1: Dagens situasjonen ved hensetting	20
Ramme 3.2: NSB sine mål i ENØK-prosjektet på hensetting.....	21
Ramme 3.3: Gruppering av tiltak og eksempler hva de innebærer.....	24
Ramme 3.4: Rutineendringer i forbindelse med ENØK på hensetting	24
Ramme 3.5: NSB sine tekniske tiltak ved ombygging og oppgradering.	25
Ramme 4.1: Måleverdiens innhold	29
Ramme 5.1: Mulige interressesenter ved energi oppfølging.....	32
Ramme 5.2: Utdrag fra NSB sitt miljøregnskap	33
Ramme 5.3: Indikatorer for oppfølging av energiforbruk ved elektrisk togtransport.....	34
Ramme 5.4: Indikatorer for toppledelsen.....	35
Ramme 5.5: Indikatorer for administrasjon	35
Ramme 5.6: Indikatorer for operatør.....	35
Ramme 5.7: Rapportbehov på ulike organisatoriske nivåer hos NSB	36
Ramme 6.1: Alternativer ved tilbakemelding til lokkfører	38

1 Innledning

1.1 Omfang

Denne prosjektoppgaven ble påbegynt den 31. august 2007 og skulle etter planen avsluttes 18. desember 2007. Dette tilsvarer et omfang på ca 24 timer per uke. På grunn av en 30 prosent stilling som vitenskapelig assistent dette semesteret er innlevering utsatt til 18. januar 2008. I tillegg til denne rapporten er det også utarbeidet en forstudierapport og en fremdriftsrapport/statusrapport per 15. oktober.

1.2 Problemstilling

På de fleste tog i Norge har det blitt installert energimålere etter at Jernbaneverket innførte nytt avregningssystem fra 1.1.2007. NSB har installert energimålere på alle sine tog. Energidata sendes fra toget og lagres i en database i hovedsak for energiavregning. Disse dataene kan også brukes til å gi en tilbakemelding om det er god energieffektivitet i forhold til produksjon.

Oppgaven går ut på å skissere et prestasjonsmålesystem for energiforbruk. Dette inkluderer å vurdere hvordan dataene for energiforbruk bør presenteres på ulike nivåer i organisasjonen, fra lokfører til direktørnivå (hvilke indikatorer, rapportering, presentasjoner osv kan være aktuelle), og hvordan de bør brukes for å oppnå best mulig energieffektiv produksjon. Analysere kan utføres for ulike banestrekninger, togtyper (hvilke tog passer til ulike banestrekninger rent energimessig), gjøre sammenligninger med gammel og ny avregning, vurdere nye nøkkeltall for energiforbruk m.m.

Oppgaven utføres i samarbeid med NSB og forskningsprosjektet PEMRO.

1. Gjennomføre et litteraturstudium om energiforbruk i jernbanedrift med fokus på de områder som ikke er dekket av tidligere studentoppgaver. Litteraturstudiet skal komplettere tidligere litteraturstudier som har fokusert på kjøreteknikk og ruteplan. Aktuelle områder inkluderer energiforbruk under hensetting av tog.
2. Gjennomføre et litteraturstudium og sammenstille kunnskapsgrunnlag om prestasjonsmåling med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer
3. Beskrive og illustrere ulike alternativer til hvordan NSB kan utforme et prestasjonsmålesystem for energiforbruk tilpasset ulike nivåer i organisasjonen.

1.3 Mål

Denne prosjektoppgaven er delt inn i fire deler, en prosjektstyringsdel og tre deloppgaver som danner hovedoppgaven. Oppgaven skal også danne et grunnlag for videre arbeid i en eventuell masteroppgave.

Prosjektstyringsdelen skal ta for seg oppgaven som et prosjektarbeid. Målet er å kunne benytte seg av erfaringer, kompetanse og verktøy som finnes innen prosjektstyring ved gjennomføringen. Det vil her være viktig å planlegge tid og ressurser nøye så tidsfristene og milepælene overholdes.

I del en av oppgaven er målet å oppnå innsikt i relevant informasjon rundt energiforbruk i togdrift med hovedfokus med hensetting/parkering av tog. Det vil også være viktig å komplimentere tidligere studier gjort rundt energiforbruk.

Del to skal gi en innføring i prestasjonsmåling med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer gjennom et litteraturstudium.

I del tre er målet å komme frem til alternativer til hvordan NSB kan utforme og innføre et prestasjonsmålesystem for energiforbruk tilpasset de ulike nivåene i organisasjonen, og som vil skape best mulig grunnlag for energieffektiv utvikling. Viktige temaer som skal behandles er indikatorer, rapportering og presentasjonsformat, og hvor i organisasjonen de bør presenteres. Jeg har også som mål å benytte meg av virkelige tall fra NSB i størst mulig grad.

1.4 Avgrensning

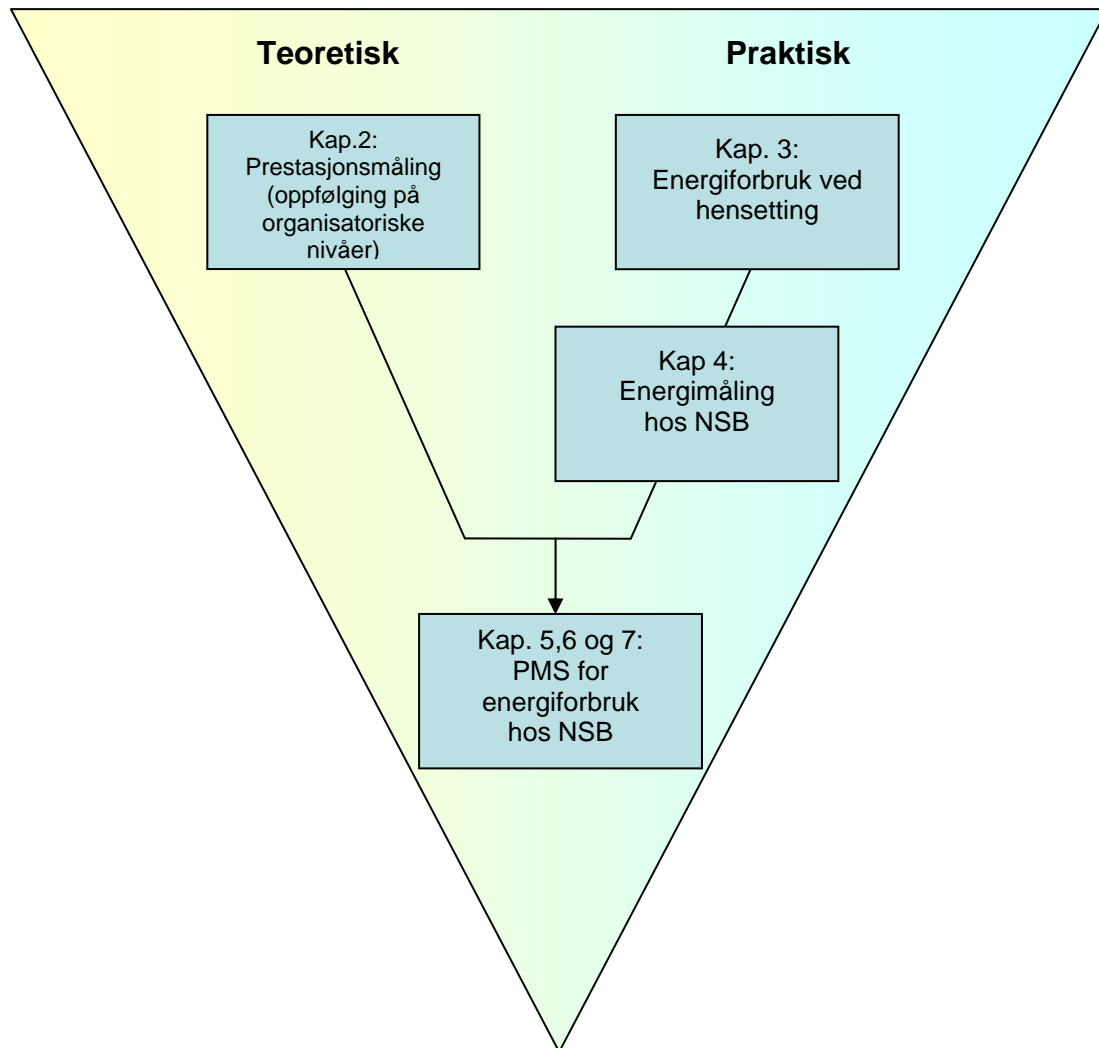
Etter samtale med Jan Vetle Moen i NSB vil del en i utgangspunktet kun omhandle energiforbruk rundt hensetting av tog. Tidligere har det vært noe fokus på bruk av varmepost ved hensetting og endring av hensettingsrutiner, men det har vært lite fokus på nye metoder for hensetting av tog.

Litteraturstudiet om prestasjonsmåling vil basere seg på litteratur, artikler og annen fagkompetanse, og vil danne et grunnlag for å skissere et prestasjonsmålesystem for NSB. I samråd ved veileder og kontaktperson i NSB er den praktiske delen begrenset til å beskrive et mulig prestasjonsmålesystem, og ulike alternativer for oppfølging av lokkførere.

1.5 Oppbygning

Som nevnt tidligere er oppgaven delt inn i tre deler. Kapittel tre; litteraturstudiet som tar for seg prestasjonsmåling, vil danne noe av det teoretiske grunnlaget for å beskrive et prestasjonsmålesystem for NSB. Kapittel fire som ser nærmere på energiforbruk ved hensetting og kapittel fem som tar for seg energimåling hos NSB vil danne noe av det praktiske grunnlaget for å beskrive et prestasjonsmålesystem for energiforbruk. Disse kapitlene baserer seg på litteratur, artikler og fagmiljøer rundt temaene.

Kapittel seks vil skissere et prestasjonsmålesystem for NSB på bakgrunn teorien fra de tidligere kapitlene og samtaler og erfaringer fra NSB. Denne delen vil ta for seg de ulike interessentene og se nærmere på oppfølging av lokkførere.



Figur 1.1: Oppgavens oppbygging

1.6 Metodikk

For å besvare en oppgave som denne kreves det innsikt og kunnskap, og da trenger man metoder og verktøy for å tilegne seg denne innsikten og kunnskapen. Dette kapittelet vil beskrive ulike metoder som er brukt i denne prosjektoppgaven.

En metode er et verktøy for å løse problemer og oppnå ny forståelse

Ramme 1.1: Definisjon av metode (Holme & Solvang,(1991))

Man skiller hovedsaklig mellom to ulike metoder; kvalitative og kvantitative metoder. Dette gjøres på bakgrunn av hvilke data som er tilgjengelig og etter hvilke form disse er på, (Holme & Solvang, 1991). Kvantitativ metode er en formalisert og strukturert metode der statiske målemetoder spiller en sentral rolle. Data omformes til tall for å deretter gjennomføre en statistisk analyse. Kvalitativ metode innebærer liten grad av formalisering og har som hovedmål å skape forståelse. Det er forskerens tolkning og forståelse som står i forgrunn.

Kvalitative og kvantitative metoder står ikke i motsetning til hverandre, og ofte er det nødvendig å blande metodene for å gjennomføre en god analyse. I denne oppgaven blir begge metodene brukt, kvantitative ved behandling av prestasjonsdata og kvalitative ved forståelse og tolkning av litteratur.

Innsamling av informasjon til denne oppgaven har i hovedsak bestått av litteratursøk og samtaler. Litteratursøket har i for det meste gått gjennom NTNU sine resurser, bibliotek, artikkeldatabaser og tidsskrifter, fagmiljø ved NTNU og SINTEF og gjennom NSB og andre togrelaterte ressurser.

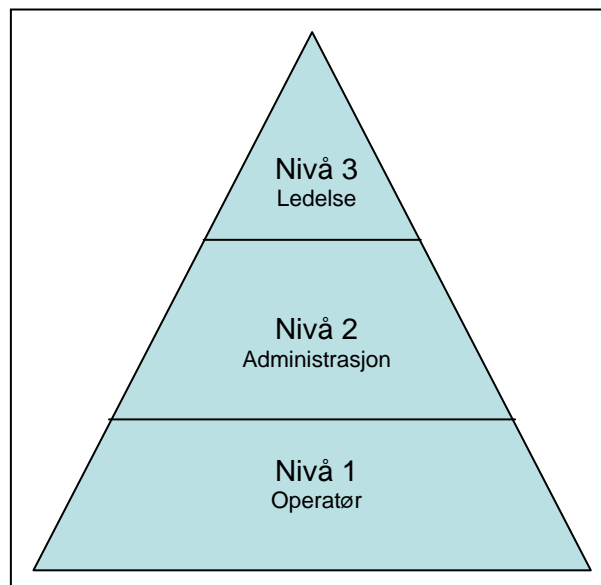
I tillegg har jeg hatt samtaler og intervjuer med nøkkelpersoner hos NSB og hos andre togrelaterte kilder. Hos NSB har jeg hatt samtaler gjennom besøk hos NSB, telefon og e-post, og i de andre tilfellen har det hovedsakelig vært basert på samtaler og intervjuer utført på e-post.

I arbeidet med skissering av prestasjonsmålesystem for NSB har jeg laget flere eksempler basert på energidata hentet fra de nye energimålerne. Denne dataen har blitt manuelt lastet ned og behandlet. Databehandlingen har foregått i regneark (excel), og har vært en tidkrevende jobb på grunn av den store datamengden.

2 Prestasjonsmåling og oppfølging på ulike organisatoriske nivåer

I dette kapittelet ses det nærmere på prestasjonsmåling med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer. De første delkapittelene vil ta for seg hensikten, fordelene, hindringene og problemene ved bruk av prestasjonsmåling forsøkt knyttet opp mot ulike nivåer i en organisasjon. Videre vil viktige punkter være betydningen av å inkludere hele organisasjonen i prestasjonsmålesystemet, og bruk av målinger og indikatorer på de ulike organisatoriske nivåene.

Denne delen av oppgaven skal legge noe av grunnlaget for den siste delen som går på å skissere et prestasjonsmålesystem for energiforbruk i NSB. NSB ønsker å ta hensyn til og følge opp de berørte organisatoriske nivåene, som ved en grov inndeling er toppledelse, administrasjon bestående av drift, materiell, plan osv, og operatører som i hovedsak er lokkførere og lokkførerledere. Målet med denne delen er derfor å knytte litteraturen på emnet opp mot de ulike organisatoriske nivåene. Underveis i kapitelet oppsummeres derfor litteraturen i en modell som deler en organisasjon inn i ledelse, administrasjon og operatører. (figur 2.1)



Figur 2.1: Organisatoriske nivåer

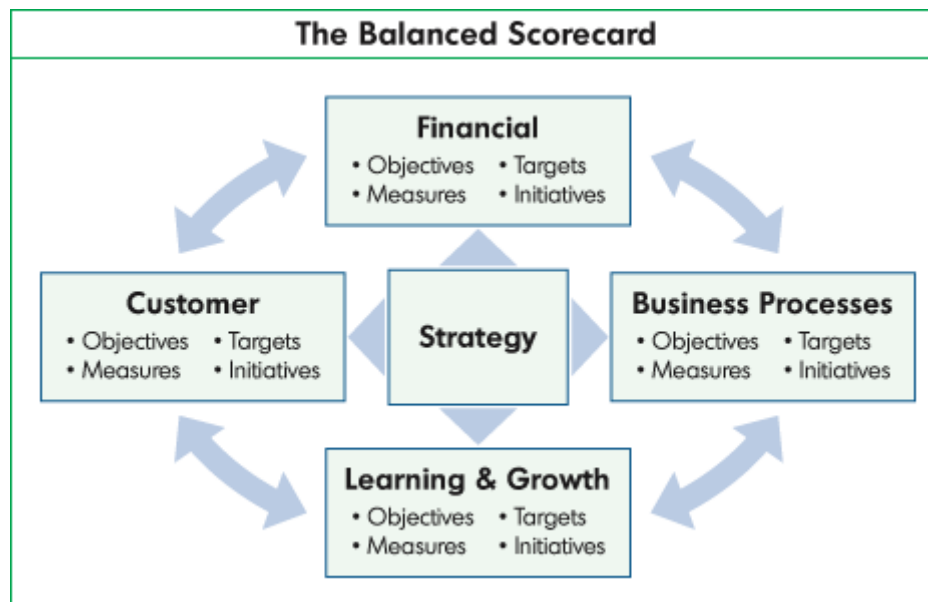
2.1 Innledning

Å måle sine egne prestasjoner er et velkjent fenomen, vi har en trang til å vite hvor i terrenget vi ligger i forhold til tidligere resultater og i forhold til andre. Problemet er at vi for ofte baserer oss på reaktive målinger som kun forteller oss hvor vi er etter endt periode, og ikke gir oss noen hint om hva vi bør gjøre for å forbedre oss videre fremover. Finansielle mål er et godt eksempel på en reaktivmåling. De kan gi en svært god oversikt over en organisasjons tidligere prestasjoner og hendelser, men de sier ingenting om fremtiden. Gode økonomiske

resultater i første kvartal sier ikke noe om hva man kan forvente i andre kvartal. (Niven, 2002)
Finansielle mål reflekterer ikke hva som virkelig foregår i bedriften.

Dagens prestasjonsmålesystemer har blitt utvidet fra å i hovedsak basere seg på kortsiktige mål til også å inkludere mål fra de andre aspektene av en organisasjon som påvirker en organisasjons prestasjoner. Fokuset skal flyttes fra å kun se på bakoverskuende mål til å også se på de fremadskuende. Kraften av et balansert strategisk prestasjonsmåle system er å forstå viktigheten av både reaktive og preaktive mål. Dette gir organisasjonen mulighet til balansere tidligere resultater med fremtidige prestasjonsdrivkraft. (Nair, 2004)

Balanced Scorecard er en metode som igjennom fire ulike perspektiver prøver å balansere prestasjonsmålings fokus. Måling gjennom ulike perspektiver skal gi en ønsket balanse mellom kortsiktige mål og langsiktige mål, bakoverskuende prestasjonsmål og fremadskuende prestasjonsmål, og kvantitative mål og kvalitative mål. Balanced Scorecard skal være et rammeverk som hjelper til med oversette organisasjonens strategi til kontrollerbare målinger (Kaplan og Norton, 1996).

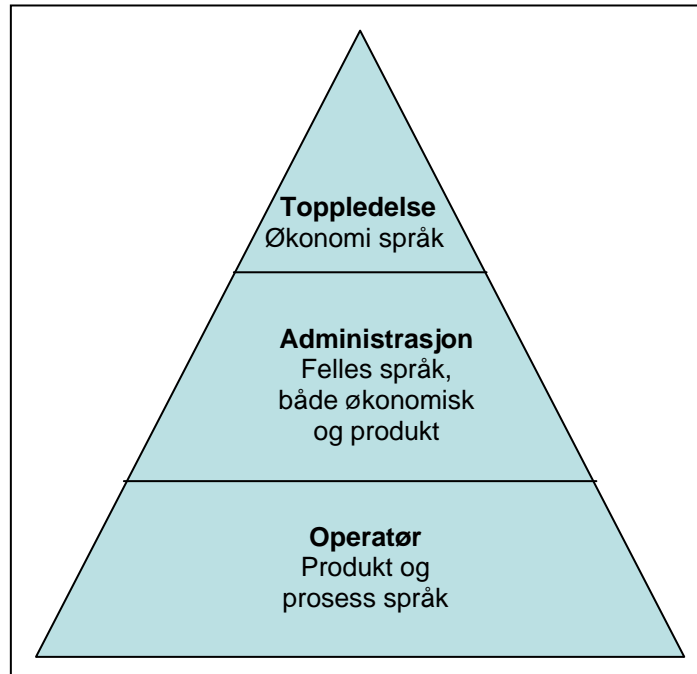


Figur 2.2: Balanced scorecard

I et helhetlig prestasjonsmålesystem er det viktig at alle organisatoriske nivåer blir inkludert. Det er ikke bare toppledelsen som trenger tilbakemelding på sine og organisasjonens prestasjoner, noe som tidligere har vært tilfelle. De store forbedringene i prestasjon kommer når man inkluderer alle berørte parter helt ned til operatør nivå (Bourne, Kennerly, Martinez, 2005). Det er nødvendig å inkludere hele organisasjonen for å oppnå et felles mål og for å kommunisere organisasjonens strategi til alle (Niven, 2005). Hva som skal måles og hvilke indikatorer som skal brukes vil være forskjellig på de ulike nivåene av en organisasjon. For å oppnå best effekt trenger de ulike nivåene forskjellig oppfølging, målinger og indikatorer. En direktør vil ha andre krav til indikatorer enn en operatør i produksjonen.

Juran (1988) mener dette kommer av at de ulike organisatoriske nivåene har ulikt språk, toppledelsen snakker et økonomibasert språk mens operatører og deres nærmeste ledelse snakker produkt- eller prosessbasert språk. Administrasjonen må kunne snakke begge språk,

og blir et kommunikasjonsledd mellom toppledelsen og operatørene. Dette gjør at også indikatorene i et prestasjonsmålesystem vil forandre seg etter hvilke organisatorisk nivå vi befinner oss på og etter hvem som skal være mottaker. Grunndataene vi baserer indikatorene på kan være lik, men indikatoren må presenteres i det språket som gjør at mottaker kan dra mest nytte av den.



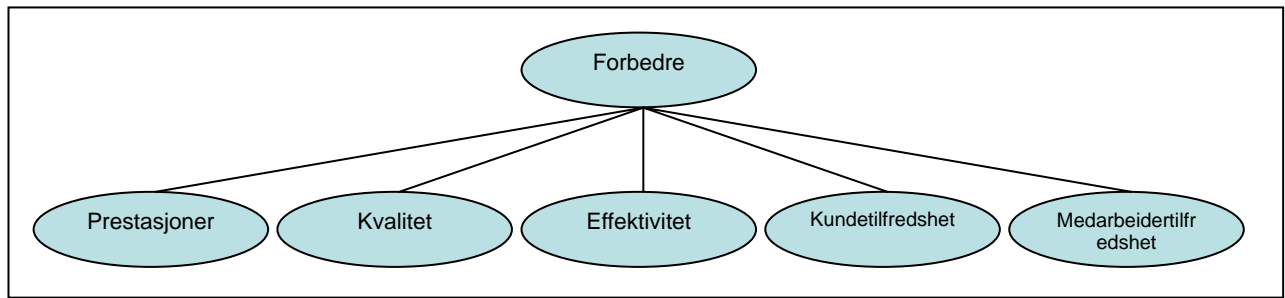
Figur 2.3: Organisasjonsspråk (Juran, 1988)

2.2 Hvorfor måle prestasjon.

Ved riktig bruk kan måling av prestasjon kan bringe med seg mange positive effekter. Et velkjent sitat av James Harrington (1991) som går igjen innen prestasjonsmåling er:

Hvis det ikke kan måles, kan det ikke kontrolleres, kan det ikke kontrolleres, kan det ikke styres, kan det ikke styres, kan det ikke forbedres.

Det er nettopp dette som er prestasjonsmålings overordnende hensikt, forbedring. Waal (2007) sier at et prestasjonsmålesystem må være knyttet opp mot organisasjonens strategiske mål. Der de strategiske målene er å forbedre prestasjoner, effektivitet, kvalitet, kundetilfredshet og medarbeidertilfredshet, og prestasjonsmålesystemet er et verktøy for å oppnå disse forbedringene. For å oppnå forbedringer innen alle de strategiske feltene kreves det er velbalansert prestasjonsmålesystem, der både harde mål, eksempel finansielle, og myke mål, eksempel kundetilfredshet, er inkludert og vektet fornuftig. Helhetlig prestasjonsmålesystem er designet nettopp for å sikre at organisasjonens prestasjoner er balansert med både finansielle og ikke finansielle mål. Det skal være et retningsverktøy for å sørge for at organisasjonens strategi blir implementert på alle nivåer i organisasjonen (Nair, 2004). Å knytte organisasjonens strategi opp imot forbedring av prestasjoner gjennom prestasjonsmåling kan ses på som prestasjonsmålingens overordnede mål.



Figur 2.4: Prestasjonsmålingens og organisasjonens overordnede mål

I tillegg til å være et verktøy for å oppnå organisasjonens strategiske mål har måling av prestasjon flere positive hensikter eller effekter i organisasjonen. Spitzer (2007) har identifisert 10 grunner til å måle prestasjon.

1. **Måling styrer adferd.** De fleste arbeidere opererer bevist eller ubevist etter antakelsen ” fortell meg hvordan du måler meg, og jeg skal fortelle deg hvordan jeg vil oppføre meg”.
2. **Måling synliggjør prestasjon.** Hvis det ikke blir målt, kan det heller ikke bli styrt.
3. **Måling fokuserer oppmerksomheten.** Det som blir målt blir ofte sett på som det viktigste.
4. **Måling gjør forventningene klarere.** Målinger er den beste måte for ledelsen å kommunisere hva som er viktig og hva som forventes til arbeiderne.
5. **Måling øker objektiviteten.** Måling er essensielt for å kunne lede basert på fakta, og ikke sjarm og personlighet.
6. **Måling forbedrer utførelse.**
7. **Måling fremmer overensstemmelse.** Systemer som ikke blir målt er ofte systemer med stor varians.
8. **Måling forenkler tilbakemelding.** Tilbakemelding i form av tidsriktige og relevante målinger er viktigste navigeringsinstrumentet for både individ og organisasjon.
9. **Måling forbedrer beslutningsgrunnlaget.** Den største grunnen til at det tas feil beslutninger er på grunn av dårlig eller ikke eksisterende data. En presis måling kan være bedre enn tusen subjektive meninger.
10. **Måling fremmer forståelse.** Læring er en viktig del av måling, og med systematisk måling av en prosess vil dette øke forståelsen for prosessen.

Ramme 2.1: Grunner for å måle (Spitzer, 2007)

De fleste nevnte grunnene til å måle prestasjon har positiv hensikt på alle de organisatoriske nivåer, men noen er mer viktige for enkelte nivåer enn andre. I de neste del kapitelene vil det ses nærmere på hva som etter min oppfatning er noen av de viktigste grunnene til å måle i forhold til organisasjonen som en helhet, toppledelsen, administrasjonen og operatørene.

2.2.1 Organisasjonen

- Kommunisere strategien i hele organisasjonen
- Bevisstgjøring
- Tilbakemelding

Ramme 2.2: Prestasjonsmålingens hensikt i organisasjonen som helhet

Som nevnt tidligere er en av de viktigste hensiktene til prestasjonsmåling å være et hjelpemiddel til å kommunisere strategien til alle nivåer av organisasjonen. Det er da viktig å knytte de strategiske målene til operasjoner i organisasjonen som igjen kan bli målt. Operasjonene som måles blir ofte sett på som de viktigste operasjonene, det blir en bevisstgjøring på hva som er viktig for organisasjonen. Ved å fokusere oppmerksomheten vil individene, avdelingene og funksjonene vite hvordan de bidrar for å oppnå deres strategiske oppdrag både separat og sammen. Dette vil være med på å sikre at alle organisasjonen arbeider mot et felles mål.

En av de viktigste grunnene å måle prestasjon er muligheten for å gi ansatte tilbakemelding på jobben de gjør (Andersen og Fagerhaug, 2002). Tangen (2005) sier at et suksessfullt prestasjonsmålesystem er et sett med prestasjonsmål som gir organisasjonen nyttig informasjon som kan hjelpe til med å lede, kontrollere, planlegge og utføre aktivitetene til organisasjonen. Tilbakemelding kan gi positive effekter ved økt motivasjon for eget arbeid og for forbedringstiltak. Tilbakemelding er en god måte å følge opp ansatte på alle nivåer, og er viktig som en god måte å involvere operatørene.

The purpose of performance measurement is to motivate behaviour leading to continuous improvement in customer satisfaction, flexibility, and productivity.

Ramme 2.3: Sitat Lynch and Cross, 1991

2.2.2 Toppledelse

- Bedre beslutningsgrunnlag
- Bedre tilfredsstillelse av interessenter
- Synliggjøre prestasjoner
- Fokuserer oppmerksomhet

Ramme 2.4: Prestasjonsmålingens hensikt hos toppledelsen

Toppledelsen har et ansvar for å sikre drift, og da kan det være god støtte i måling av prestasjoner. Måling kan gi indikasjoner på hvor bra eller dårlig man gjør det, og uten måling kan det være vanskelig å skille suksess fra fiasko (Halachmi, 2005). Hvis man ikke kan synliggjøre om prestasjoner er bra eller dårlig kan man fort repetere gamle feil og holde en kurs som er ulønnsom for lenge før man ser at det er feil retning. Ved å bruke prestasjonsmålingen som et varslingsystem som fokuserer operasjonelle prestasjoner kan man få den viktige tidlige tilbakemelding (Andersen og Fagerhaug, 2002). Dette vil gi et godt beslutningsgrunnlag som kan gi toppledelsen grunnlag for bedre styring av organisasjonen.

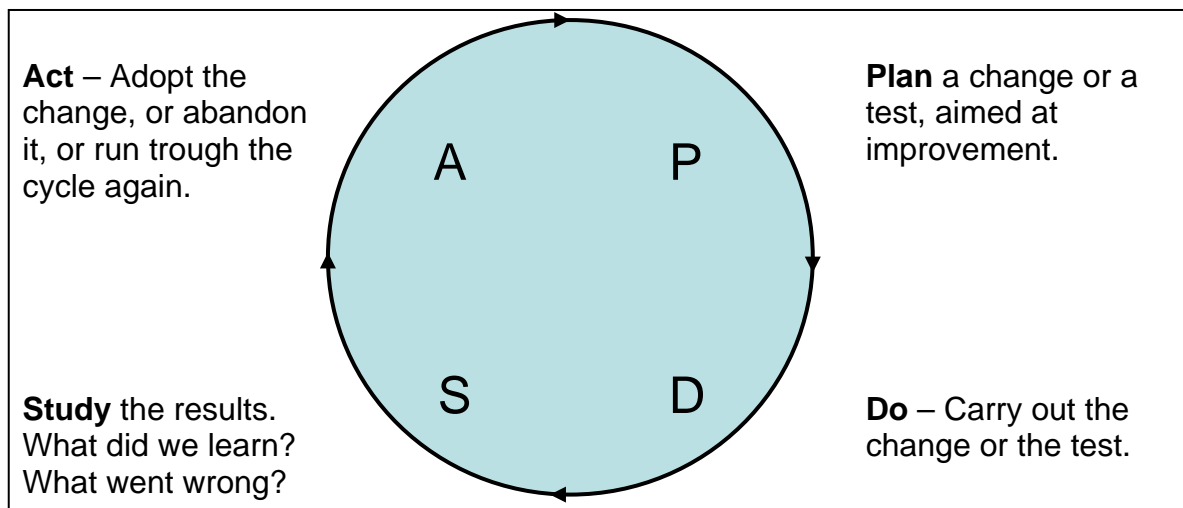
Prestasjonsmåling er også viktig for oppnå gode og nøyaktige resultater som kan støtte beslutningsgrunnlaget og som kan kommuniseres videre ut til interessenter. For å tilfredstille inntresenter er det viktig å presentere nødvendige og nøyaktige resultater. De er avhengig av at organisasjonen oppnår gode resultater, og prestasjonsmåling er god måte å kommunisere med sine interessenter som om nødvendig kan mobilisere støtte. Uten måling kan en undergrave sin egen evne til å kommunisere med viktige interessenter. (Halachmi, 2005)

2.2.3 Administrasjon

- Bedre beslutningsgrunnlag
- Fokuserer oppmerksomhet
- Enklere og bedre tilbakemelding
- Bedre forståelse (evaluering)

Ramme 2.5: Prestasjonsmålingens hensikt hos administrasjon

Med et godt prestasjonsmålesystem i ryggen vil alle nivåer i organisasjonen enklere og bedre få den tilbakemeldingen de trenger. Administrasjonene trenger gode indikatorer for å forstå, evaluere og forbedre de prosessene og operasjonene de arbeider med (Decoene og Bruggeman, 2006). Prestasjonsmålingen kan knyttes opp mot en forbedringssyklus (PDSA syklus), der prestasjonsmålingen kan ses på som noe av grunnlaget for ”study-fasen” hvor man evaluerer resultatene man har fått. En god evaluering vil gi oss et bedre beslutningsgrunnlag vi kan ta med oss videre når vi må ta en avgjørelse under ”act-fasen”, se figur 3.5.



Figur 2.5: PDSA-sykel (Deming, 2000)

Måling av prestasjoner spiller også vesentlig rolle i hvor vi vil legge vårt fokus. Det som måles vil bli fokusert på av organisasjonen, det som ikke blir målt faller ofte uten for interesse eller bevisstheten (Lehr & Rice, 2005). Prestasjonsmålingen kan bidra til å identifisere hvilke områder innen organisasjonen som trenger forbedring for å holde følge med krav og etterspørsel (Andersen og Fagerhaug, 2002).

2.2.4 Operatører

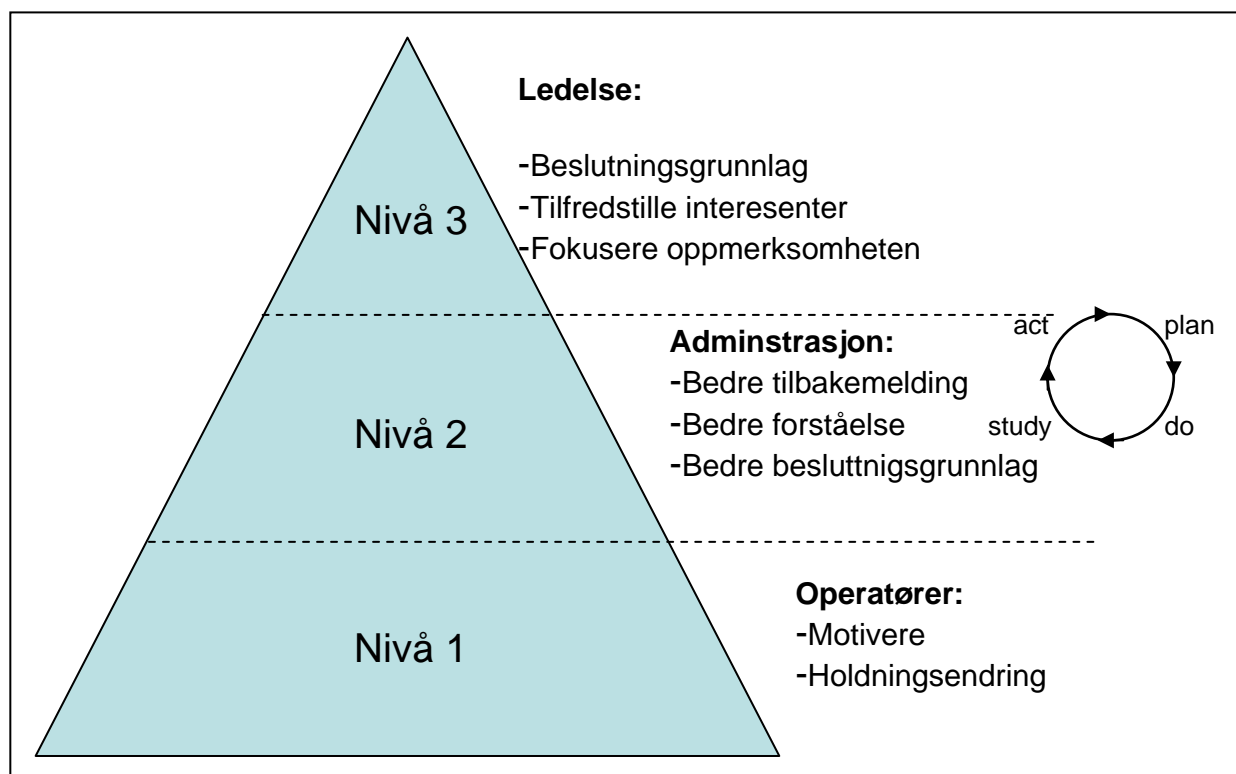
- Bedre beslutningsgrunnlag
- Styre adferd (holdningsendring)
- Motivasjon

Ramme 2.6: Prestasjonsmålingens hensikt hos operatørene

Mye av datainnsamlingen til prestasjonsmålingen er basert på arbeidet og operasjonene operatørene gjennomfører. Når arbeidet de gjør blir direkte målt kan tilbakemeldingen bli en god motivasjonsfaktor for dette organisatoriske nivået. Slik vil prestasjonsmålingen utløse en adferd som er målrettet mot det blir målt (Decoene og Bruggeman, 2006).

Ved at operatørene blir målt på det som organisasjonen ønsker å forbedre får de lettere forståelse for hva som er viktig for organisasjonen. Dette vil være med på styre adferden, øke forståelsen for arbeidet de gjør og gi de et felles mål å jobbe mot (Niven, 2002).

2.2.5 Oppsummert



Figur 2.6: Prestasjonsmålings hensikt på ulike organisatoriske nivåer

2.3 Hindringer og utfordringer ved prestasjonsmåling

Ved implementering og bruk av prestasjonsmåling er det mange hindringer som kan stå i veien for å oppnå suksess. Det er viktig å være klar over hvilke hindringer og hva slags utfordringer man må ta hensyn til. Dette delkapitlet vil se på hindringene og utfordringer som kan være viktige å unngå eller behandle for å oppnå en suksessfull prestasjonsmåling.

- Irrelevant og feil data
- For mange indikatorer
- Overdreven tro på indikatorene
- Bevisst forfalskning
- Unnskyldninger for lave resultater
- Måling av individ
- Opplæring av brukere og ledere
- Blindpassasjerer
- Skjulte kostnader
- Hierarkisk nedbrytning
- Terminologi, et felles språk og forståelse for prestasjonsmålingen
- Timing
- Ingen strategi
- Mangel på læring og trening
- Ingen støtte fra toppledelsen
- Forventninger om tilbakemelding
- Avhengighet av en falsk modell
- Overstimulering

Ramme 3.7: hindringer og utfordringer ved prestasjonsmåling (Nair, 2004, Niven, 2002, Andersen og Fagerhaug, 2002)

Hindringer er et tema som mye beskrevet i litteraturen, og mange mer eller mindre viktige hindringer kan det være lurt å ha i bakhodet ved utvikling og drift av prestasjonsmålesystem. Ramme 2.7 oppsummerer ulike hindringer og utfordringer som er nevnt i ulike kilder. Videre utdypes noen hindringer og utfordringer som det kan være viktig å ta hensyn til på ulike organisatoriske nivåer og i organisasjonen som helhet.

2.3.1 Organisasjonen

Terminologien i et prestasjonsmålesystem er viktig. Hvis vi ikke har en felles forståelse for organisasjonens visjon, strategi og prestasjoner, kan det være vanskelig å oppnå resultater. Derfor er det viktig at alle i organisasjonen må snakke samme "språk" hvis prestasjonsmålingen skal brukes til fremme forandring i organisasjonen (Niven, 2002).

Å kunne gi konkrete og konstruktive tilbakemeldinger er en viktig grunn til å måle prestasjon, men kontinuerlige tilbakemeldinger skaper forventninger om tilbakemelding på alt man gjør og alt som er viktig for organisasjonen. Dette kan medføre at prestasjoner som ikke blir målt ikke holder samme nivå som de som blir målt, da i noen tilfeller kan oppfattes som mindre viktige.

Enkelte mennesker er en enorm ressurs for organisasjonen da de er villige til å gi alt for å oppnå gode resultater. Ved innføring av prestasjonsmåling vil fokuset på resultater bli større en tidligere, og for enkelte kan dette føre til overstimulering og utbrenthet i den evige jakten på å oppnå bedre resultater. Noe som kan gå negativt utover både arbeidsoppgavene og individet (Andersen og Fagerhaug, 2002).

Innsamling og behandling av data til prestasjonsmålingen er utfordrende. Det kommer sjelden av at organisasjonen har for lite data, men heller det motsatte. Det er derfor viktig å kvalitetsikre dataen slik at man unngår å benytte seg av feil eller irrelevant data. Ikke alt er hensiktsmessig å måle, derfor er det viktig med et godt grunnarbeid for å finne korrekte og relevante kilder for prestasjonsdata (Nair, 2004).

*”Not everything that can be counted counts,
and not everything that counts can be counted”*

Ramme 2.8: sitat Albert Einstein

2.3.2 Toppledelse

En viktig suksessfaktor for et fungerende prestasjonsmålesystem er støtte fra toppledelsen, noe som har vist seg å ikke alltid være like enkelt. Ved mangel på støtte er prestasjonsmåleinitiativet allerede dømt til å bli middelmådig eller en fiasko (Mulholland, 2003). Uten toppledelsen er det ingen som virkelig kan koble organisasjonens strategi opp mot prestasjonsmålingen, og ingen beslutningsrettigheter som kan si hvor fokuset bør ligge. Det er derfor viktig å få prestasjonsmåling til å virke som et fornuftig steg å ta for å sikre støtte fra toppledelsen. Enkelte metoder man kan bruke for oppnå støtte er listet opp her:

- Begynn med å overbevise den i toppledelsen som mest sannsynlig vil gi sin støtte
- Demonstrer resultater gjennom suksesshistorier og lignende
- Vise til undersøkelser som viser statistikk fra andre implementeringer
- Gi opplæring slik at ledelsen kan se prestasjonsmålingen som meningsfull og verdiskapende

Ramme 2.9: Metoder for å oppnå toppledelsen støtte (Niven, 2002)

2.3.3 Administrasjon

Ved suksessfull forbedring av prestasjon når man kanskje de målene man i forkant har satt seg. Det er da viktig å ikke la det bli taket for forbedringen og si seg fornøyd (Andersen og Fagerhaug, 2002). En kan alltid forbedre seg videre, og det er viktig at toppledelse og administrasjon bruker prestasjonsmålingen som et verktøy for kontinuerlig forbedring. Ved å bruke den som en del av forbedringssyklus har man gode muligheter til å oppnå kontinuerlig forbedring.

2.3.4 Operatører

En stor utfordring ved prestasjonsmåling er måling av enkeltpersoner av flere grunner (Andersen og Fagerhaug, 2002; Aune, 2000; Morgan, 2005). Det kan virke truende for de ansatte hvis de blir målt direkte. I forhold til operatørene er en av de mest truende grunnene frykt for straff eller negative tilbakemeldinger ved svake prestasjoner. Ansatte kan da føle seg presset eller truet til å yte sitt beste noe som kan ha den uheldige effekten at prestasjonene blir dårligere, og de kan også miste fokus på overordnede mål. Selv om dataen i utgangspunktet ikke har til hensikt å brukes til individuell oppfølging er det lett å falle for fristelsen når dataen først er innsamlet og tilgjengelig. Hvis en slik hendelse inntreffer vil det i mange tilfeller skape mistillit til hele prestasjonsmålingssystemet og gjøre systemet mindre brukbart i fremtiden.

Ved innføring av prestasjonsmåling kan mange ansatte altså være negative og føle seg truet og overvåket av å bli målt. Dette vil ofte medføre at de ansatte går i forsvarsposisjon, og ved dårlige resultater velger de å forsvare seg med unnskyldninger der de fraskriver seg ansvaret for de svake resultatene. Et godt eksempel på dette er tatt fra NSB: (Ness, 2007)

- Det blir for kaldt for renholderne
- Vi har ikke fått beskjed
- Dette blir vanskelig
- Dette medfører merarbeid
- Trodde ikke dette betydde så mye
- Enkeltpersoner er motvillig
- Organisasjonen er motvillig
- Vestlandslefsa tåler ikke dette!
- Betjeningsbryterne er uhensiktsmessige
- Bemanningsmangel
- 1000V står ikke på riktig sted
- Tekniske feil oppstår

Ramme 2.10: Unnskyldninger for høyt energiforbruk ved hensetting hos NSB

I enkelte tilfeller er det helt nødvendig å måle ned på individuelt nivå, da må man trå varsomt frem, bygge opp tillit og inkludere enkeltpersonene i planlegging og implementering. Det er viktig at målingen blir oppfattet som et tiltak for forbedring, og ikke et system for å bruke dårlige resultater til å finne syndebukker. Det er også viktig at individuelle prestasjoner blir behandlet konfidensielt og kun deles med enkeltpersonen som blir målt og med andre på det samme nivået. (Morgan, 2005).

En stor andel av organisasjonen arbeidere forstår ofte ikke organisasjonens strategi. Dette gjør at arbeiderne ikke forstår hva som er viktig for organisasjonen, og de føler seg ikke involvert (Niven, 2002). Det er derfor viktig å få brutt ned organisasjonens strategi i egne mål som kommuniserer strategien til alle de organisatoriske nivåene, og skape forståelse for prestasjonsmålingen.

2.4 Indikatorer

En indikator er et mål på hvor godt organisasjonen presterer på et spesifikt punkt. Et prestasjonsmålesystem inneholder et sett med prestasjonsindikatorer som gir en indikasjon på hvordan organisasjonen og dens ulike prosesser presterer. Tidligere var det vanlig å måle indikatorer som kostnad, tid, kvalitet og fleksibilitet. Dagens prestasjonsmålesystemer har andre krav til indikatorene. De skal gi et helhetlig bilde av hvordan hele organisasjonen presterer, lokalisere forbedringsområder og hjelpe til med å forstå prestasjonene til de ulike prosessene, noe som krever at vi må supplere tidligere indikatorer med nye og mer komplekse indikatorer. Det betyr at vi må balansere de tidligere ”harde” målene med ”myke” mål, de finansielle målene med ikke-finansielle mål og resultatmålene med prosessmål.

- **”Harde” versus ”myke” målinger:** Harde målinger er rene fakta som kan måles direkte, og myke målinger er mer uhandgripelige målinger som må måles indirekte. En hard måling kan være antall produkter omsatt, mens en myk måling kan være medarbeidertilfredshet.
- **Finansielle versus ikke-finansielle målinger:** Finansielle målinger som involverer pengeverdi. Ikke-finansiell målinger er en felles benevning på alle målinger som har en verdi som ikke er en pengeverdi.
- **Resultat versus prosessmålinger:** Resultatmålinger fokuserer på målinger av det som er oppnådd. Prosessmålinger beskriver viktige særpreg ved en prosess som kan påvirke utfallet.

Ramme 2.11: Typer målinger (Bredrup, 1995)

Tidligere var prestasjonsmåling i hovedsak forebeholdt ledelsen, og indikatorene var derfor tilpasset deres krav. I dagens prestasjonsmålesystemer som har som mål å inkludere alle organisatoriske nivåer helt ned til operatørnivå er det viktig tilpasse indikatorene etter hvem som skal motta dem.

2.4.1 Indikatorer på ulike organisatoriske nivåer

Prestasjonsmålingen har som mål å skape verdi, og de ulike organisatoriske nivåene har ulike roller når det kommer til å skape verdi for organisasjonen. For å gi de et best mulig grunnlag for å skape verdi er det viktig at de får målinger og indikatorer som de kan dra nytte av i sitt arbeid.

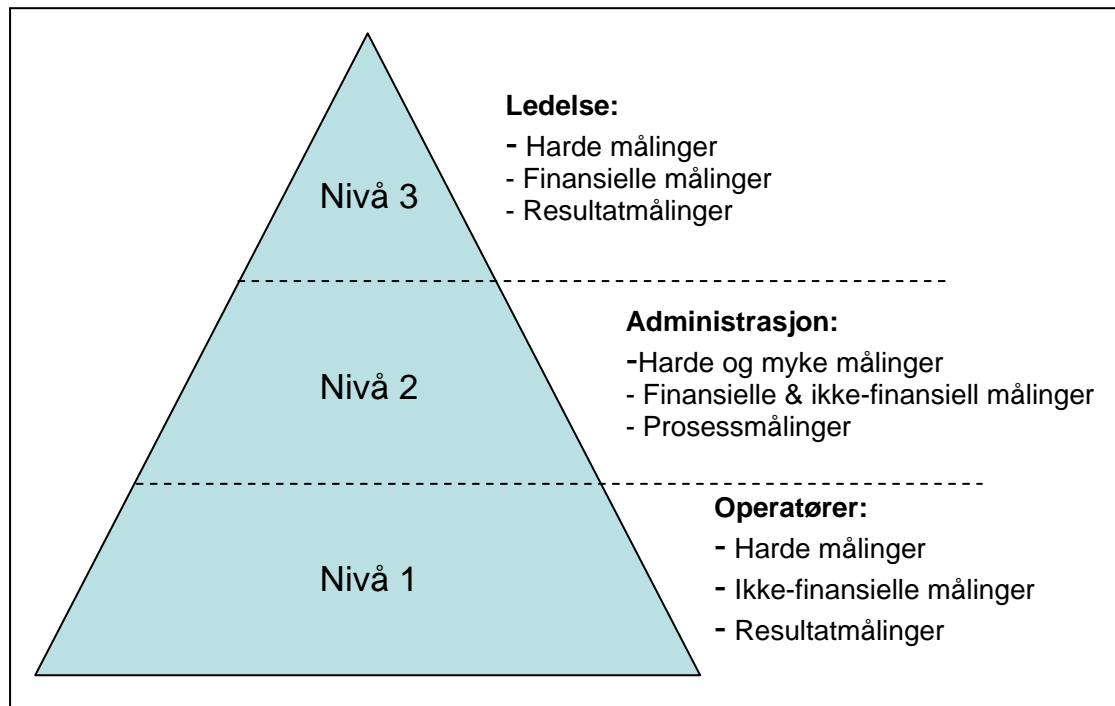
- **Toppledelsen burde fokusere på:** å trene mellomledere til bruke deres rolle mest mulig effektivt, og jobbe med hvordan organisasjonen kollektivt på best måte generere verdier både internt og eksternt.
- **Mellomledere og administrasjon burde fokusere på:** å sikre at rett personell med de riktige kompetansen er tilgjengelig til en hver tid, og at de i stand til å gjøre en best mulig jobb sett fra et kunde og organisatorisk perspektiv, og de skal jobbe med temaer som operatører og arbeidsledere ikke kan påvirke på egenhånd.
- **Operatører og arbeidsledere burde fokusere på:** å gjøre en best mulig jobb sett fra et kunde og organisatorisk perspektiv, og generere ideer for kontinuerlig forbedring basert på kunde- og organisatorisk forståelse.

Ramme 2.12: Organisatoriske nivåers rolle for å skape verdi (Meekings og Povey, 2007)

Toppledelsen har i hovedsak behov for harde resultatmål med lav detaljeringsgrad. Indikatorer på dette nivået er ofte knyttet opp mot økonomi med hensikt for å tilfredstille inntrenter og være et verktøy i styring av organisasjonen, så finansielle indikatorer blir viktige.

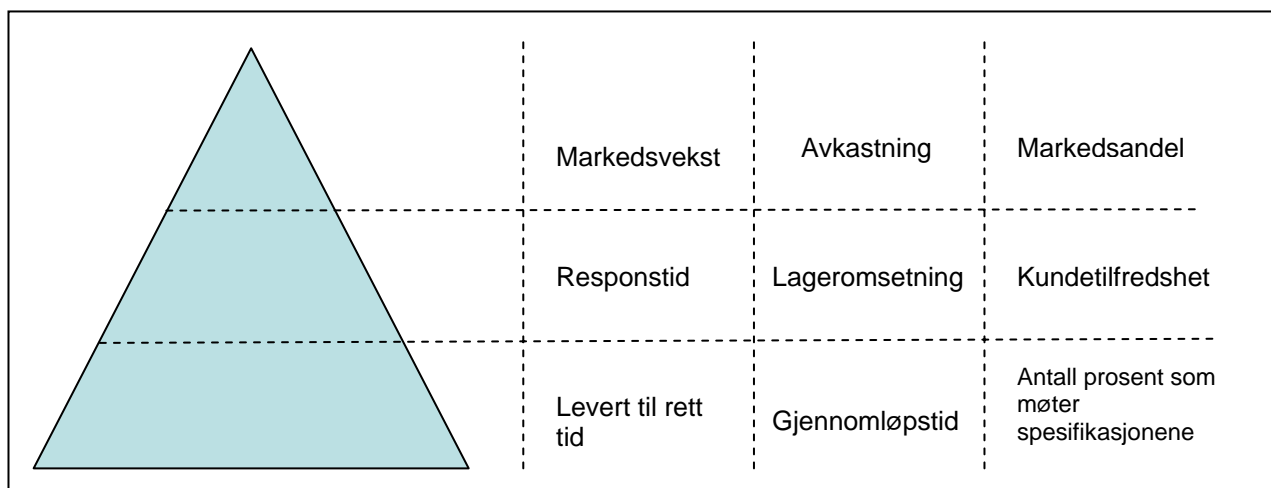
Mellomledere og administrasjon blir ofte en stor gruppe som har et bredt ansvar i en organisasjon da mange ulike ansvarsområder faller inn under denne gruppen. Dette gjør at dette organisatoriske nivået har behov for alle typer målinger. De har ofte en viktig rolle i forbedrings arbeid og trenger derfor i større grad enn de andre nivåene prosessmålinger.

Operatørene har behov for harde resultatmålinger som raskt kan gi de tilbakemelding på hvordan de gjør sitt arbeid. Dette er i hovedsak ikke-finansielle målinger, da en prosess på dette nivået sjelden generer penger direkte, med unntak av salgspersonell og enkelte serviceprosesser. Derfor har operatørene best nytte av at deres prestasjoner blir målt i en benevnelse som er knyttet til de aktuelle prosessen. Et eksempel kan være at en lokkfører får tilbakemelding på sitt kjøreforbruk i kWh per km eller lignende, og ikke i kr per km som ikke er like knyttet til selve prosessen å kjøre tog.



Figur 2.7: Indikatorer på ulike organisatoriske nivåer

Som nevnt tidligere mener Juran (1988) at de ulike nivåene prater forskjellig ”språk” og at de derfor trenger ulike indikatorer. I hans bok *Planning for Quality* presenterer han hvordan indikatorer kan henge sammen på ulike organisatoriske nivåer. Noen eksempler er vist i figuren 2.8.



Figur 2.8: Mulig sammenheng mellom indikatorer på ulike organisatoriske nivåer

2.5 Organisatoriske nivåer ved etablering av et prestasjonsmålesystem

Ved etablering av et prestasjonsmålesystem er det viktig å ha en god plan for oppretting av prestasjonsmålingen. Det er da også viktig å ha en plan for hvordan og i hvor stor grad man ønsker å involvere de ulike nivåene i organisasjonen. Som utgangspunkt har man da to ytterpunkter man angriper etableringen ved, enten top-down eller bottom-up.

- **Top-down:** Ut ifra at toppledelsen kjenner organisasjonens strategi best defineres det hva som er viktigst og hvilke prestasjonsindikatorer som skal måles og følges. Med det som utgangspunkt brytes de øverste prestasjonsindikatorene ned til nye og mer detaljerte indikatorer som knyttes opp mot lavere og lavere organisatorisk nivå.
- **Bottom-up:** Ut ifra at alle arbeiderne kjenner sin egen jobb best, definerer de indikatorer for sine egne prosesser og områder. Deretter samles disse indikatorene til overordnede indikatorer oppover i organisasjonen.

Ramme 2.13: Metoder for design av et prestasjonsmålesystemet (Andersen og Fagerhaug, 2002)

2.5.1 Top-down

Top-down tilnærmingen er den mest brukte tilnærmingen av de to, og er en viktig del av systemer som Balanced Scorecard. Den blir brukt til å definere indikatorene i prestasjonsmålesystem basert på strategi, men vel så viktig er dens evne til å kommunisere organisasjonens strategi nedover i nivåene. Det skal skape forståelse gjennom organisasjonen om hva slags strategier, målsettinger og indikatorer organisasjonen trenger å oppnå i fremtiden (Nair, 2004).

En av fordelene med top-down er at alle indikatorene på alle organisatoriske nivåer er basert på den øverste prestasjonsindikatoren som er knyttet opp organisasjonens strategi. Det gjør at man oppnår en organisasjon som har en felles kurs og jobber mot et felles mål, er strategisk

likestilt. For oppnå dette er det viktig å skape forståelse for motivasjonen og tankene ved etablering av slikt prestasjonsmålesystem gjennom hele organisasjonen, spesielt de lavere nivåene. Et problem som kan oppstå ved top-down er mangel på aksept og forståelse fra arbeiderne. Dette kan gjøre at arbeiderne ser på målingen som noe som blir presset på de fra ledelsen, og de vil ikke forstå hensikten og ikke ta eierskap i prestasjonsmålesystemet.

2.5.2 Bottom-up

Bottom-up tilnærmingen er basert på personlig ansvar, og egner seg godt ved etablering av et prestasjonsmålesystem alle nivåer og personer i organisasjonen kan føle eierskap til. Arbeiderne vil lettere se prestasjonsmålingen som nyttig da indikatorene har blitt spesielt utviklet etter behovene til de prosessene eller områdene de jobber på. (Andersen og Fagerhaug, 2002)

Et av problemene med bottom-up er at det en operatør ser på som mest viktig i en prosess er ikke nødvendigvis det som organisasjonen ser på som det viktigste. Dette gjør at man kan miste fordelene av å ha en organisasjonen som arbeider mot et felles mål, og organisasjonen vil ikke oppnå en felles forståelse av strategien.

2.6 Rapportgenerering og rapportering

God og nøyaktig tilbakemelding er en viktig del av prestasjonsmålesystemet. For å oppnå dette er det viktig med nøyaktig og relevant prestasjonsdata, men rapportgenereringen og rapporteringen er også viktig for at interessentene får den informasjonen de ønsker.

- Rapport på papir med de aktuelle prestasjons indikatorene
- Rapport på e-post
- Digitale rapporter publisert på web eller intranett
- Digitale rapporter generert via web-basert programvare

Ramme 2.14: Ulike rapportformater

Tidligere var det i stor grad vanlig å få rapporter knyttet til prestasjonsmålesystemet i papirformat. I dagens organisasjoner blir mer og mer basert på it-systemer og prestasjonsdataene blir større grad lagret direkte i digitale databaser. Ved innføring av prestasjonsmåling er det derfor hensiktsmessig å knytte det opp mot bedriftens it-systemer. Det vil gjøre arbeidet med å generere og sende ut rapporter lettere enn ved tidligere papirbaserte løsninger.

I mange organisasjoner uten gode systemer for databehandling finnes det mye utilgjengelig erfaringsdata knyttet opp både digitale og papirbaserte arkiver. Med dagens it-utvikling har vi mye større grad en før mulighet unngå dette ved systemer som kan lagre og behandle store datamengder. Det gir oss gode muligheter for å utvikle avanserte rapporteringssystemer i forbindelse med prestasjonsmålingen som kan gi rask og nøyaktig tilbakemelding til alle organisatoriske nivåer. Slike systemer er ofte web-baserte slik at man har tilgang nesten hvor som helst, og de har mulighet for å enkelt både generere forhåndsdefinerte og egendefinerte rapporter basert på prestasjonsdata i ulike databaser tilknyttet systemet. Slike systemer kan

kjøpes ferdige fra enkelte leverandører for så tilpasses organisasjonen, eller de kan utvikles av organisasjonens egen it-avdeling slik at alle nødvendige spesifikasjoner blir inkludert.

I et rapporteringssystem er det nødvendig å vurdere hvem i organisasjonen som skal ha tilgang til ulike prestasjonsdata. I følge Andersen og Fagerhaug (2002) burde ideelt alle i organisasjonen ha tilgang til all data samlet i prestasjonsmålesystemet, da et åpent system bygger tillit blant de ansatte. Men dette er ikke alltid hensiktsmessig, da økende datamengde også øker mengden sensitiv data i systemet. Sensitiv data kan være prestasjonsdata på individuelle prestasjoner eller annet data som ikke bør være åpent tilgjengelig for alle i organisasjonen. Det er viktig å finne en god balanse mellom hva som skal være tilgjengelig og hva som skal være konfidensielt. Tilgangen til data kan enkelt reguleres ved bruk av it-systemer der alle får en individuell brukerkonto med begrenset tilgang etter f.eks. organisatorisk nivå, hvor man jobber, hva man jobber med osv.

Ved hjelp av de individuelle brukerkontoene kan man også enkelt forhåndsdefinere faste rapporter som den enkelte bruker skal ha. En i toppledelsen kan for eksempel ved et par enkle tastetrykk generere en rapport på siste kvartals avkastning. Ved bruk av et slikt it-system har man også i mye større grad mulighet til å la brukere generere unike egendefinerte rapporter ved hjelp av spørringer der man kan koble ulike prestasjonsdata for hjelpe til med å evaluere prosesser og områder i organisasjonen.

Når kommer til rapportering av prestasjonsindikatorer er det viktig å ta hensyn behovene til de ulike interessentene i organisasjonen. Hvor ofte det skal rapporteres og om indikatorene skal vises grafisk eller ved tekst vil variere. Den primære metoden for visning av prestasjonsindikatorer bør være ved hjelp av grafer, men forskjellige indikatorer har ulike hensikter og hvordan de bør presenteres vil være forskjellige. (Tangen, 2005)

3 Energiforbruk ved hensetting

Energien som benyttes til drifting av tog assosieres ofte med energien som brukes til togfremføring. Det har gjort at fokus for energisparing også har ligget på fremføring. 70 prosent av den totale energien et togsett bruker går til fremføring. De resterende 30 prosentene med energi går til kupevarme, ventilasjon og stasjonære togvarme (hensetting), noe som tilsier at det er mye å spare ved reduksjon i energiforbruket også på dette området.

Dette kapittelet vil ta for energiarbeid rundt hensetting av tog. Først vil det kort oppsummeres hvilke tiltak NSB har satt i gang i sitt Enøk-prosjekt. Videre vil det ses på dagens tilstand, hva som er gjort og hva som kan gjøres for å redusere energiforbruket. Kapitlet avsluttes med å se på måling av energiforbruket ved hensetting.

3.1 Innledning

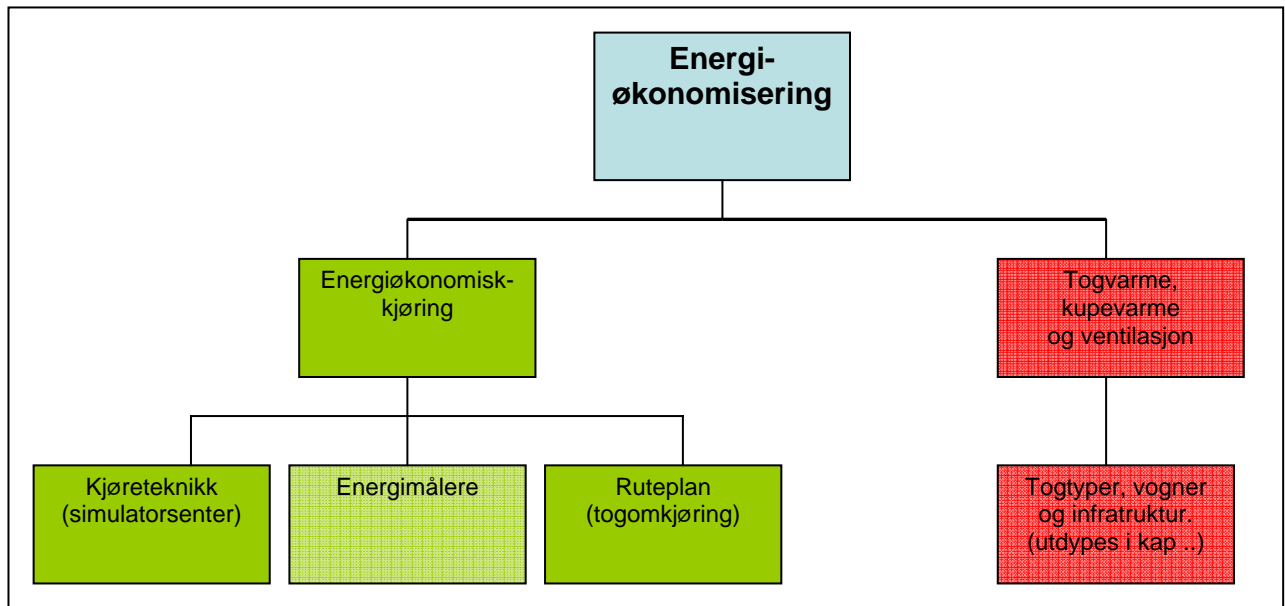
Energiforbruk ved hensetting av tog er per dags dato et område det er gjort lite dokumentert arbeid på. Ulike aktører har gjort enkelte grep i form av endring av rutiner og metoder ved hensetting, men hva som er gjort og eventuelle besparelser er dårlig dokumentert. Energisparing ved hensetting av tog er et område som har potensial for vesentlige forbedringer ved relativt små grep via adferdsendringer eller ved tekniske tiltak. I dag er det ikke uvanlig at et togsett står hensatt over natt med drivmotor og full ventilering på, noe som kan forbedres ved enkle tiltak. Utover dette er det flere tekniske tiltak som kan gjennomføres for å forenkle rutiner og minske energiforbruket ved hensetting. Til sammen vil dette gi et stort sparepotensial, Entro har anslått NSB sitt sparepotensialet for hensetting til ca 35 GWh (Ness, 2007).

- Varme og ventilasjon går med samme driftstilstand som når toget er i trafikk
- Store energimengder går bort i tap i pantograf og omformere ved opprigget hensetting.
- Utstyr ombord i toget er unødvendig i drift
- Drivmotorer stoppes ikke ved kortere og lengre stopp

Ramme 3.1: Dagens situasjonen ved hensetting

3.2 Tidligere energieffektiviserings arbeider

NSB har siden 2004 hatt et ENØK-prosjekt gående. Prosjektet er et samarbeid med Enova, som innvilget 12 mill. kr til prosjektet. Enova er et statlig foretak som jobber sammen med bedrifter for legge om energibruken deres (www.enova.no). Målet for prosjektet var å oppnå en besparelse på 60 Gwh per år i løpet av en periode på fem år, som tilsvarer rundt 15 prosent av det antatte energiforbruket NSB hadde i 2004 (Andersen, 2007). Der ca 35 GWh er det antatte sparepotensialet for hensetting. Før ENØK-prosjektet hadde NSB tidligere ikke hatt noe systematisk energiarbeid.



Figur 3.1: Tiltak for energiøkonomisering (NSB, 2004)

Etter oppstart av ENØK-prosjektet har det blitt større fokus på energieffektivitet, og det har blitt gjort flere tiltak for bedre energiforbruket. Flere store prosjekter har blitt startet, deriblant installering av energimålere på alle tog og opplæring av energieffektivkjøring for lokkførere (Andersen, 2007). I tillegg blitt gjort flere tiltak rundt hensetting av tog så langt i ENØK-prosjektet. Rutiner og metoder for hensetting har blitt evaluert og endret på, og tekniske tiltak har blitt implementert.

Alle NSB sine tog har nå energimålere installert som leser av forbruk, tilbakematet energi og GPS-posisjon. Målerne er i utgangspunktet et tiltak for gjøre energiavregningen enklere og mer nøyaktig, men de har også et potensiale for energisparing. De vil belyse det faktiske forbruket og gi nye muligheter for oppfølging av energiforbruket både på lokkfører nivå og høyere opp i organisasjonen.

Høsten 2007 ble opplæring av lokkførere i energieffektivkjøring startet på NSB sitt simulatorsenter. I første omgang er det nyutdannede lokkførere som må igjennom denne opplæringen. Hovedinnholdet i opplæringen er hvordan utnytte banestrekninger og tilgjengelig tid best mulig.

Det har også blitt gjort tiltak for bedring av ruteplan ved fokus på optimale ruter, på kjøretid og stoppetid på stasjonene, samt bedre tilbakemelding fra togledere om trafikksituasjonen.

Rundt hensetting har bruk, styring og forbruk blitt identifisert, og på bakgrunn av dette har flere tiltak blitt implementert. Disse tiltakene utdypes nærmere i kapittel 3.4.

- Kartlegge status for bruk og styring av toghensetting i dag.
- Identifisering av energibruken til toghensetting
- Etablere separat måling av toghensetting
- Etablere nattsinking ved hensetting

Ramme 3.2: NSB sine mål i ENØK-prosjektet på hensetting

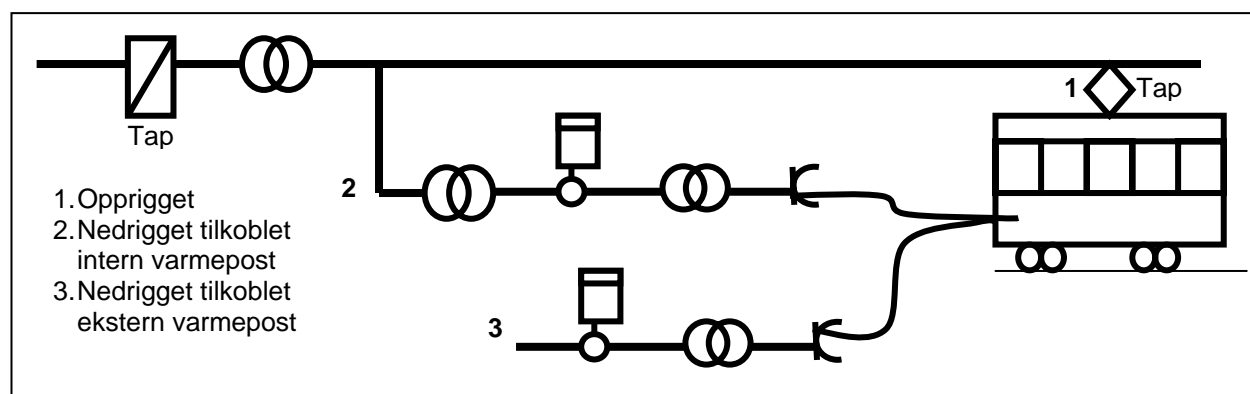
3.3 Metoder for hensetting

Det finnes flere metoder å hensette tog på, og de gir stor differanse i energiforbruket. Ved metoder for hensetting menes det hvordan toget er tilkoblet en strømkilde.

Tidligere har det vært vanlig å rigge toget helt ned når det stod hensatt, ingen strømtilkobling, med andre ord ingen varme, ventilasjon eller lys så fremt værforholdene tilsvarte dette. I dag er det på grunn av togenes elektronikk nødvendig å hensette togene tilkoblet en strømkilde. Da er en av de mest brukte metodene for hensetting at toget står opprigget. Dette vil si at de står med bøylen oppe og får strøm fra kjøreledningen. Det er ikke uvanlig at tog står opprigget døgnet rundt, da dette er eneste mulighet på mange hensettingsplasser. Når toget står hensatt opprigget er dette alternativet som har høyest energiforbruk, blant annet på grunn av tap i pantograf og matestasjoner. Tapet er anslått til å ligge rundt 6 prosent i pantografen og 15 prosent i matestasjoner (JBV, 2004).

At et tog står nedrigget vil si at det står med bøylen nede og ikke tar strøm fra kjøreledning. Alternativet er da å tilkoble toget til en varmepost. Varmeposten er en ekstern 1000v strømkilde som kan være tilkoblet kjørestrømsnettet (internt) eller eksternt via det vanlige strømnettet (eksternt).

Ved intern varmepost unngår man tapet i pantografen og ved tilkobling til ekstern varmepost unngår man tapet fra både pantograf og matestasjon. Ifølge Jernbaneverket sine beregninger for energiavregning skal tilkobling til varmepost gi en besparelse på cirka 15kW per vogntime.



Figur 3.2: Metoder for hensetting (Ness, 2007)

Ut ifra tabell 3.1 kan vi se at det er uenighet om forbruket når togene står hensatt opprigget. Jernbaneverket (JBV) sine tall er beregnet ut fra simuleringer, NSB sine tall er beregnet ut fra diverse målinger og de siste tallene er beregnet ut i fra målinger på det faktiske forbruket via de nye energimålerne. Tallene fra de nye energimålerne skal i utgangspunktet gi det mest eksakte resultatet, men på grunn av antall målinger er det noe usikkerhet ved tallene. Alle tallene er oppgitt i vogntimer.

Hensetting type 70	Feb, Mars, Mai, Juni		Hensetting type 72	Feb, Mars, Mai, Juni
Lillehammer			Filipstad	
Energimåler	18,25 kW/Vt		Energimåler	25,74 kW/Vt
Oppgitt NSB	25 kW/Vt		Oppgitt NSB	25 kW/Vt
Oppgitt JBV	34,4 kW/Vt		Oppgitt JBV	34,4 kW/Vt
Varmepost	10 kW/Vt		Varmepost	25 kW/Vt
Andel Nedrigget	50 %		Andel Nedrigget	0 %
Hensetting type 73	Feb, Mars, Mai, Juni		Hensetting type 69	Feb, Mars, Mai, Juni
Lodalen			Filipstad	
Energimåler	30,48 kW/Vt		Energimåler	ikke beregnet
Oppgitt NSB	40 kW/Vt		Oppgitt NSB	25 kW/Vt
Oppgitt JBV	34,4 kW/Vt		Oppgitt JBV	34,4 kW/Vt
Varmepost	12,5 kW/Vt		Varmepost	10kW/Vt
Andel Nedrigget (feb, mars)	8 %		Andel Nedrigget	ikke beregnet
Andel Nedrigget (mai, juni)	18 %			

Tabell 3.1: Forbruk ved hensetting

Forskjellen i energiforbruk mellom tog som står opprigget og nedrigget er vesentlig på flere av NSB sine togtyper. Fra tabell 3.1 kan vi se at differansen er opptil 20 kW/vh ved bruk av varmepost. På type 73 ligger det et sparepotensial på over 60 prosent ved bruk av varmepost ifølge NSB. NSB har gjort en rutineendring for å øke bruken av varmepost, noe som har gjort gitt besparelser. Etter hvert som bruken av varmepost øker vil den begrensende faktoren for bruk av varmepost være tilgjengeligheten, per dags dato er det et begrenset antall varmeposter på stasjoner og hensettingsplasser. Et eksempel er på Lillehammer der et stort antall tog av type 70 settene står hensatt, fra tabell 4.1 kan vi se at andel tog hensatt på varmepost er cirka 50 prosent som tilsvarer Lillehammers kapasiteten av varmeposter.

For minske energiforbruket ytterligere ved hensetting må det settes i gang ulike tiltak. Der viktige tiltak vil være å øke bruken av varmepost og minske energiforbruket når toget står hensatt opprigget.

3.4 Tiltak

I denne delen presenteres ulike tiltak for å minske energiforbruk ved hensetting. Tiltak som kan gjøres kan deles opp i to grupper; tekniske tiltak som kan innebære nye tekniske løsninger og adferds tiltak som tar for seg den menneskelige faktoren (Ness, 2007). Et eksempel på adferdstiltak kan være bruken av varmepost; bevisstgjøring og rutineendring må til for å benytte dagens varmeposter maksimalt. Når man oppnår tilfredsstillende resultater må nye tekniske løsninger til for å øke energieffektiviteten ytterligere, flere varmeposter eller tekniske tiltak som kan senke energiforbruket eller forenkle de nåværende rutinene.

- Adferds tiltak:
 - Rutineendringer
 - Bevisstgjøring
- Tekniske tiltak:
 - Forbedring av dagens tekniske løsninger
 - Nye tekniske løsninger

Ramme 3.3: Gruppering av tiltak og eksempler hva de innebærer. (Ness, 2007)

3.4.1 Adferds tiltak

En stor andel av energieffektiviseringen kan gjennomføres uten tekniske tiltak. Det er da viktig at personell får opplæring og forståelse i hvorfor energieffektivisering er av en slik betydning. Ved bevisstgjøring, tilbakemelding og gode rutiner kan personell motiveres til å yte bedre.

Hvis man pålegger en lokkfører en ny rutine som kan spare energi uten at han ser hensikten vil lokkføreren se på det som en unødvendig rutine. Hvorfor bruke mindre energi hvis man ikke forstår at det vil spare miljøet og gi økonomiske fordeler? Unødvendig rutiner kan være noe man kun gjør hvis man har god tid. Det er derfor viktig med bevisstgjøring rundt energieffektivitet. Alle interessenter som kan påvirke energieffektiviteten må forstå hvorfor vi vil spare energi og hva deres rolle i det hele er.

Innførte endringer:

- Utvidet bruk av varmepost
- Utvidet bruk av hensettingbrytere og -funksjoner
- Bevisstgjøring på bruk av dører

Planlagte tiltak:

- Full nedrigging sommerstid på enkelte sett og vogner
- Utvidet bruk av nattsinking av temperatur

Ramme 3.4: Rutineendringer i forbindelse med ENØK på hensetting

Som et ledd i energieffektiviseringen er det viktig å få en oversikt over nåværende rutiner, for å deretter evaluere de. Fungerer de optimalt allerede? Sannsynligvis ikke. Hva kan endres for å gjøre rutinene mer gjennomførbare? NSB har i forbindelse med sitt Enøk-prosjekt innført rutiner rundt bruken av varmepost som har ført til at en betydelig større andel av togene nå står hensatt tilkoblet varmepost. På motorvognsett type 73 har bruken varmepost økt fra 8 prosent i februar og mars til 18 prosent i mai og juni, se tabell 3.1.

3.4.2 Tekniske tiltak

Når man har oppnådd fremgang med adferdstiltak trengs tekniske tiltak for å ta energieffektiviseringen et steg videre. Tekniske tiltak kan innebære å ta i bruk tekniske løsninger som ligger i togene allerede, ombygginger, software endringer og andre tekniske tiltak for å forenkle rutiner og bedre energiforbruket.

- **Det installeres brytere for ”hensettingsfunksjon”**
- Funksjonen styres sentralt for hele togstamme
- Funksjonen kan aktiveres i alle vogner
- Funksjonen sørger for at det reguleres på lavere temperatur (f.eks. 15 el. 18 °C) ved behov for oppvarming
- Funksjonen sørger for at det reguleres på høyere temperatur (f.eks. 26 el. 29 °C) ved behov for kjøling
- Funksjonen reduserer andel av frisklufttilførsel

- **Det installeres brytere for ”leselys”**
- Leselys kan slås av og på sentralt for hele togstamme
- Hovedlys kan slås av og på sentralt for hele togstamme
- Funksjonen kan aktiveres i alle vogner

Ramme 3.5: NSB sine tekniske tiltak ved ombygging og oppgradering.

NSB har startet flere eksempler på tekniske tiltak for forenkle hensettings rutinene og sikre lavere energiforbruk. I hovedsak gjennomføres disse tiltakene i forbindelse med ombygging og oppgradering av flere togsett og vogner. I alt ombygd materiale skal hensettingsbrytere installeres. Bryteren skal kunne styre hele togstammen sentralt for å forenkle hensettingsrutiner. Bryteren sørger for å senke temperaturen ned mot 15 grader og reduserer frisklufttilførselen. Det vil også bli installert belysning bestående energisparende LED spotter som kan styres sentralt for hele togstammen. Disse tiltakene vil gi energibesparelse, men det er beregnet hvor mye (Unger, 2007).

Tiltak ved automatisk regulering av temperatur, nattsenkning, er også gjennomført av andre aktører. Svenske Jernbanan (SJ) har gjennomført et prosjekt der PLC systemer er installert på flere av deres togsett. PLC systemet (Programmable Logistics Control) skal optimalisere energiforbruket ved å minimere varme og lys i tiden toget står hensatt. Temperaturen senkes fra 18-20 grader til 12 grader ved endt tjeneste, og økes igjen til driftstemperatur en time før tjeneste start. I tillegg er hele systemet installert dobbelt på de aktuelle togene for sikre at ikke feil som vil gi for lav eller høy temperatur inntreffer. Den teoretiske energibesparelsen er beregnet til 20-25 prosent av energien som blir brukt varme (www.railway-erenergy.org).

Nattsenkings funksjonen er noe man nå i større grad finner ferdig installert på nyere tog, og gjerne i kombinasjon med automatisk nedrigging. Automatisk nedrigging er en funksjon som automatisk rigger ned toget, og opp igjen ved behov for energi. Når den står nedrigget benytter den seg kun av intern energi, batterier, til varme og ventilasjon. Ved behov rigger den opp igjen og tar strøm fra kjøleledningen. Denne funksjonen finnes i NSB sine tog av type 72 og 73, det vil si de nyeste lokal og regions togene. NSB benytter seg ikke av automatisk nedrigging på det nåværende tidspunktet, men det er utført tester på type 72 (Moen, 2007).

Et annet teknisk tiltak som har blitt jobbet med er reduksjon av tapet ved omforming. Den Danske Statsbanen (DSB) har hatt et prosjekt der de reduserer tapet på en enkel måte. De har utviklet en programvare som tillater at et tog supplerer to tog med nødvendig energi når de står hensatt. I stede for togene tar energi igjennom hver sin pantograf, kobler man sammen to tog der det ene står opprigget og supplerer det andre med energi. Med dette systemet unngår man tapet fra en av to omformere, som ifølge DSB vil gi en energibesparelse på ca 25 prosent av den totale energien brukt på hensetting (www.railway-energy.org).

4 Energimåling i NSB

I forbedringsarbeid er det viktig å kunne følge opp arbeidet ved faktiske målinger for å evaluere og se eventuell fremgang. Energiforbruk ved togdrift er område som kan ha stor nytte av målinger og data. Frem til nå har det hos NSB vært begrenset bruk av måling på grunn av mangel på energimålere og fokus.

4.1 Tidligere måling

Før NSB sitt ENØK-prosjekt startet hadde det ikke vært noe systematisk arbeid mot energisparing. Dette gjorde at det var lite oppfølging av energiforbruket ved NSBs togdrift før prosjektstart. Den eneste indikasjonen på energiforbruket kom gjennom energiavregning til jernbaneverket. Jernbaneverkets energiavregning er basert på forhånds definerte nøkkeltall med benevnningen kW per bruttotonn kilometer ved togfremføring og kW per vogntimer ved hensetting.

Ved togfremføring meldte NSB inn hva som var kjørt med de forskjellige togtypene på ulike strekninger, og ut ifra at de ulike strekningene hadde forskjellige nøkkeltall ble et energiforbruk beregnet. Se tabell 4.1. Nøkkeltallene gir et estimat på forbruket, men dette er sjelden eksakt da nøkkeltallene er beregnet ut ifra hard kjøring. For hensatte tog ble det gjort et anslag på hvor mange timer togene hadde stått hensatt og energiforbruket ble beregnet ut ifra tabell 4.2. Dette gjorde at NSB aldri hadde et helt eksakte tall på sitt energiforbruk før det ble installert energimålere i 2006 og 2007. Avregningssystemet med nøkkeltall er fortsatt i bruk, men hovedsaklig kun ved feil på de nye energimålerne.

På grunn av mangelen på god og nøyaktig energidata har NSB sitt prestasjonsmålesystem hatt lite fokus på energi frem til nå. Det eneste innslaget av energiforbruk har vært i NSB sitt miljøstyringssystem. Ut over dette har det blitt gjennomført ulike tiltak for identifisere det eksakte energiforbruket. Dette har blitt gjort gjennom tidkrevende manuell måling og beregning.

	Arendalslinjen	Bergensbanen	Dovrebanen	Flåmsbana	Ofofbanen vestgående	Ofofbanen østgående	Sørlandsbanen Oslo-Krs	Sørlandsbanen Krs-Stvg	Østlandsområdet	Lokaltrafikk Østlandet	Lokaltrafikk Oslo	Lokaltrafikk Bergen	Lokaltrafikk Jæren
Godstog													
Lokomotiv uten tilbakemating	-	30 / 0	25 / 0	-	2 / 0	64 / 0	27 / 0	30 / 0	23 / 0	-	-	-	-
Lokomotiv med tilbakemating	-	30 / 3	25 / 3	-	2 / 10	64 / 2	27 / 3	30 / 3	23 / 2	-	-	-	-
Persontog													
Lokomotiv uten tilbakemating	-	42 / 0	47 / 0	82 / 0	13 / 0	73 / 0	41 / 0	47 / 0	40 / 0	45 / 0	-	-	-
Lokomotiv med tilbakemating	-	41 / 4	46 / 10	81 / 35	12 / 6	73 / 2	40 / 9	46 / 10	39 / 4	39 / 5	-	-	-
Motorvognsett uten tilbakemating	60 / 0	48 / 0	49 / 0	-	13 / 0	73 / 0	42 / 0	48 / 0	61 / 0	62 / 0	105 / 0	74 / 0	77 / 0
Motorvognsett med tilbakemating	-	47 / 5	48 / 8	-	12 / 6	73 / 2	41 / 4	47 / 5	60 / 10	61 / 8	104 / 28	-	76 / 16

Tabell 4.1: Nøkkeltall ved togfremføring (JBV, 2007)

	I drift (opprigget, tilkoplek kontaktledning)				Hensatt (nedrigget, men tilkoplek togvarme)				Ars-gj.snitt
	Sommer	Vinter	Gj.snitt	Andel	Sommer	Vinter	Gj.snitt	Andel	
Vogn individuell temperaturinnstilling	16,4	26,4	21,4	80 %	2,5	8,5	5,5	20 %	18,2
Motorvogn individuell temperaturinnstilling	29,4	39,4	34,4	80 %	2,5	11,0	6,8	20 %	28,9
Vogn sentral temperaturinnstilling	16,4	26,4	21,4	20 %	2,5	8,5	5,5	80 %	8,7
Motorvogn sentral temperatur innstilling	29,4	39,4	34,4	20 %	2,5	11,0	6,8	80 %	12,3
Elektrisk lokomotiv	3,0	13,0	8,0	50 %	0,0	2,5	1,3	50 %	4,7
Diesellokomotiv	0,0	2,5	1,3	50 %	0,0	2,5	1,3	50 %	1,3
Beredskapsvogner og andre vogner som er langtidshensatt med litt oppvarming for å hindre fuktighet	0,0	0,0	0,0	0 %	1,0	1,0	1,0	100 %	1,0

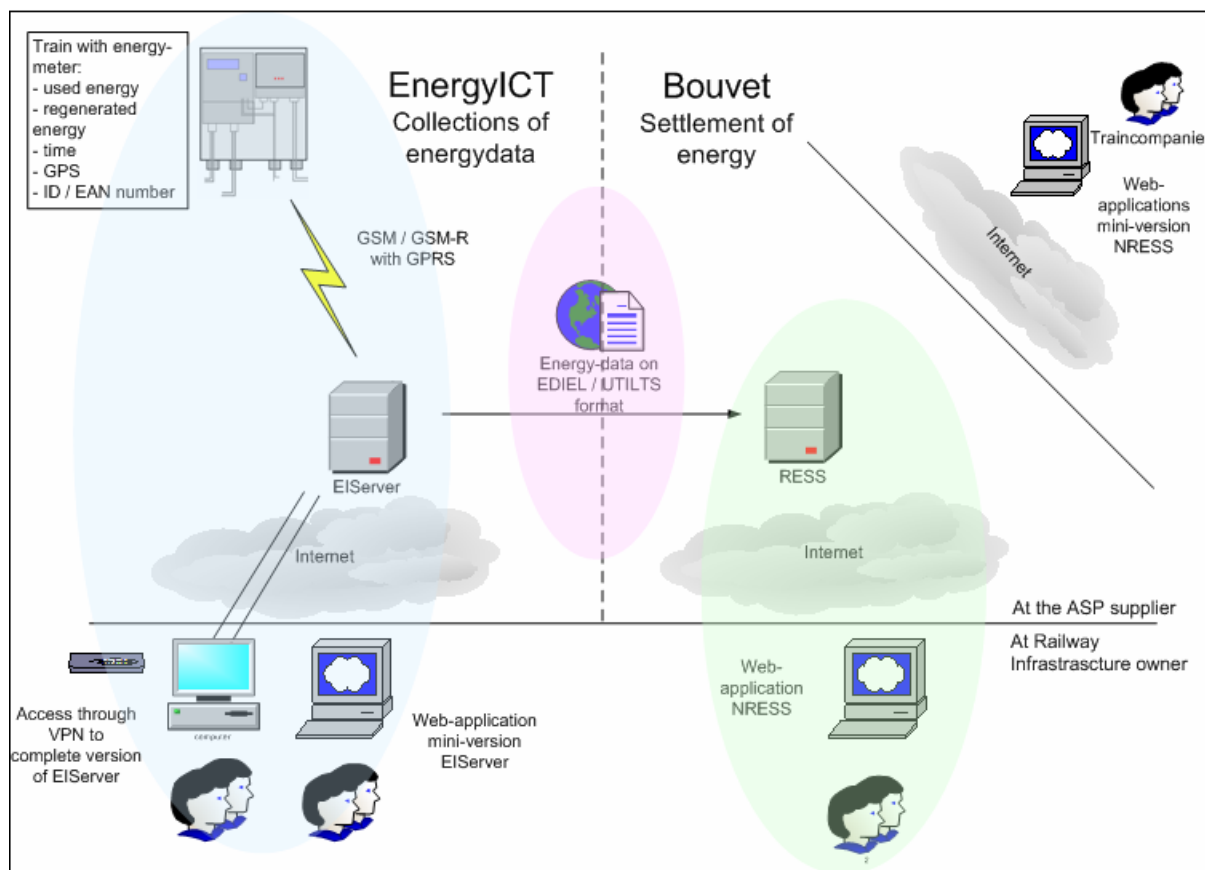
Tabell 4.2: Nøkkeltall ved hensetting

4.2 Måling av energiforbruk ved fremføring



Figur 4.1: Energimålerenhet

I forbindelse med NSB sitt ENØK-prosjekt har det blitt installert energimålere i alle NSB Persontog sine eltog. Energimålerne har i utgangspunktet som formål å gi en mer nøyaktig energiavregning da avregningen vil bli basert på det faktiske forbruket, og ikke ved beregnede nøkkeltall som tidligere. Togselskapene som benytter seg av målerne har også tilgang til all energidata. Dette vil gi togselskapene verdifull informasjon om energiforbruket, og gir nye muligheter for energioppfølging og bedre kontroll. Målerne logger alt energiforbruket og energidataene i energimålerenheten blir overført til en sentral database tilhørende Jernbaneverket Bane Energi med et intervall på en time. Overføring skjer via GSM-nettet og har derfor muligheten til å overføre data uansett hvor det befinner seg. (Gulbrandsen og Moen, 2007) Under er det presentert en prinsippsskisse av energimålesystemet.



Figur 4.2: Prinsippskisse av NRESS-systemet (Gulbrandsen, 2007)

De innsamlede energidataene logges i fem minutters verdier som inneholder energiforbruket i kWh, tilbakematet energi i kWh, tid og posisjonsdata, se tabell 4.3. Denne energimålingen gir et godt bilde av energien brukt på fremføring. (Gulbrandsen, 2007)

Hver 5 minutters måleverdi består av:

- Energiforbruk
- Tilbakematet energi
- GPS koordinater
- Tid
- Informasjonsflagg

Ramme 4.1: Måleverdiens innhold

NSB har manuell tilgang til energidataene gjennom et webgrensesnitt der man kan ta ut data med ulike spesifikasjoner i et regneark-format. Uttak og behandling av energidata manuelt er tidkrevende og tung på grunn av det store antallet målinger. Tabell 4.3 viser et utdrag fra energidata hentet manuelt. Rådataen ligger også tilgjengelig utenom jernbaneverkets webgrensesnittet der togselskapene tilknyttet systemet har mulighet til utvikle egen programvare for innsamling og behandling energidataene. NSB driver for tiden med utvikling av slik programvare som vil gi de muligheten til å spesifisere spesifikasjonene for databehandling etter deres behov. Dette vil gi NSB et godt grunnlag for oppfølging av deres energiforbruk.

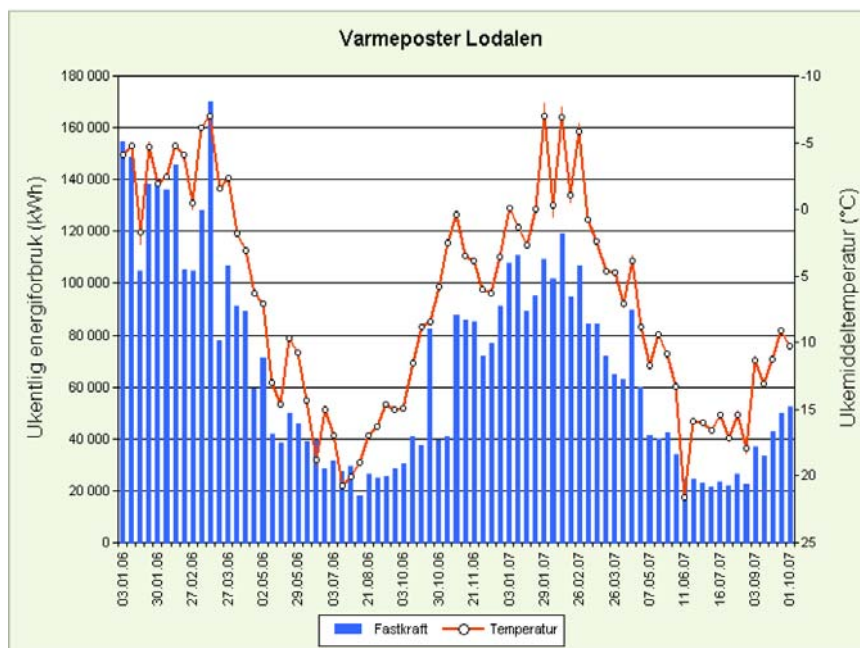
Start Time	End Time	Value	Lat	Long	Lat	Long	Ref.Id
Thu Feb 01 00:00:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:05:00 CET 2007	0,002	59,74	10,19	59,74	10,19	0
Thu Feb 01 00:05:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:10:00 CET 2007	0,002	59,74	10,19	59,74	10,19	0
Thu Feb 01 00:10:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:15:00 CET 2007	0,002	59,74	10,19	59,74	10,19	0
Thu Feb 01 00:15:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:20:00 CET 2007	0,003	59,74	10,19	59,74	10,21	0
Thu Feb 01 00:20:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:25:00 CET 2007	0,003	59,74	10,21	59,74	10,21	0
Thu Feb 01 00:25:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:30:00 CET 2007	0,002	59,74	10,21	59,74	10,21	0
Thu Feb 01 00:30:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:35:00 CET 2007	0,003	59,74	10,21	59,74	10,21	0
Thu Feb 01 00:35:00 CET 2007	Thu Feb 01 00:40:00 CET 2007	0,002	59,74	10,21	59,74	10,21	0

Tabell 4.3: Utdrag fra energidata

4.3 Måling av energiforbruk ved hensetting

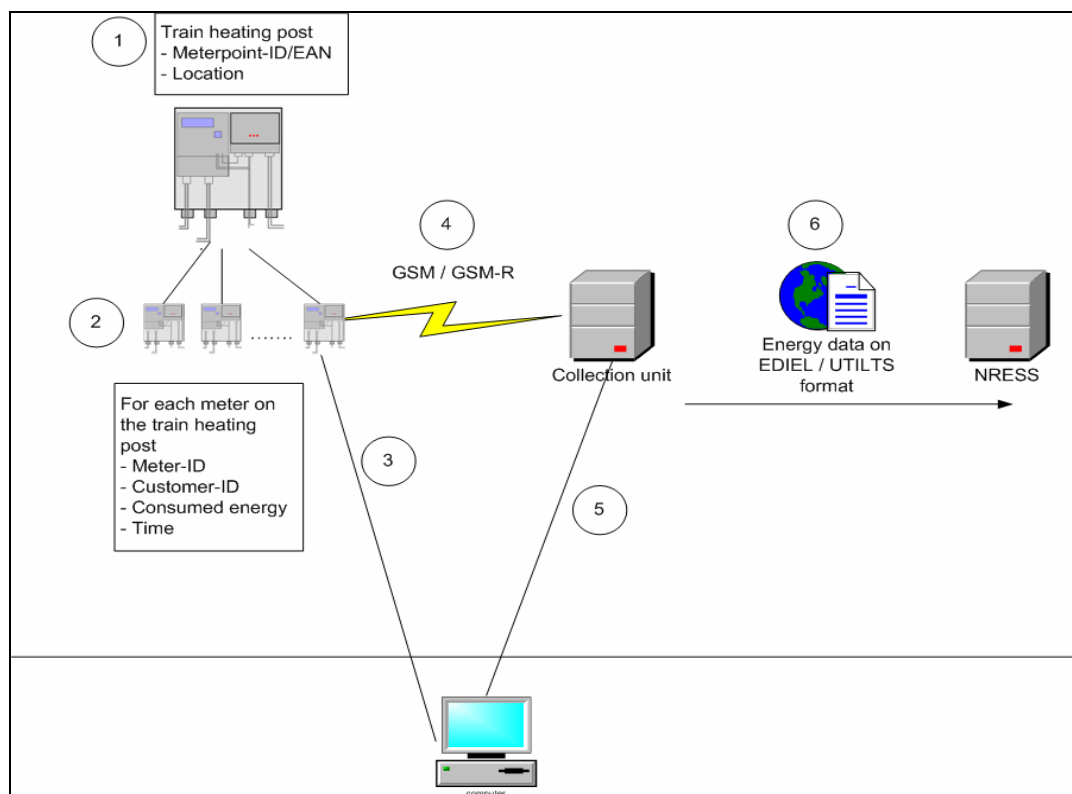
Målerne fra Jernbaneverket er i utgangspunktet hovedsaklig tenkt til å måle forbruk ved togfremføring, men kan i stor grad også brukes for energimåling ved hensetting. Målerne logger alt forbruk som går igjennom togets pantograf. Hensatt opprigget gir målerne ut data med en verdi tilsvarende energiforbruket de siste fem minutter, nedrigget gir måleren data med null verdier. Dataen målerne gir kan blant annet brukes til estimere hvor stor andel av tiden et hensatt togsett står opprigget eller tilkoblet varmpost, og det kan gi mer eksakte tall på forbruket ved opprigget hensetting.

EOS-loggen (EnergiOppfølgingsSystem) er et system for oppfølging av energiforbruk innført hos NSB i samarbeid med Entro. Dette systemet logger energiforbruket på varmposter på utvalgte hensettingsplasser i Norge. Videre lagres dataen digitalt slik at ulike analyser og grafer kan tas ut via web. EOS viser store besparelser på mange av hensettingsplassene, og har vært en viktig del ved innføring av rutiner ved bruk av varmpost. (Martinsen, 2007) Systemet logger i forbruket per varmpost, og kan for eksempel settes opp i mot temperatur (figur 4.3). En svakhet ved systemet er det ikke finnes noen god mulighet til å eksakt loggføre hvilke tog som står hensatt på varmpost eller togets varmpostforbruk. Dette gjør det vanskelig å direkte se besparelser fra gjennomførte tiltak og begrenser nytten ved oppfølging av energiforbruk.



Figur 4.3: EOS-logg graf på forbruk og temperatur (Martinsen, 2007)

Som en fremtidig løsning på energimåling ved hensetting driver baneenergi med en videreutvikling av energimålerne som står i NSB sine tog i dag. Denne måleren skal kobles på varmepostene og måle eksakt energiforbruk ved hver varmepost. Målerne skal også kunne logge hvilke togsett eller vogner som står der til en hver tid. Et slikt system vil gi flere muligheter for oppfølging av energiforbruket ved hensetting enn man har i dag. (Jernbaneverket, 2007)



Figur 4.4: Prinsippskisse av NRESS-system for varmepost

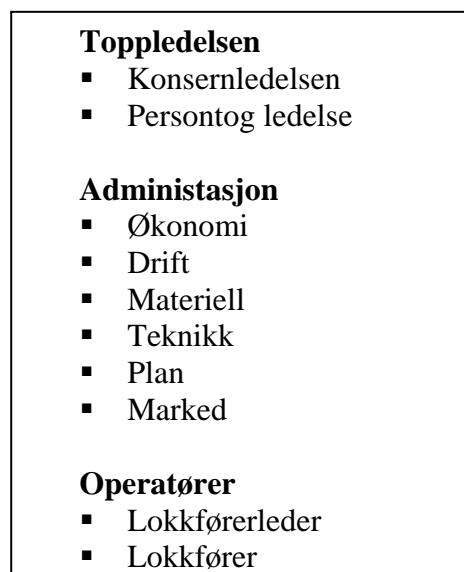
5 Prestasjonsmålesystem for energiforbruk hos NSB

I denne delen av prosjektoppgaven er målet å beskrive et mulig prestasjonsmålesystem for energiforbruk hos NSB. Tidligere hadde NSB svært begrenset tilgang på energidata, i hovedsak kun data beregnet på energiavregning. Etter at det nå er blitt installert energimålere på alle tog med løpende overføring av energidata til en online database har det blitt behov for et prestasjonsmålesystem. Prestasjonsmålesystemet skal som utgangspunkt ha hovedfokus på oppfølging av NSB sine lokkførere, men vil også betjene andre organisatoriske nivåer i NSB med nødvendig energidata.

Dette kapitlet vil identifisere hvilke inntressesenter som finnes, deres behov rundt energioppfølging, mulige indikatorer og rapport behov.

5.1 Interessenter

Energisparing har blitt et stort fokusområde etter ENØK-prosjektet ble startet, og mange ulike områder innen NSB har blitt involvert i prosjektet. Dette gjør at det er mange inntressesenter som kan dra nytte av prestasjonsmåling av energiforbruket. Alt fra toppledelsen til lokkfører vil kunne dra nytte av tilbakemelding på organisasjonens energiprestasjoner.



Ramme 5.1: Mulige inntressesenter ved energi oppfølging

5.1.1 Toppledning

Toppledelsen har behov for tilbakemelding på NSB sitt energiforbruk knyttet opp mot miljø og økonomi. NSB har som mål å tilby konkurransedyktig transport med minst mulig miljøbelastning, og energiforbruket er en viktig del av NSB sin miljøatsning. NSB vil aktivt bidra til at transportsektorens miljøbelastning per *personkm* og *tonnkm* blir mindre. Det er for NSB viktig at forbedrede prestasjoner som økonomi, miljøprestasjoner og samfunnsmessige forhold kommuniseres eksakt til ulike målgrupper både innad og utad. (NSB, 2006) Konsernledelsen er ansvarlige for NSBs samlede virksomhet overfor selskapets styre, og eksakte tilbakemeldinger vil være nyttige i NSB i forhold til økonomi- og miljøstyring.

Prestasjonsmålingen av energiforbruket vil også forenkle arbeidet i forbindelse med overordnet oppfølging av NSB sitt ENØK-prosjekt.

NSB konsernet ønsker å fremstå som en miljøvennlig bedrift. Energiforbruket er av NSB konsernets viktigste miljøparametere. Det ligger et betydelig økonomisk potensial for besparelse i et lavt energiforbruk. Det har derfor betydning at energiforbruket per transportenhet, personkilometer og/eller tonnkilometer er lavest mulig.

Ramme 5.2: Utdrag fra NSB sitt miljøregnskap (NSB, 2006)

5.1.2 Administrasjon

Blant administrasjonen vil det være et vidt behov for energioppfølging. Mye av fokuset på dette nivået vil være på å forbedre eksisterende løsninger og gjøre operatørens jobb enklere. Prestasjonsmålingen vil være en god tilbakemelding på om implementerte tiltak er effektive.

Materiell er en enhet for forvaltning av alt persontog-materiell som NSB har. De skal sikre helhetlig styring og optimalisering av togmateriell. Materiell har også ansvar for innkjøp og avhending av materiell. Prestasjonsmåling av energiforbruk kan for eksempel bli brukt av materiell til følge opp og evaluere eksisterende og nye togs energiforbruk. De kan også bruke det til å følge opp og evaluere energisparende tiltak i form av ombygning og lignende. Prestasjonsmålingen kan også bli brukt som et varslingsystem for feil eller avvik. Ved for eksempel store avvik i energiforbruk som kan tyde på at det kan være feil med togsettet kan det sendes ut automatisk varslingsmelding, og på bakgrunn av varslingsmeldingen kan det gjøres en kontroll av settet.

Drift er ansvarlig for styring og fremføring av tog, og de er ansvarlig for å sikre at togdriften blir utført i henhold til krav som stilt til organisasjonen. Prestasjonsmålingen vil ha stor nytte for driftsenheten, under drift finner vi interessenter som økonomi, driftpersonell og strekningsansvarlige. For økonomi vil prestasjonsmålingen bety bedre og mer nøyaktig tilbakemelding på energiforbruket. Driftpersonell kan enklere følge opp sine operatører. Strekningsansvarlige vil få muligheten til å evaluere sine strekninger. Som enhet vil drift også i større grad få mulighet til å følge opp og evaluere tiltak som de har igangsatt. Et eksempel er kjøreopplæring i energieffektivkjøring der man vil få muligheten til å følge opp forbruket til lokkførerne som har vært igjennom dette kurset.

Plan er ansvarlig for å utarbeide langsiktige og årlige ruteplaner. I forbindelse med ENØK-prosjektet skal det gjennomføres endringer for å oppnå mer flyt i togtrafikken, som i teorien skal ha muligheten til å spare energi. Prestasjonsmålingen kan i denne forbindelse brukes til evaluere resultater fra strekninger og på tognummer hvor det har blitt gjort endringer. På bakgrunn av passasjerdekning og energiforbruk har man også mulighet til å evaluere lønnsomheten av de ulike tognummer.

Marked er en enhet for markeds, merkevare og produktutvikling. NSB (2006) sier at konsernets miljøfortrinn og bærekraftig atferd bør inngå i merkevarebyggingen. I forbindelse med dette kan prestasjonsmål av energiforbruk brukes til å fremme organisasjonen på miljøområdet.

5.1.3 Operatører

Lokkføreren er den som måles mest direkte på sitt arbeid, og en energiindikator er god måte følge opp lokkførerens arbeid. Ved systematisk og fornuftig tilbakemelding kommuniseres viktigheten av energieffektiv kjøring, og det kan skape motivasjon for lokkførerne til å stadig utfordre seg selv for oppnå et lavere energiforbruk. Lokkførerleder vil ha et ansvar med å følge opp sine egne lokkførere og skape motivasjon rundt energieffektiv kjøring.

5.1.4 Andre

I tillegg til de interne interessentene vil det også være noen eksterne som har behov for oppfølging i form av krav stilt til selskapet eller andre interesser. Et eksempel er Enova som prosjektsponsor i NSB sitt ENØK-prosjekt har satt krav om hvilke sparepotensial som skal oppnås, og vil derfor også ha ønske om tilbakemelding i form av innrapportering av energibesparelser. Dette kan komme i form indikatorer som spart energi i prosent, spart energi i GWh eller lignende.

5.2 Interessenter og indikatorer

Ulike formål krever ulike indikatorer. I ramme 5.3 er det listet opp ulike energiindikatorer som blir brukt for oppfølging av energiforbruk ved togtransport basert på elektrisitet.

Indikatorer for operasjon av rullende sett:

- Totalt energiforbruk per traksjons enhet, kWh/brutto tonnkm
- Totalt energiforbruk per tilbudt trafikk, kWh/ sete km
- Primært energiforbruk per transportenhet, KJ/ person km eller KJ/netto tonnkm
- Totalt energiforbruk per transportenhet, kWh/ person km eller kWh/netto tonnkm
- Andel av energiforbruket som går til hensatte tog, prosent
- Energikostnader per traksjons enhet, kr/brutto tonnkm

Ramme 5.3: Indikatorer for oppfølging av energiforbruk ved elektrisk togtransport.
(Bergendorff, 2007)

NSB opererer med energiforbruk per tonnkilometer og per person kilometer som sine hovedindikatorer per i dag, og disse blir brukt hovedsaklig som overordnede indikatorer for miljøstyring.

5.2.1 Toppledelsen

I utgangspunktet trenger toppledelsen indikatorer med lav detaljeringsgrad som sier noe om den overordnede tilstanden. Toppledelsen ser i utgangspunktet på energi som en miljøfaktor, og har som mål å redusere forbruket per transportenhet. De viktigste transportenhetene for NSB er person kilometer og netto tonnkilometer. Eksempler på indikatorer som kan gi toppledelsen den nødvendige tilbakemeldingen kan være kWh per person kilometer eller nett

tonnkilometer. Eventuelt kan disse også i et miljøperspektiv gjøres om til miljøbelastning per transportenhet.

- kWh / person km
- kWh / netto tonnkm

Ramme 5.4: Indikatorer for toppledelsen

5.2.2 Administrasjonen

Administrasjonen vil ha behov for et vidt spekter indikatorer da mange enheter faller innenfor dette nivået. Som basis vil de mest brukte indikatorene, ramme 5.5, danne et grunnlag for oppfølging og tilbakemelding, men utover dette er vil det være opp til hver enkelt enhet å definere hvilke indikatorer de har behov for.

- kWh/brutto tonnkm
- kWh/ sete km
- kWh/ person km
- kWh/netto tonnkm
- kr/brutto tonnkm

Ramme 5.5: Indikatorer for administrasjon

5.2.3 Operatører

Lokkfører har behov for en enkel indikator som gir tilbakemelding på egne og gruppens prestasjoner. Dette vil være en indikator som gir en generell tilbakemelding på forbruket, for eksempel totalt energiforbruk per traksjons enhet, kWh per brutto tonnkilometer. En slik indikator kan presenteres på mange ulike måter i forhold til hvor detaljert tilbakemelding man ønsker, en enkelt kjøring eller gjennomsnittlig ukesforbruk på et tognummer. Dette vil ses nærmere på i kapittel 6.

- kWh/brutto tonnkm

Ramme 5.6: Indikatorer for operatør

5.3 Rapportering

Som en del av prestasjonsmålesystemet for energioppfølging hos NSB utvikles det et Web-basert rapporteringssystem som henter energidata direkte fra NRESS. Dette gir gode muligheter for enkel, rask og fleksibel rapportgenerering. Systemet vil være tilgjengelig for alle ansatte, men med ulik tilgang basert på behov. Dette vil gi muligheter for generere individuelle rapporter samt rapporter med et fast oppsett, og ta ut rådata etter behov. Hvor ofte det skal rapporteres til de ulike organisatoriske nivåene vil variere fra nivå til nivå. Ramme 5.7 viser en grov oversikt over rapportbehov for de ulike nivåene.

Toppledelsen: Har behov for faste rapporteringer av viktige tall med intervaller som kan være en gang hver måned, en gang i kvartalet eller en gang per år. I tillegg vil rapportering ved for eksempel oppnådde milepæler kunne komme utenom.

Administrasjon: Har behov for flere faste rapporteringer, men har også et behov for individuelt genererte rapporter. Ved Web-basert rapporteringssystem vil de ha mulighet til å generere rapporter og ta ut nødvendig data etter behov.

Operatør: Lokkførere og lokkførerledere bør få tilbakemelding på jevnlig basis. Dette kan være gjennom ukes eller måneds rapporter på forbruk. Ved ønske om nærmere oppfølging av eget forbruk bør lokkfører også ha tilgang til å generere rapporter på egne kjøring.

Ramme 5.7: Rapportbehov på ulike organisatoriske nivåer hos NSB

6 Case: Oppfølging av lokkføre

Dette kapittelet vil se nærmere på oppfølging av lokkførerne ved å presentere ulike alternativer til rapportering basert på data fra NSB sitt energiforbruk. Energidataene brukt i eksemplene er manuelt behandlet og er ikke kvalitetssikret, så de har usikker verdi utover å illustrere eksemplene. Energidataene som er behandlet ligger med som vedlegg (www.nress.org).

6.1 Medarbeidertilfredshet blant lokkførerne

Ved implementering av et prestasjonsmålesystem som måler direkte på operatørene er det viktig å vise hensyn og følge opp medarbeidertilfredsheten. Det er viktig at tiltaket ikke blir oppfattet som overvåkning. Lokkførerne hos NSB har en blandet oppfatning av prestasjonsmålingen, der jeg etter samtaler har oppfattet at flere er skeptiske til implementeringen. Det kan derfor være viktig å få tilbakemelding på hvordan lokkførerne oppfatter prestasjonsmålingen, og inkludere lokkførerne i planleggingen og implementeringen av målingen.

Energioppfølgingen av lokkførere kan bringe med seg positive effekter i form av økt motivasjon og bedre holdning til energiforbruk. Lignende prosjekter i både NSB og i andre bedrifter har vist at slike tiltak kan føre med seg økt glede og motivasjon for eget arbeid. Ved at forbruket blir logget kan det bidra til å endre adferden til de ansatte og skape forståelse for hvordan energiforbruket er knyttet opp mot egne valg.

NSB har tidligere hatt et prosjekt gående for å identifisere energiforbruket. Dette var før målere ble installert på alle tog, og lokkførerne på sørlandsbanen fikk selv ansvar for logge eget forbruk på strekningen over en periode. Etter kort tid utviklet dette seg til å bli en intern konkurranse om hvem som greide oppnå det laveste forbruket, der de kjempet både mot seg selv og mot andre lokkførerne (Nag, 2005).

Posten Norge startet i 2004 prosjekt for å redusere drivstoff forbruk og slitasje på sine lastebiler og biler. Dette har blitt gjennomført ved opplæring i miljøvennlig kjøreteknikk og ved at det i samarbeid med Volvo har det blitt installert elektroniske loggbøker på flere av Posten sine lastebiler. Prosjektet har gitt positive resultater i form av holdningsendring blant sjåførene og lavere drivstofforbruk (www.logstikk-ledelse.no; www.posten.no).

6.2 Alternativer til rapportering

En av prestasjonsmålesystemets viktigste formål er oppfølging av NSB sine lokkførere. Hensikten med dette er å øke oppmerksomheten og motivasjonen rundt energieffektiv kjøring, og en aktiv og jevnlig tilbakemelding er viktig for å oppnå dette.

Lokkførerne er organisert under en lokkførerleder etter hvor i landet de er stasjonert. Det er viktig at lokkførerleder tar på seg noe av ansvaret for å følge opp sine lokkførere ved å jevnlig utstede rapporter på siste tids energiforbruk, og at han jobber aktivt med å øke motivasjonen for energieffektiv kjøring. Ved å sette mål for eksempel per måned på hvor energiforbruket bør ligge får lokkførerne noe jobb mot og lokkførerleder noe drive sine lokkførere mot.

Forbruket for kommende måned kan være basert på en krysning av foregående måned og samme måned forrige år. Ut ifra dette kan det presenteres rapporter ukentlige som viser hvor de ligger i forhold til det månedlige målet i for eksempel kWh per brutto tonnkilometer eller prosent.

De jevnlige rapportene kan for eksempel baseres på tognummer, alle tognummer på en strekning og/eller utvalgte tognummer på en strekke. Rapportene kan presenteres ved oppslag på oppholdsrom, ved skriftlige rapporter i papir eller digitalt format og/eller muntlig ved oppfølgingsmøter holdt av lokkførerleder. Ved skriftelig rapportering kan det være fordelaktig å presentere indikatorene i grafer, da dette vil tydelig visualisere forbruket.

- Rapport basert på:
- enkle tognummer
 - alle tognummer på en strekning
 - et utvalg av tognummer på en strekning

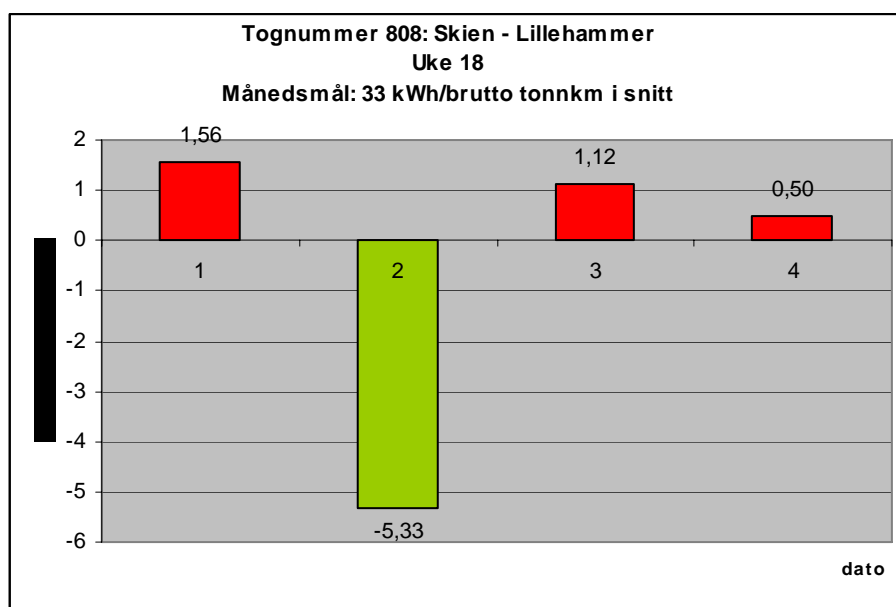
Ramme 6.1: Alternativer ved tilbakemelding til lokkfører

Vil nå presentere ulike alternativer for tilbakemelding for energiforbruk basert på data fra type 70 togene på strekningen Skien – Lillehammer i perioden februar til juni 2007.

6.2.1 Enkle tognummer

Ved å basere rapportene på et enkelt tognummer oppnår man en høy detaljeringsgrad og et godt sammenligningsgrunnlag mellom de ulike kjøringene da disse kjøres på samme tid på dagen under like kjøreforhold med tanke på rushtidskjøring.

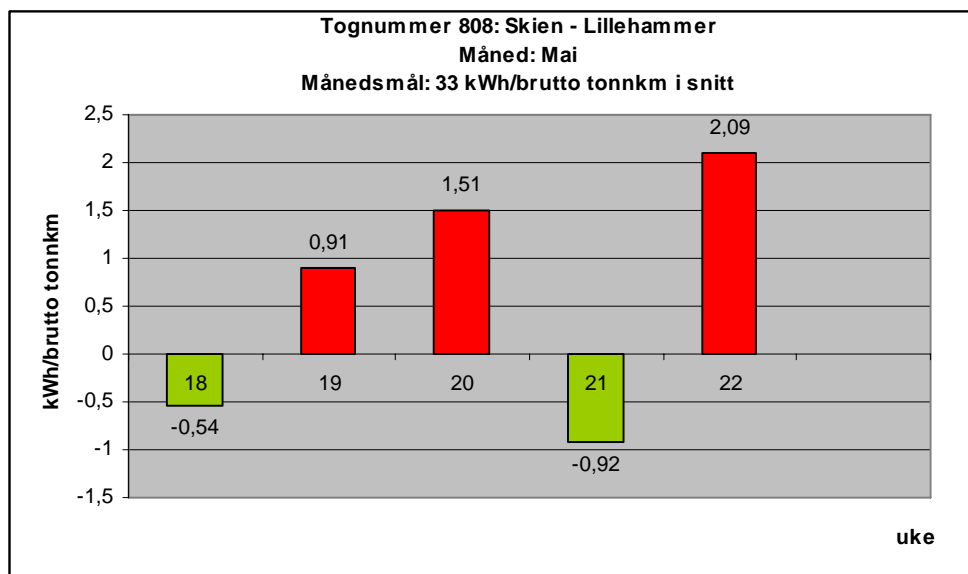
Tognummer 808 fra Skien til Lillehammer skal i mai 2007 ha et snittforbruk på 33 kWh per brutto tonnkilometer, dette er basert på tidligere måneders forbruk og skal være et realistisk mål. I uke 18, se figur 6.1, ble tognummer 808 kjørt fire ganger med et snitt på 32,46 kWh/brutto tonnkm der tre av kjøringen lå noe over månedsmålet og en lå mye under.



Figur 6.1: Eksempel, avvik i forhold til månedsmål per avgang

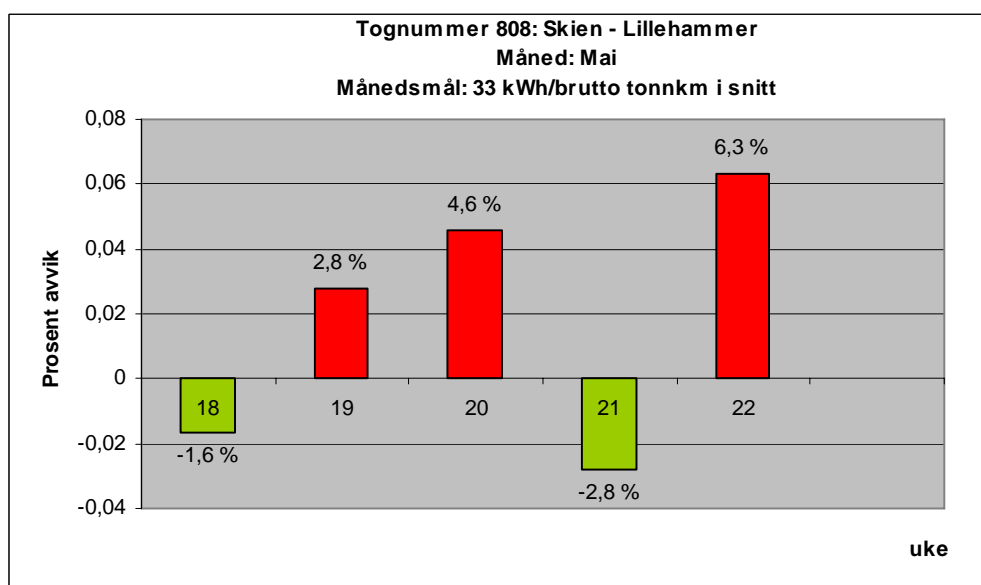
Dette kan være en måte å presentere forbruket for lokkfører. Problemet med denne tilnærmingen er det store antallet rapporter og kjøringene som må følges opp på grunn av den høye detaljeringsgraden. En annen ulempe er at ved å måle på tognummer med individuelle avganger kan man enkelt knytte lokkfører til den aktuelle avgangen. Måling av individ kan føre med seg problemer med motvillige lokkførere som føler seg overvåket. Derfor kan det være hensiktsmessig å benytte seg av en presentasjon med lavere detaljeringsgrad.

Et alternativ er å presentere snitt målinger på tognummer per hele uke i stede for per avgang. Da unngår man noe av problemene som kan oppstå ved måling av individ og det store antallet rapporter ved at flere målinger vil bli basis for rapporten. Se figur 6.2.



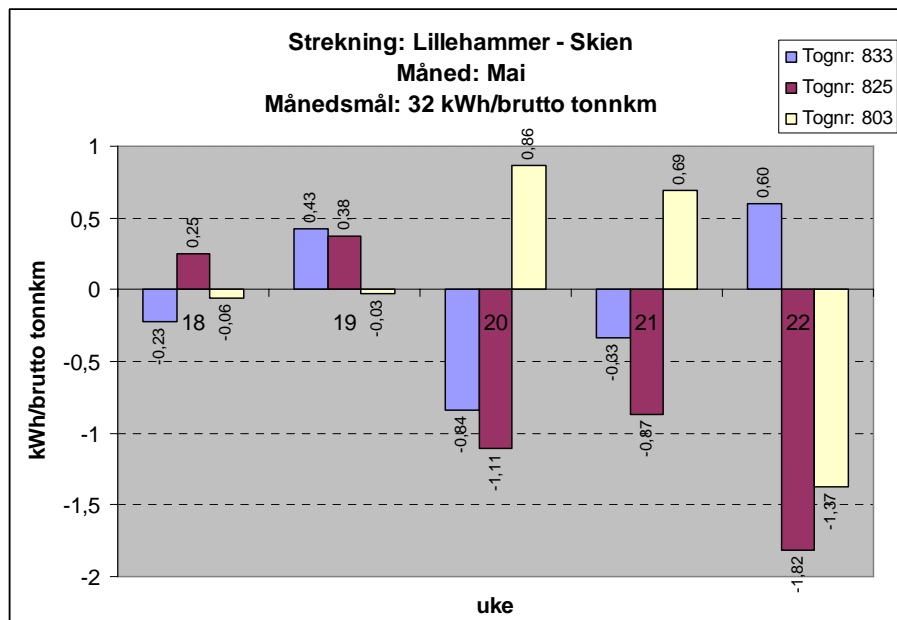
Figur 6.2: Eksempel, avvik i forhold til månedsmål per uke

Et alternativ til å presentere avviket i kWh per brutto tonnkilometer kan være å presentere avviket i prosent. Dette kan være lettere å relatere seg til og derfor gi en bedre effekt i forhold til bevisstgjøring. Figur 6.3 viser samme eksemplet som figur 6.2, men presenterer avviket i prosent.



Figur 6.3: Eksempel, avvik i prosent i forhold til månedsmål per uke

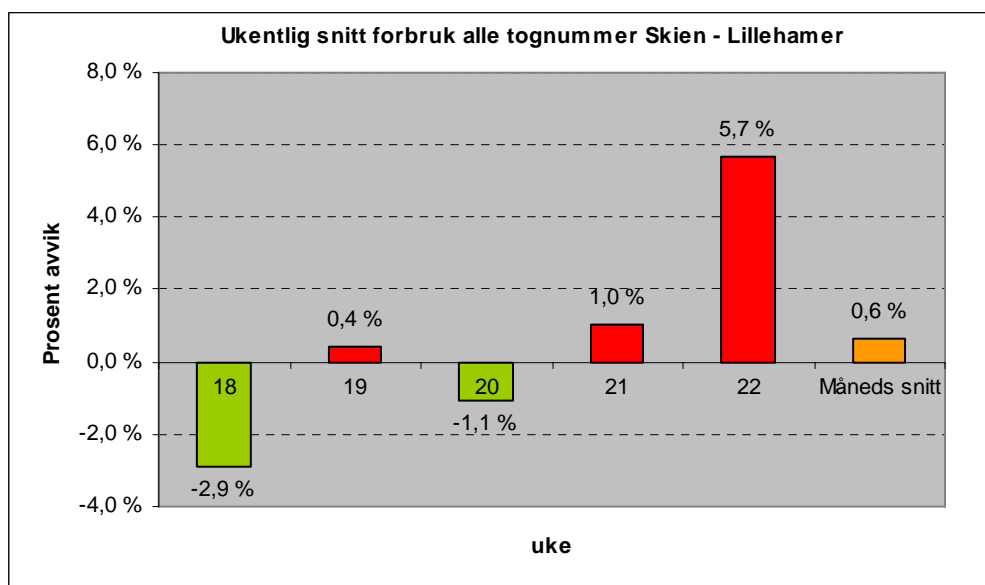
Ved måling på enkle tognummer vil antallet målinger maksimalt bli syv målinger per uke eller ca 30 målinger per måned, noe som er litt få målinger å basere et representativt snitt på. Normalt vil også flere tognummer på samme strekning falle inn under ansvaret til samme lokkførerleder. Alternativt kan man da presentere flere tognummer i samme graf, se figur 6.4.



Figur 6.4: Eksempel, avvik for flere tognummer per uke i forhold til månedsmål

6.2.2 Alle tognummer på strekningen

Ved å benytte seg av alle tognumre som trafikkerer en strekning vil man få en oversikt forbruket til alle tog som trafikkerer strekningen. Ulempen med å bruke alle tognummer til tilbakemelding er at togene vil trafikere strekningen under ulike trafikkforhold. Det kan gi utslag på energiforbruket og svekke sammenligningsgrunlaget. Et tog som passerer innerlokalen på Østlandet i rushtid vil normalt ha et høyere forbruk enn de som passerer utenfor rushtid.

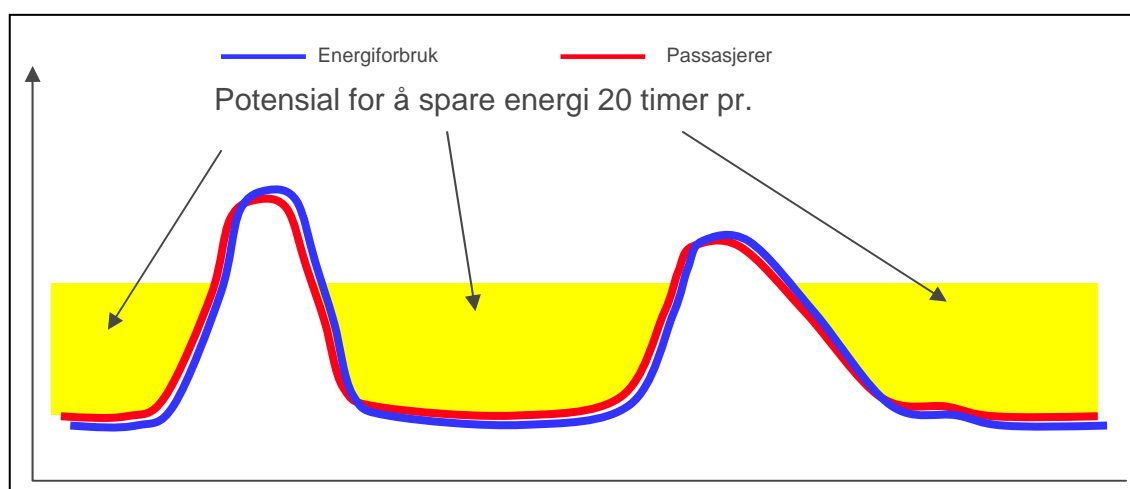


Figur 6.5: Eksempel, snittavvik i prosent for alle tognummer på strekning Skien - Oslo

6.2.3 Utvalgte tognummer på strekningen

Tiltak for å kjøre energieffektivt er enklest å gjennomføre når man har muligheten til å kjøre uhindret. Derfor vil man se effekten av energieffektiv kjøring best utenfor rushtiden som kan være preget av forsinkelser og køkjøring. For å måle forbedringene i forbruket best mulig kan det derfor være en ide å fokusere på tognummer utenfor rushtid da disse har størst sparepotensial. Disse tognumrene vil være mindre påvirket av trafikkforholdene og gi en mer nøyaktig tilbakemelding på aktuelt forbruk.

For tog som trafikkerer på Østlandet vil det innebære å luke bort de tognumrene som passerer innerlokalen på Østlandet, Oslo-området, i rusht på morgen og ettermiddag. Det vil si tognumre som passerer Oslo mellom ca klokken syv og ni på morgen og mellom kl tre og fem på ettermiddagen.



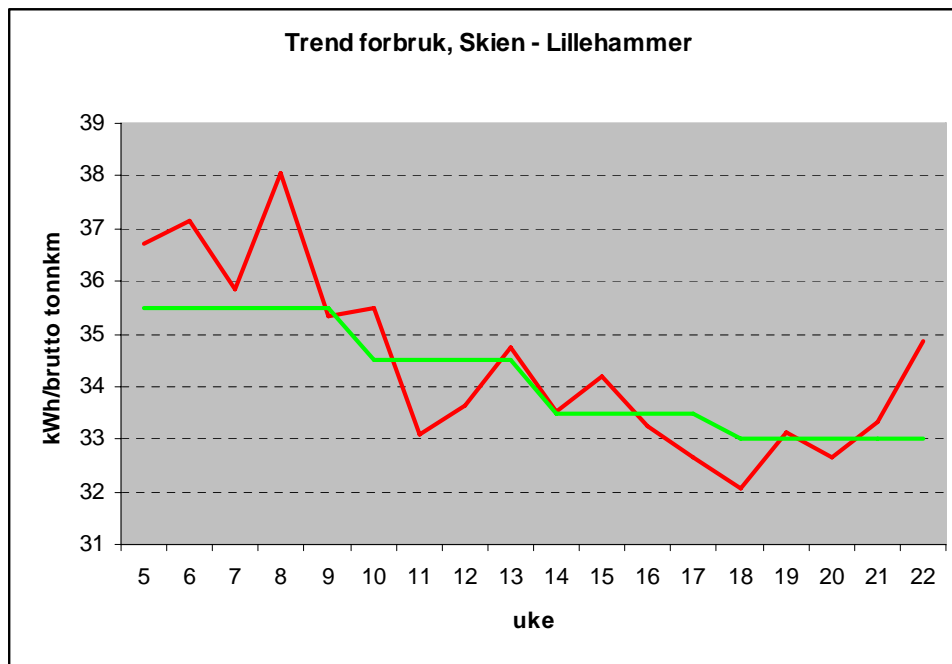
Figur 6.6: Fordeling av energi og passasjerer i løpet av døgnet (NSB, 2007)

For å oppnå en nøyaktig tilbakemelding på snittet kan det også være hensiktsmessig å luke ut kjøring med store forsinkelser eller unormalt høyt eller lavt forbruk. Slike kjøring kan gi store utslag på snittforbruk og vil normalt ikke være representative for energiforbruket på de aktuelle tognumrene. Kjøring med forsinkelser kan lukkes ut ved koble energidata opp mot punktlighetsdata fra NSB sitt punktlighetsprogram Annalyse.

6.2.4 Trend

Det er også viktig å følge opp energiforbruket over lengre tid enn fra uke til uke og måned til måned. Ved å måle utviklingen i energiforbruket over lengre tid kan man lettere se om man har oppnådd forbedringer.

Figuren 6.7 er basert på snittforbruket på type 70 på stekningen Skien - Lillehammer per uke fra februar til ut mai 2007. Den viser utviklingen av energiforbruket uke for uke satt opp mot det forhåndsdefinerte målet på hvor forbruket bør ligge i de aktuelle månedene.

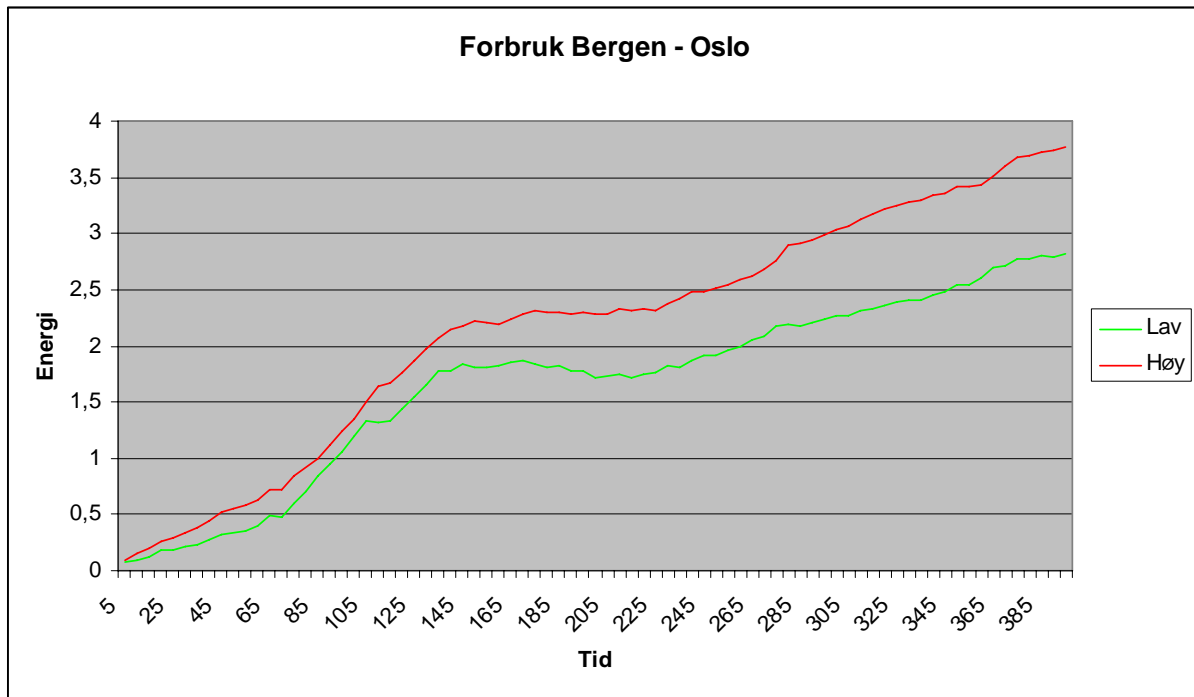


Figur 6.7: Eksempel, snittforbruk trend

6.2.5 Evaluere egen kjøring

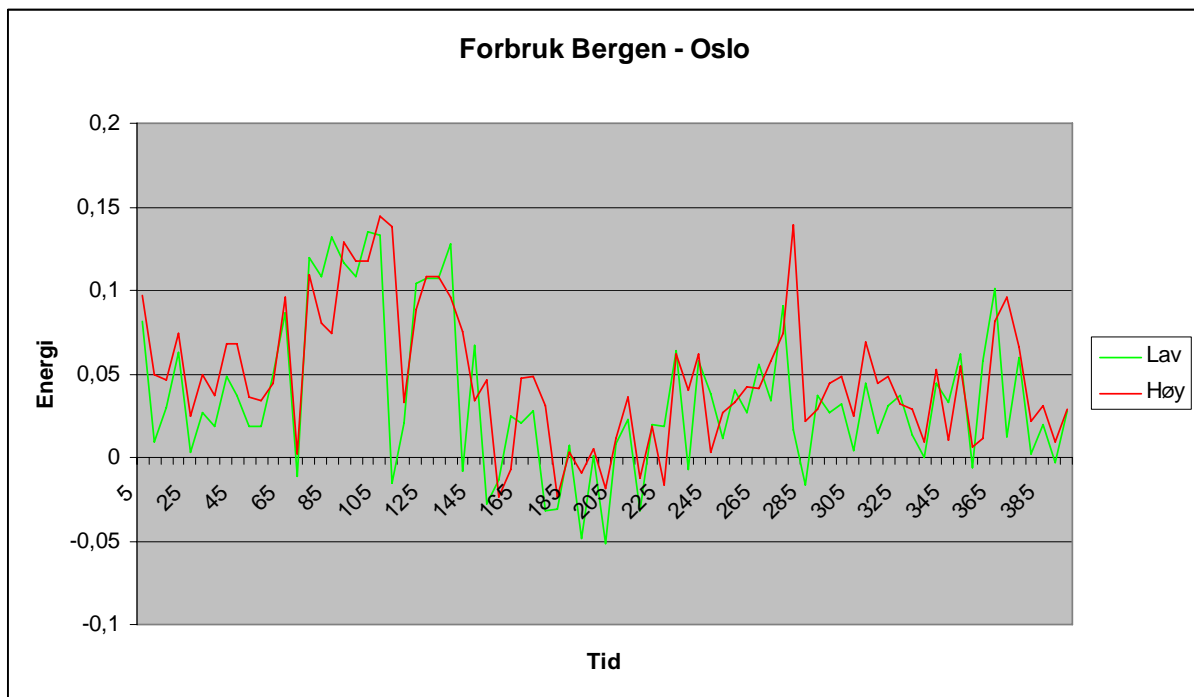
Energioppfølgingen av lokkfører kan skape konkurranseorientert adferd i likhet med eksempler nevnt tidligere. Da kan det være ide å gi lokkførerne muligheten til evaluere sine egne kjøring individuelt. Dette kan for eksempel gjøres ved å legge en mulighet i rapporteringssystemet til å sammenligne sin egen kjøring mot tidligere kjøring, for eksempel en av sine egne kjøring med samme tognummer eller samme strekning, eller kjøringen med lavest energiforbruk på den aktuelle strekningen. Under er et eksempel på en sammenligning av to kjøring fra stekningen Bergen – Oslo som er kjørt påfølgende dager i juni 2007 med samme tognummer og under relativt likeforhold.

Figur 6.8 viser en sammenligning av utviklingen av det totale energiforbruket over tid. På dette eksemplet kan vi se hvordan toget med høyest forbruk taper i forhold til det med lavest forbruk over tiden det tar mellom Bergen og Oslo..



Figur 6.8: Total energibruk over tid, Bergen - Oslo

Figur 6.9 viser de to samme kjøringene, men fokuserer i stede på energiforbruket per fem minutter. Ut ifra dette kan vi lese av energitoppene og bunnene på de aktuelle kjøringene, og på dette eksemplet kan man tydelig se hvordan kjøringen med høyest forbruk har både høyere topper og høyere bunner enn den andre kjøringen.



Figur 6.9: Energibruk per fem minutter, Bergen - Oslo

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Ut ifra grafene kan vi lese hvor på strekningen basert på tid man ”taper” eller eventuelt ”vinner” energi. For at to kjøringene skal ha et best mulig sammenligningsgrunnlag over tid er det fordelaktig at det er minimalt med forsinkelser. Forsinkelser vil ofte gi høyere energiforbruk og kjøringene vil ikke bli sammenfallende. Ut ifra figur 6.9 kan vi se forskyvninger i energitoppene noe som kan tyde på forsinkelser underveis, noe som er kjørt inn innen det aktuelle toget kom til Oslo. Dette vil mest sannsynlig gi et høyere energiforbruk på grunn av det krever høyere intensitet å kjøre inn forsinkelsen underveis på stekningen.

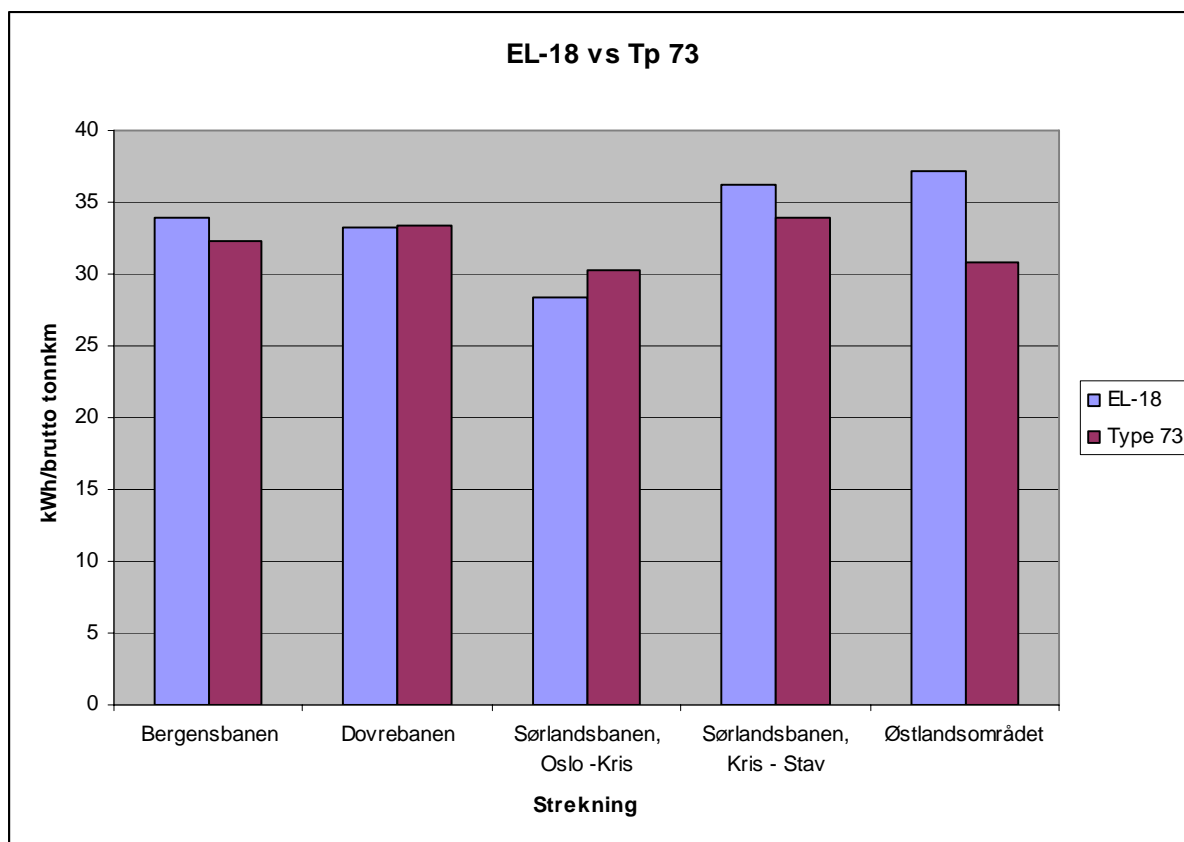
Et alternativ til en slik sammenligning vil være å basere den på GPS-posisjonen som ligger i energidataene i stede for på tid.

7 Andre muligheter for NSB ved prestasjonsmåling av energiforbruk

Nå har vi sett på noen muligheter prestasjonsmåling av energiforbruk har til følge opp lokkførerne på energiforbruk. Utover dette finnes nyttige muligheter ved å måle energiforbruk for mange andre interessenter. I dette kapitlet nevnes noen eksempler på andre bruksområder, muligheten for strekningsevaluering og oppdatering av nøkkeltalt for avregning.

7.1 Evaluering av strekninger

På mange av togstrekningene i Norge er det flere togtyper som trafikkerer både samme rute og tognummer. I forbindelse med at energiforbruket nå logges nøyaktig skapes det muligheter for å evaluere hvilke togtyper som er mest effektive på de ulike strekningene. Ved å sammenligne indikatorer som kWh per brutto og netto tonnkilometer og kWh per person eller sete kilometer kan få en indikasjon hvilke på togtype som bør trafikkere de aktuelle strekningene. Figur 7.1 viser et eksempel på en sammenligning av lokomotiv EL-18 med vogner og motorvognsett type 73 på fem ulike strekninger begge trafikkerer basert på kWh per bruttotonnkilometer.



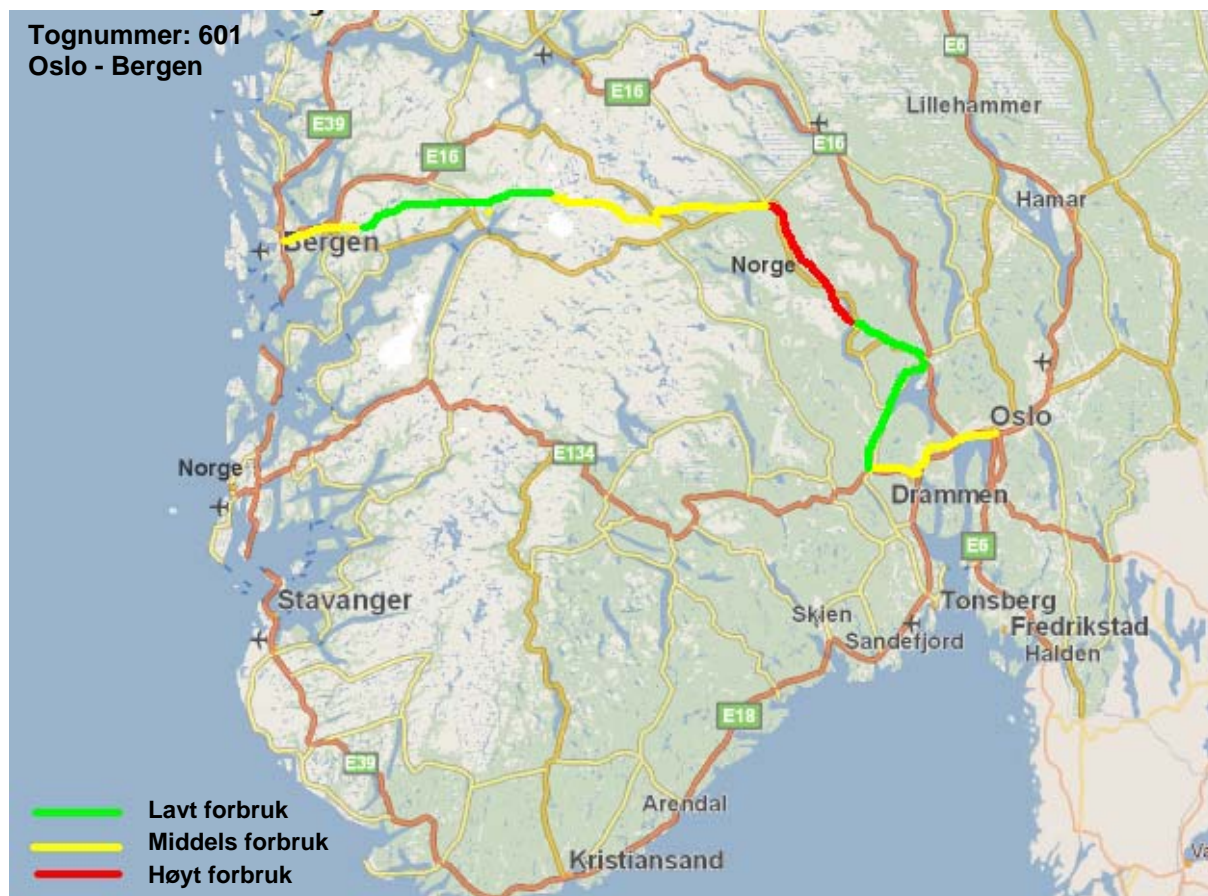
Figur 7.1: Sammenligning av totalt energiforbruk mellom EL-18 og Tp 73

Energidataene kan også brukes til å evaluere strekninger for å legge til rette for eventuell energieffektiv ombygning av sporene i fremtiden. Ved å se på hvilke deler av strekningen som påfører det største energiforbruket kan man analysere strekningen, og se hvor det kan være mest hensiktsmessig å gjøre forandringer i for å gjøre strekningen mest mulig energieffektiv.

Figur 7.2 og 7.3 viser eksempler hvordan energidata kan knyttes opp mot kartdata ved å benytte GPS-koordinatene i dataen. Dette kan skape spennende visninger og være til nytte ved evaluering av strekninger.



Figur 7.2: Energidata knyttet opp mot kartdata (www.web-eos.no)



Figur 7.3: Energiforbruk knyttet opp mot kartdata

7.2 Energimålingen for jevnlig oppdatering av nøkkeltall for avregning

Energiavregning med bruk av nøkkeltall beskrevet tidligere (kap 4.1) brukes fortsatt i tilfeller der det er problemer med energimålere og lignende. Disse tallene er per i dag for høye på grunn av at de er basert på forbruk ved hard kjøring. Nøkkeltallene er også lite spesifikke i forhold til togtyper da tallene kun tar hensyn til om det motorvognsett eller lokomotiv med eller uten tilbakemating, se tabell 4.1. Ved bruke data på det faktiske forbruket vil nøkkeltallene i enkelte tilfeller ligge opp mot 30 prosent lavere enn det Jernbaneverket baserer avregningen sin på i dag.

Ved å bruke energidataene som er tilgjengelig fra energimålerne kan disse nøkkeltallene jevnlig oppdateres for mer korrekt avregning. Det kan for eksempel gjennomføres faste rapporteringer av nøkkeltall basert på det faktiske forbruket til Jernbaneverket. På den måten vil nøkkeltallene følge det faktiske forbruket og de eventuelle forbedringene forbruket.

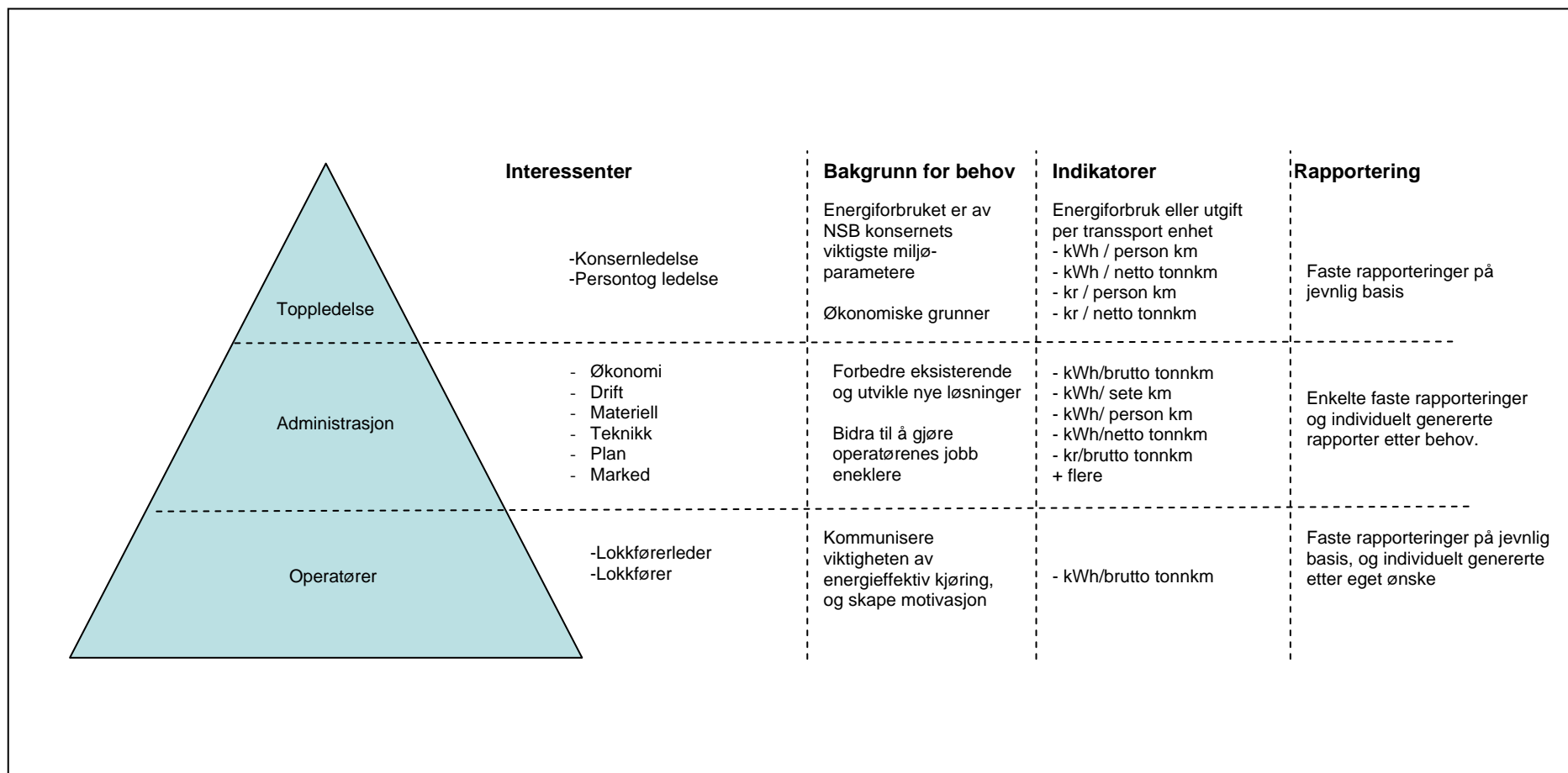
Tabell 7.1 viser resultatet av beregning av nye nøkkeltall basert på det faktiske forbruket sammenlignet med Jernbaneverket sine nøkkeltall. En slik tabell kan rapporteres til jernbaneverket hver måned eller hvert kvartal slik at JBV kan justere sine nøkkeltall for energiavregning for oppnå en mer nøyaktig avregning.

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

type 69				
Lokaltrafikk Østlandet			Total	Differanse
Beregnet nøkkeltall			57,9	7 %
Oppgitt nøkkeltall			62	
Lokaltrafikk Oslo				
Beregnet nøkkeltall			76,6	27 %
Oppgitt nøkkeltall			105	
Lokaltrafikk Bergen				
Beregnet nøkkeltall			62,1	16 %
Oppgitt nøkkeltall			74	
type 72				
Lokaltrafikk Østlandet		Inn	Ut	Total
Beregnet nøkkeltall				35,5
Oppgitt nøkkeltall	61	8		53
type 70				
Østlandområdet (Skn - Lilh)				
Utregnet nøkkeltall	39	4,7		34,3
Oppgitte Nøkkeltall	60	10		50
type 73				
Sørlandsbanen Krs - Stvg				
Utregnet nøkkeltall	46,7	12,9		33,8
Oppgitte nøkkeltall	47	5		42
Sørlandsbanen Oslo - Krs				
Utregnet nøkkeltall	41	10,8		30,2
Oppgitte nøkkeltall	41	4		37
Bergensbanen				
Utregnet nøkkeltall	42,7	10,5		32,2
Oppgitte nøkkeltall	47	5		42
Dovrebanen				
Utregnet nøkkeltall	42,2	9,38		32,82
Oppgitte nøkkeltall	48	8		40
Østlandsområdet (Oslo - Hld)				
Utregnet nøkkeltall	40,5	9,7		30,8
Oppgitte nøkkeltall	60	10		50

Tabell 7.1: Nøkkeltall

8 Konklusjon



Figur 8.1: Prestasjonsmålesystemet oppsummert

8.1 Oppgavens konklusjon

Det er viktig at prestasjonsmålesystemer inkluderer alle organisatoriske nivåer, og det er avhengig av støtte fra alle nivåer for å oppnå suksess. I NSB benytter de seg av en top-down tilnærming, der ENØK-arbeid allerede har forankring både i toppledelsen og administrasjonen gjennom NSB sin miljøprofilen. Operatørene ved lokkførere og lokkførerledere, har ikke den samme grad av forankringen i NSB sin miljøstrategi. Det derfor viktig å følge opp denne gruppen så ikke prestasjonsmålesystemet jobber mot sin hensikt. Målet er øke lokkførers motivasjonen for eget arbeid og energisparing, og med dette oppnå en bevisstgjøring og en holdningsendring som vil bidra til lavere energiforbruk.

I skisseringen av prestasjonsmålesystemet har det blitt lagt vekt på identifisering av interessenter. Måling av energiforbruket kan være til nytte for mange i NSB fra lokkfører til konsernledelsen. Behovet for tilbakemelding på energiforbruk er forskjellig fra nivå til nivå i organisasjonen med bakgrunn i forskjellige roller, interesser og ønsker. Et prestasjonsmålesystem for energiforbruk vil i stor grad kun bestå av harde indikatorer. I NSB vil disse indikatorene vil gå fra se på økonomiske og miljø aspekter på toppen til mer prosess relaterte indikatorer mot bunnen. I tillegg til å følge opp energiforbruket er det er også viktig å følge opp medarbeidertilfredsheten blant lokkførerne knyttet til prestasjonsmålesystemet. Figur 8.1 viser en oppsummering av prestasjonsmålesystemet.

For å sikre tidsriktig og konstruktiv tilbakemelding til alle ansatte er det hensiktsmessig å evaluere og analysere rapport behov og format. I forhold til lokkførerne tror jeg det vil være riktig å gi de grafiske tilbakemeldinger ved oppslag i oppholdsrom og eventuell tilgang til den samme informasjonen gjennom et it-basert rapporteringssystem. Jeg tror også det vil være positivt å legge til rette for å gi lokkfører muligheter til å evaluere egne individuelle kjøring.

Det skisserte prestasjonsmålesystemet i denne oppgaven vil også kunne ha verdi i andre transportorganisasjoner. Prestasjonsmålesystemet er basert på relativt generell energidata, noe som gjør at det kan overføres til andre transportorganisasjoner med et krav om at de har et målesystem på eget energiforbruk. I hovedsak ville det vært aktuelt å overføre det til andre togselskaper eller organisasjoner med el-transport, men har også potensial i andre transportmetoder. Dette kan være diesel eller drivstoffbasert transport i form av enten tog eller lastebiler.

På arbeidet rundt energiforbruk ved hensetting er nå de store postene identifisert og mange tiltak har blitt satt i gang for redusere forbruket med resultater. I utgangspunktet er det to typer tiltak som har blitt iverksatt. Adferdstiltak i form av bevisstgjøring og pålegging av bedre rutiner, og tekniske tiltak i form av ombygninger og tilrettelegning av teknikken for å oppnå lavere forbruk og enklere rutiner. Det finnes fortsatt et stort sparepotensial igjen enda, og da spesielt rundt økt bruk av varmpost og ved å unngå opprigget hensetting.

Som videre arbeid rundt prestasjonsmåling hos NSB kunne det vært spennende å ta for seg den delen av togene som går på diesel. Her finnes det per i dag ikke noe godt målesystem for forbruk, noe som burde være mulig å etablere. Det vil også være mange spennende tiltak man kan gjøre for redusere dieselforbruket og miljøbelastningen. Andre temaer som kunne egnet seg for videre arbeid er implementering av prestasjonsmålesystemet og evaluering av dette. Da kanskje med spesielt fokus på mottakelsen blant lokkførerne.

8.2 Feilkilder og begrensninger

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">▪ Begrenset tilgang til kilder▪ Personlige interesser▪ Tidkrevende databehandling |
|---|

Ramme 8.1: Feilkilder og begrensninger

Den viktigste feilkilden eller begrensningen i denne oppgaven er trolig den begrensede tilgangen til kilder det har vært på enkelte områder. På grunn av den begrensede tilgangen blir det vanskelig oppnå den ønskede støtten man kan få fra flere kilder på samme tema. Dette gjør også at tolkningen av kildene lett kan bli noe subjektiv ved at man tolker det i den retning man ønsker bruke informasjonen, og vinklingen på oppgaven kan bli rettet mot den informasjonen som er tilgjengelig.

Ved at jeg har jobbet alene på denne prosjektoppgaven kan personlige interesser ha påvirket valget av vinklingen på oppgaven. Dette kan ha gjort at enkelte problemstillinger kan ha blitt utelatt.

I forbindelse med denne oppgaven har jeg hatt tilgang til store mengder energidata fra NSB. Behandlingen av energidataene har foregått manuelt, noe som har vært et tidkrevende arbeid. I den sammenheng har jeg ikke oppnådd det ønskede antall målinger i alle eksempler for å kunne gi eksakte og sikre tall.

8.3 Måloppnåelse

Hovedmålet i denne oppgaven var satt til å skissere et prestasjonsmålesystem som vil gi NSB mulighet til mer energieffektiv produksjon. Dette målet føler jeg er oppnådd godt da jeg tror NSB kan dra nytte av mitt arbeid. Delmålene for oppgaven var å gjennomføre litteraturstudium av energiforbruk ved hensetting og prestasjonsmåling med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer. Disse målene er oppnådd tilfredstillende fra mitt synspunkt i forhold til tidsbegrensningen og i forhold til den tilgjengelige litteraturen på emnene. Mitt siste delmål var å få praktisk erfaring rundt utforming av prestasjonsmålesystemer. Dette målet føler jeg er delvis oppnådd ved at jeg har fått bruke NSB som bedrift og deres energidata i utformingen av prestasjonsmålesystemet. For å oppnå dette målet 100 prosent hadde jeg trengt mer tid til å tilegne meg erfaring og synspunkter i bedriften.

9 Kilder

Bøker og artikler:

- Andersen, B. & Fagerhaug, T. (2002) ”*Performance measurement explained*” Quality Press, Wisconsin
- Aune, A. (2000) “*Kvalitetsdrevet ledelse, Kvalitetsstyrte bedrifter*” Gyldendal Akademiske
- Bourne, Kennerly, Martinez, (2005) “*Reflections on the role, use and benefits of corporate performance measurement in the UK*” Measuring Business Excellence
- Bredrup, H. (1995) “*Performance measurement in a changing competitive industrial environment: breaking the financial paradigm*” Doktor ingeniøravhandling 1995:111, NTH
- Decoene, V. & Bruggeman, W. (2006) “*Strategic alignment and middle-level managers’ motivation in a balanced scorecard setting*” International Journal of Operations & Production Management
- Deming, W. E. (2000) “*The new economics*” The MIT Press, Massachusetts
- Gulbrandsen, D. M. & Moen, J.V. (2007) “*Energimålere ombord I togene*” Lokomotivmands Tidende
- Halachmi, A. (2005) “*Performance measurement is only one way of managing performance*”, International Journal of Productivity and Performance Management
- Juran, J. M. (1988) “*Juran on Planning for Quality*” Free Press, New York
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1996) “*The balanced scorecard*” Harvard Business School Press, Boston , Massachusetts
- Lehr, J. K. & Rice, R. E. (2005) “*How are organizational measures really used?*” The quality management journal
- Lynch, R. L. & Cross, K. F. (1991) “*Measure up!*” Blackwell Publishers, Cambridge
- Meekings, A. & Povey, S. (2007) “*Plumbed-in performance improvement*” Measuring Business Excellence
- Morgan, M. W. (2005) “*The Path to Profitable Measures*” Quality Press, Wisconsin
- Mulholland, P. (2003) “*Supporting continuous learning in a large organization*” Applied Ergonomics
- Nag, M. (2005) “*Energisparing i NSB*” Masteroppgave, Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Nair, M. (2004) *“Essentials of Balanced Scorecard”* John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey

Niven, P. R. (2002) *“Balanced Scorecard Step-by-step”*, J. Wiley & Sons, N.Y.

Spitzer, D. R. (2007) *“Transforming Performance Measurement: Rethinking the Way We Measure And Drive Organizational Success”* American Management Association

Tangen, S. (2005) *“Analysing the requirements of performance measurement systems”* Measuring Business Excellence

Annet:

Andersen, T. O. (2007) *”Prestasjon: NSBs ENØK-prosjekt, status okt.07”* ENØK-seminar 8. oktober

Bergendorff, M. (2007) *”Prestasjon: Data, KPIs and Scenarios”* Togseminar Slovenia 2007

Gulbrandsen, D. M. (2007) *”Presentasjon: Energimåler i tog”* ENØK-seminar 8. oktober

Ness, H. O. (2007) *”Presentasjon: Energiforbruk ved hensetting”* ENØK-seminar 8. oktober

Unger, W. (2007) *”Presentasjon: ENØK ved modifikasjoner”* ENØK-seminar 8. oktober

JBV, (2004) *”Jernbaneverkets standardvilkår for avregning av 16 2/3 Hz energi”*

JBV, (2007) *”Technical specification for energy metering equipment of electric train heating from fixed installations”*

NSB, (2006) *”NSBs miljøregnskap”*

Web:

www.enova.no:

www.enova.no/?itemid=421

www.web-eos.no:

www.web-eos.no/karttest/kart1.aspx

www.logistikk-ledelse.no

www.logistikk-ledelse.no/2004/tr/tr04-05.htm

www.nress.org:

www.posten.no:

www.railway-ernergy.org:

www.railway-energy.org/tfee/index.php?PROJECTID=27&ID=270&SEL=260

www.railway-energy.org/tfee/index.php?PROJECTID=14&ID=270&SEL=260

10 Vedlegg

Vedlegg A: Rådata på en kjøring, Skien - Lillehammer	55
Vedlegg B: Behandlet energidata.....	59
Vedlegg C: Forstudierapport.....	63
Vedlegg D: Statusrapport	69

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Vedlegg A: Rådata på en kjøring, Skien - Lillehammer

Mon Mar 19 13:25:00 CET 2007	0,026	0,001			0	59,22	9,6	59,2	9,62	Skien
Mon Mar 19 13:30:00 CET 2007	0,02	0,003			0	59,2	9,62	59,14	9,66	
Mon Mar 19 13:35:00 CET 2007	0,036	0			0	59,14	9,66	59,13	9,67	
Mon Mar 19 13:40:00 CET 2007	0,07	0			0	59,13	9,67	59,15	9,74	
Mon Mar 19 13:45:00 CET 2007	0,014	0,004			0	59,15	9,74	59,17	9,82	
Mon Mar 19 13:50:00 CET 2007	0,019	0,001			0	59,17	9,82	59,15	9,89	
Mon Mar 19 13:55:00 CET 2007	0,037	0,002			0	59,15	9,89	59,11	9,92	
Mon Mar 19 14:00:00 CET 2007	0,034	0,001			0	59,11	9,92	59,08	9,99	
Mon Mar 19 14:05:00 CET 2007	0,013	0,003			0	59,08	9,99	59,05	10,03	
Mon Mar 19 14:10:00 CET 2007	0,005	0			0	59,05	10,03	59,05	10,03	
Mon Mar 19 14:15:00 CET 2007	0,02	0			0	59,05	10,03	59,05	10,04	
Mon Mar 19 14:20:00 CET 2007	0,077	0,004			0	59,05	10,04	59,06	10,15	
Mon Mar 19 14:25:00 CET 2007	0,057	0,004			0	59,06	10,15	59,13	10,21	
Mon Mar 19 14:30:00 CET 2007	0,009	0,002			0	59,13	10,21	59,14	10,22	
Mon Mar 19 14:35:00 CET 2007	0,078	0			0	59,14	10,22	59,19	10,28	
Mon Mar 19 14:40:00 CET 2007	0,028	0,003			0	59,19	10,28	59,23	10,31	
Mon Mar 19 14:45:00 CET 2007	0,011	0,002			0	59,23	10,31	59,28	10,36	
Mon Mar 19 14:50:00 CET 2007	0,01	0,001			0	59,28	10,36	59,27	10,41	
Mon Mar 19 14:55:00 CET	0,05	0			0	59,27	10,41	59,29	10,4	

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

2007									
Mon Mar 19 15:00:00 CET 2007	0,057	0,001			0	59,29	10,4	59,36	10,41
Mon Mar 19 15:05:00 CET 2007	0,051	0,005			0	59,36	10,41	59,41	10,41
Mon Mar 19 15:10:00 CET 2007	0,057	0,006			0	59,41	10,41	59,46	10,35
Mon Mar 19 15:15:00 CET 2007	0,007	0,003			0	59,46	10,35	59,49	10,31
Mon Mar 19 15:20:00 CET 2007	0,051	0,002			0	59,49	10,31	59,53	10,26
Mon Mar 19 15:25:00 CET 2007	0,068	0,009			0	59,53	10,26	59,59	10,2
Mon Mar 19 15:30:00 CET 2007	0,148	0			0	59,59	10,2	59,66	10,23
Mon Mar 19 15:35:00 CET 2007	0,025	0,011			0	59,66	10,23	59,73	10,22
Mon Mar 19 15:40:00 CET 2007	0,015	0,002			0	59,73	10,22	59,74	10,21
Mon Mar 19 15:45:00 CET 2007	0,046	0			0	59,74	10,21	59,76	10,27
Mon Mar 19 15:50:00 CET 2007	0,096	0			0	59,76	10,27	59,76	10,29
Mon Mar 19 15:55:00 CET 2007	0,046	0,004			0	59,76	10,29	59,83	10,44
Mon Mar 19 16:00:00 CET 2007	0,013	0,007			0	59,83	10,44	59,89	10,52
Mon Mar 19 16:05:00 CET 2007	0,038	0			0	59,89	10,52	59,9	10,57
Mon Mar 19 16:10:00 CET 2007	0,014	0,003			0	59,9	10,57	59,91	10,64
Mon Mar 19 16:15:00 CET 2007	0,042	0,003			0	59,91	10,64	59,92	10,69
Mon Mar 19 16:20:00 CET 2007	0,017	0			0	59,92	10,69	59,92	10,69
Mon Mar 19 16:25:00 CET 2007	0,016	0,001			0	59,92	10,69	59,91	10,76
Mon Mar 19 16:30:00 CET 2007	0,039	0			0	59,91	10,76	59,91	10,78

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

2007									
Mon Mar 19 16:35:00 CET 2007	0,167	0			0	59,91	10,78	59,91	10,79
Mon Mar 19 16:40:00 CET 2007	0,031	0,009			0	59,91	10,79	59,95	11,05
Mon Mar 19 16:45:00 CET 2007	0,149	0			0	59,95	11,05	60,04	11,13
Mon Mar 19 16:50:00 CET 2007	0,116	0			0	60,04	11,13	60,15	11,15
Mon Mar 19 16:55:00 CET 2007	0,016	0,008			0	60,15	11,15	60,19	11,1
Mon Mar 19 17:00:00 CET 2007	0,129	0			0	60,19	11,1	60,27	11,15
Mon Mar 19 17:05:00 CET 2007	0,008	0,014			0	60,27	11,15	60,33	11,25
Mon Mar 19 17:10:00 CET 2007	0,069	0,003			0	60,33	11,25	60,38	11,24
Mon Mar 19 17:15:00 CET 2007	0,029	0,001			0	60,38	11,24	60,4	11,24
Mon Mar 19 17:20:00 CET 2007	0,037	0,002			0	60,4	11,24	60,47	11,24
Mon Mar 19 17:25:00 CET 2007	0,056	0,001			0	60,47	11,24	60,53	11,24
Mon Mar 19 17:30:00 CET 2007	0,05	0,004			0	60,53	11,24	60,6	11,29
Mon Mar 19 17:35:00 CET 2007	0,061	0,002			0	60,6	11,29	60,63	11,24
Mon Mar 19 17:40:00 CET 2007	0,084	0,001			0	60,63	11,24	60,71	11,2
Mon Mar 19 17:45:00 CET 2007	0,045	0,006			0	60,71	11,2	60,75	11,14
Mon Mar 19 17:50:00 CET 2007	0,01	0,007			0	60,75	11,14	60,79	11,08
Mon Mar 19 17:55:00 CET 2007	0,007	0			0	60,79	11,08	60,79	11,08
Mon Mar 19 18:00:00 CET 2007	0,043	0			0	60,79	11,08	60,8	11,04
Mon Mar 19 18:05:00 CET 2007	0,045	0,009			0	60,8	11,04	60,84	10,96

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

2007										
Mon Mar 19 18:10:00 CET 2007	0,043	0,009			0	60,84	10,96	60,88	10,93	
Mon Mar 19 18:15:00 CET 2007	0,116	0			0	60,88	10,93	60,92	10,83	
Mon Mar 19 18:20:00 CET 2007	0,037	0,022			0	60,92	10,83	60,92	10,71	
Mon Mar 19 18:25:00 CET 2007	0,005	0,004			0	60,92	10,71	60,93	10,7	
Mon Mar 19 18:30:00 CET 2007	0,043	0,002			0	60,93	10,7	60,96	10,67	
Mon Mar 19 18:35:00 CET 2007	0,038	0,008			0	60,96	10,67	61	10,59	
Mon Mar 19 18:40:00 CET 2007	0,04	0,005			0	61	10,59	61,02	10,5	
Mon Mar 19 18:45:00 CET 2007	0,016	0,004			0	61,02	10,5	61,04	10,48	
Mon Mar 19 18:50:00 CET 2007	0,044	0,003			0	61,04	10,48	61,09	10,46	
Mon Mar 19 18:55:00 CET 2007	0,041	0,002	3,035	0,214	2,821	61,09	10,46	61,12	10,46	Lillehammer

Vedlegg B: Behandlet energidata

Skien – Lillehammer, oppgitt i kWh

Tid		Forbruk tot	Tilbake tot	Totalt	Stasjon
Thu Feb 01 10:45:00 CET 2007		3,41	0,294	3,116	Lillehammer
Fri Feb 02 18:55:00 CET 2007		3,134	0,304	2,83	Lillehammer
Sat Feb 03 15:40:00 CET 2007		3,363	0,363	3	Lillehammer
Sun Feb 04 19:50:00 CET 2007		3,274	0,271	3,003	Lillehammer
Mon Feb 05 22:45:00 CET 2007		3,159	0,31	2,849	Lillehammer
Wed Feb 07 09:55:00 CET 2007		3,209	0,318	2,891	Lillehammer
Fri Feb 09 08:50:00 CET 2007		3,143	0,239	2,904	Lillehammer
Sun Feb 11 19:05:00 CET 2007		3,655	0,339	3,316	Lillehammer
Mon Feb 12 10:45:00 CET 2007		3,232	0,447	2,785	Lillehammer
Thu Feb 15 23:45:00 CET 2007		3,156	0,728	2,428	Lillehammer
Sat Feb 17 09:45:00 CET 2007		3,103	0,204	2,899	Lillehammer
Mon Feb 19 10:45:00 CET 2007		3,36	0,27	3,09	Lillehammer
Tue Feb 20 18:55:00 CET 2007		3,585	0,218	3,367	Lillehammer
Thu Feb 22 19:00:00 CET 2007		3,431	0,361	3,07	Lillehammer
Sat Feb 24 13:45:00 CET 2007		3,372	0,379	2,993	Lillehammer
Tue Feb 27 17:55:00 CET 2007		3,073	0,221	2,852	Lillehammer
Thu Mar 01 09:55:00 CET 2007		3,112	0,283	2,829	Lillehammer
Sun Mar 04 21:05:00 CET 2007		3,232	0,264	2,968	Lillehammer
Wed Mar 07 08:45:00 CET 2007		3,151	0,175	2,976	Lillehammer
Fri Mar 09 09:55:00 CET 2007		3,187	0,614	2,573	Lillehammer
Sun Mar 11 19:55:00 CET 2007		3,351	0,478	2,873	Lillehammer
Mon Mar 12 22:45:00 CET 2007		3,093	0,501	2,592	Lillehammer
Sun Mar 18 15:40:00 CET 2007		3,052	0,382	2,67	Lillehammer
Mon Mar 19 09:50:00 CET 2007		3,373	0,771	2,602	Lillehammer
Wed Mar 21 10:45:00 CET 2007		3,303	0,576	2,727	Lillehammer
Mon Mar 26 22:50:00 CEST 2007		3,081	0,398	2,683	Lillehammer
Wed Mar 28 09:45:00 CEST 2007		3,355	0,237	3,118	Lillehammer
Sat Mar 31 09:45:00 CEST 2007		3,158	0,195	2,963	Lillehammer
Fri May 04 10:45:00 CEST 2007		3,096	0,326	2,77	Lillehammer
Sun May 06 20:55:00 CEST 2007		3,166	0,483	2,683	Lillehammer
Fri May 11 12:50:00 CEST 2007		3,179	0,29	2,889	Lillehammer
Tue May 15 10:45:00 CEST 2007		3,024	0,289	2,735	Lillehammer
Wed May 16 17:55:00 CEST 2007		3,173	0,488	2,685	Lillehammer
Fri May 18 10:40:00 CEST 2007		3,274	0,396	2,878	Lillehammer
Tue May 22 17:50:00 CEST 2007		2,942	0,52	2,422	Lillehammer
Wed May 23 18:55:00 CEST 2007		2,857	0,268	2,589	Lillehammer
Thu May 24 10:40:00 CEST 2007		3,119	0,366	2,753	Lillehammer
Fri May 25 18:55:00 CEST 2007		3,137	0,342	2,795	Lillehammer
Mon May 28 11:50:00 CEST 2007		2,88	0,495	2,385	Lillehammer
Tue May 29 09:50:00 CEST 2007		3,158	0,298	2,86	Lillehammer
Tue Jun 05 10:45:00 CEST 2007		3,098	0,87	2,228	Lillehammer
Thu Jun 07 10:50:00 CEST 2007		2,841	0,334	2,507	Lillehammer
Sat Jun 09 12:45:00 CEST 2007		3,03	0,423	2,607	Lillehammer
Sun Jun 10 17:55:00 CEST 2007		3,165	0,613	2,552	Lillehammer
Mon Jun 11 10:50:00 CEST 2007		2,914	0,432	2,482	Lillehammer
Fri Jun 15 19:00:00 CEST 2007		3,009	0,294	2,715	Lillehammer
Sat Jun 16 11:50:00 CEST 2007		3,169	0,362	2,807	Lillehammer

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Sun Jun 17 19:45:00 CEST 2007		3,274	0,494	2,78	Lillehammer
Mon Jun 18 22:50:00 CEST 2007		2,929	0,225	2,704	Lillehammer
Thu Feb 01 18:50:00 CET 2007		3,141	0,188	2,953	Lillehammer
Tue Feb 06 10:45:00 CET 2007		3,081	0,435	2,646	Lillehammer
Thu Feb 22 22:50:00 CET 2007		3,26	0,281	2,979	Lillehammer
Fri Feb 23 17:55:00 CET 2007		3,311	0,43	2,881	Lillehammer
Sun Feb 25 15:45:00 CET 2007		3,349	0,248	3,101	Lillehammer
Tue Feb 27 10:45:00 CET 2007		3,193	0,66	2,533	Lillehammer
Thu Mar 01 17:50:00 CET 2007		2,998	0,262	2,736	Lillehammer
Sun Mar 04 17:50:00 CET 2007		3,361	0,201	3,16	Lillehammer
Mon Mar 05 10:45:00 CET 2007		3,24	0,253	2,987	Lillehammer
Tue Mar 06 19:00:00 CET 2007		3,103	0,264	2,839	Lillehammer
Wed Mar 07 10:45:00 CET 2007		3,107	0,261	2,846	Lillehammer
Thu Mar 08 18:55:00 CET 2007		3,064	0,323	2,741	Lillehammer
Sat Mar 10 13:45:00 CET 2007		3,085	0,416	2,669	Lillehammer
Tue Mar 13 09:50:00 CET 2007		2,945	0,183	2,762	Lillehammer
Thu Mar 15 09:45:00 CET 2007		2,777	0,539	2,238	Lillehammer
Fri Mar 16 10:45:00 CET 2007		3,277	0,726	2,551	Lillehammer
Sun Mar 18 13:45:00 CET 2007		3,014	0,52	2,494	Lillehammer
Mon Mar 19 18:55:00 CET 2007		3,035	0,214	2,821	Lillehammer
Wed Mar 21 17:45:00 CET 2007		3,045	0,425	2,62	Lillehammer
Fri Mar 23 09:55:00 CET 2007		2,943	0,18	2,763	Lillehammer
Sun Mar 25 13:45:00 CEST 2007		3,067	0,508	2,559	Lillehammer
Mon Mar 26 18:55:00 CEST 2007		2,917	0,289	2,628	Lillehammer
Tue Mar 27 10:45:00 CEST 2007		3,062	0,791	2,271	Lillehammer
Fri Mar 30 12:50:00 CEST 2007		3,199	0,177	3,022	Lillehammer
Tue May 01 17:45:00 CEST 2007		3,036	0,342	2,694	Lillehammer
Wed May 02 09:45:00 CEST 2007		2,852	0,573	2,279	Lillehammer
Thu May 03 09:45:00 CEST 2007		2,988	0,465	2,523	Lillehammer
Fri May 04 10:40:00 CEST 2007		2,914	0,696	2,218	Lillehammer
Sun May 06 13:45:00 CEST 2007		2,858	0,818	2,04	Lillehammer
Mon May 07 18:50:00 CEST 2007		2,986	0,377	2,609	Lillehammer
Tue May 08 10:50:00 CEST 2007		2,962	0,472	2,49	Lillehammer
Fri May 11 09:50:00 CEST 2007		3,05	0,308	2,742	Lillehammer
Fri May 18 12:45:00 CEST 2007		3,151	0,874	2,277	Lillehammer
Mon May 21 10:45:00 CEST 2007		3,019	0,545	2,474	Lillehammer
Thu May 24 10:40:00 CEST 2007		2,953	0,643	2,31	Lillehammer
Sun May 27 17:40:00 CEST 2007		3,182	0,262	2,92	Lillehammer
Mon May 28 20:50:00 CEST 2007		3,242	0,316	2,926	Lillehammer
Fri Jun 01 10:40:00 CEST 2007		3,122	0,312	2,81	Lillehammer
Mon Jun 04 10:45:00 CEST 2007		3,055	0,753	2,302	Lillehammer
Tue Jun 05 18:55:00 CEST 2007		3	0,423	2,577	Lillehammer
Wed Jun 06 22:50:00 CEST 2007		3,244	0,524	2,72	Lillehammer
Thu Jun 07 17:55:00 CEST 2007		2,915	0,233	2,682	Lillehammer
Sun Jun 10 21:10:00 CEST 2007		3,203	0,541	2,662	Lillehammer
Tue Jun 12 12:55:00 CEST 2007		3,236	0,505	2,731	Lillehammer
Thu Jun 14 17:55:00 CEST 2007		3,015	0,358	2,657	Lillehammer
Sun Jun 17 21:45:00 CEST 2007		2,976	0,276	2,7	Lillehammer
Mon Jun 18 17:50:00 CEST 2007		2,763	0,216	2,547	Lillehammer
Sun Feb 04 15:40:00 CET 2007		3,225	0,577	2,648	Lillehammer
Mon Feb 05 09:50:00 CET 2007		3,139	0,316	2,823	Lillehammer
Tue Feb 06 22:45:00 CET 2007		3,544	0,298	3,246	Lillehammer

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Wed Feb 07 17:45:00 CET 2007		3,27	0,227	3,043	Lillehammer
Fri Feb 09 09:55:00 CET 2007		3,305	0,278	3,027	Lillehammer
Sun Feb 11 11:50:00 CET 2007		3,358	0,341	3,017	Lillehammer
Wed Feb 14 22:45:00 CET 2007		3,476	0,396	3,08	Lillehammer
Thu Feb 15 17:45:00 CET 2007		3,068		3,068	Lillehammer
Mon Feb 19 18:55:00 CET 2007		3,15	0,194	2,956	Lillehammer
Tue Feb 20 11:00:00 CET 2007		3,559	0,561	2,998	Lillehammer
Wed Feb 21 10:45:00 CET 2007		3,582	0,277	3,305	Lillehammer
Wed Feb 28 12:45:00 CET 2007		3,474	0,48	2,994	Lillehammer
Thu Mar 01 08:45:00 CET 2007		3,231	0,416	2,815	Lillehammer
Sun Mar 04 21:50:00 CET 2007		3,043	0,398	2,645	Lillehammer
Tue Mar 06 12:45:00 CET 2007		3,367	0,335	3,032	Lillehammer
Thu Mar 08 08:45:00 CET 2007		3,29	0,392	2,898	Lillehammer
Sat Mar 10 11:50:00 CET 2007		3,128	0,278	2,85	Lillehammer
Sun Mar 11 17:55:00 CET 2007		3,259	0,286	2,973	Lillehammer
Mon Mar 12 10:45:00 CET 2007		3,114	0,292	2,822	Lillehammer
Tue Mar 13 18:55:00 CET 2007		3,027	0,375	2,652	Lillehammer
Wed Mar 14 10:45:00 CET 2007		3,209	0,341	2,868	Lillehammer
Fri Mar 16 09:50:00 CET 2007		2,936	0,26	2,676	Lillehammer
Tue Mar 20 10:50:00 CET 2007		3,327	0,805	2,522	Lillehammer
Fri Mar 23 08:45:00 CET 2007		2,959	0,401	2,558	Lillehammer
Wed Mar 28 10:45:00 CEST 2007		2,921	0,244	2,677	Lillehammer
Thu Mar 29 18:55:00 CEST 2007		3,063	0,22	2,843	Lillehammer
Sat Mar 31 13:45:00 CEST 2007		2,985	0,157	2,828	Lillehammer
Wed May 02 12:40:00 CEST 2007		3,023	0,346	2,677	Lillehammer
Thu May 03 10:45:00 CEST 2007		2,985	0,25	2,735	Lillehammer
Fri May 04 18:55:00 CEST 2007		3,074	0,403	2,671	Lillehammer
Sun May 06 20:00:00 CEST 2007		3,008	0,308	2,7	Lillehammer
Mon May 07 22:45:00 CEST 2007		2,991	0,541	2,45	Lillehammer
Wed May 09 12:45:00 CEST 2007		3,234	0,418	2,816	Lillehammer
Thu May 10 09:50:00 CEST 2007		3,097	0,319	2,778	Lillehammer
Tue May 15 09:45:00 CEST 2007		3,099	0,799	2,3	Lillehammer
Fri May 18 12:45:00 CEST 2007		3,139	0,368	2,771	Lillehammer
Sun May 20 11:50:00 CEST 2007		2,587	0,189	2,398	Lillehammer
Mon May 21 10:45:00 CEST 2007		3,023	0,275	2,748	Lillehammer
Mon May 28 15:45:00 CEST 2007		2,895	0,194	2,701	Lillehammer
Thu May 31 17:50:00 CEST 2007		2,988	0,23	2,758	Lillehammer
Sun Jun 03 13:50:00 CEST 2007		2,828	0,322	2,506	Lillehammer
Mon Jun 04 08:45:00 CEST 2007		3,055	0,345	2,71	Lillehammer
Wed Jun 06 17:55:00 CEST 2007		2,958	0,359	2,599	Lillehammer
Fri Jun 08 09:55:00 CEST 2007		2,811	0,268	2,543	Lillehammer
Wed Jun 13 10:40:00 CEST 2007		3,131	0,341	2,79	Lillehammer
Thu Jun 14 18:55:00 CEST 2007		3,157	0,277	2,88	Lillehammer
Fri Jun 15 12:45:00 CEST 2007		2,912	0,495	2,417	Lillehammer
Sun Jun 17 13:45:00 CEST 2007		2,885	0,314	2,571	Lillehammer
Mon Jun 18 12:45:00 CEST 2007		3,037	0,181	2,856	Lillehammer
Tue Jun 19 09:50:00 CEST 2007		2,854	0,248	2,606	Lillehammer
Sun Feb 04 20:55:00 CET 2007		3,21	0,169	3,041	Lillehammer
Wed Feb 07 08:50:00 CET 2007		3,527	0,348	3,179	Lillehammer
Sat Feb 10 12:40:00 CET 2007		3,308	0,303	3,005	Lillehammer
Mon Feb 12 12:45:00 CET 2007		3,387	0,401	2,986	Lillehammer
Tue Feb 13 09:55:00 CET 2007		3,214	0,308	2,906	Lillehammer

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

Wed Feb 14 09:45:00 CET 2007		3,168	0,229	2,939	Lillehammer
Fri Feb 16 09:55:00 CET 2007		3,123	0,292	2,831	Lillehammer
Sun Feb 18 11:50:00 CET 2007		3,109	0,285	2,824	Lillehammer
Wed Feb 21 09:55:00 CET 2007		3,207	0,31	2,897	Lillehammer
Fri Feb 23 09:45:00 CET 2007		3,196	0,266	2,93	Lillehammer
Sun Feb 25 11:50:00 CET 2007		3,341	0,24	3,101	Lillehammer
Wed Feb 28 10:45:00 CET 2007		3,298	0,486	2,812	Lillehammer
Sat Mar 03 12:45:00 CET 2007		3,155	0,334	2,821	Lillehammer
Mon Mar 05 12:45:00 CET 2007		3,338	0,448	2,89	Lillehammer
Tue Mar 06 09:50:00 CET 2007		3,422	0,735	2,687	Lillehammer
Wed Mar 07 09:45:00 CET 2007		3,177	0,278	2,899	Lillehammer
Sat Mar 10 09:50:00 CET 2007		3,207	0,429	2,778	Lillehammer
Mon Mar 12 10:45:00 CET 2007		3,216	0,788	2,428	Lillehammer
Fri Mar 16 12:50:00 CET 2007		3,237	0,281	2,956	Lillehammer
Sun Mar 18 20:50:00 CET 2007		3,042	0,292	2,75	Lillehammer
Wed Mar 21 08:45:00 CET 2007		3,417	0,435	2,982	Lillehammer
Fri Mar 23 09:55:00 CET 2007		3,149	0,19	2,959	Lillehammer
Sat Mar 24 12:40:00 CET 2007		3,173	0,291	2,882	Lillehammer
Mon Mar 26 12:45:00 CEST 2007		3,225	0,174	3,051	Lillehammer
Tue Mar 27 09:50:00 CEST 2007		3,175	0,225	2,95	Lillehammer
Wed Mar 28 12:45:00 CEST 2007		3,269	0,566	2,703	Lillehammer
Fri Mar 30 08:50:00 CEST 2007		3,01	0,558	2,452	Lillehammer
Wed May 02 10:40:00 CEST 2007		3,348	0,663	2,685	Lillehammer
Sun May 06 15:40:00 CEST 2007		2,98	0,261	2,719	Lillehammer
Mon May 07 09:50:00 CEST 2007		3,061	0,644	2,417	Lillehammer
Thu May 10 10:45:00 CEST 2007		3,007	0,289	2,718	Lillehammer
Fri May 11 18:55:00 CEST 2007		3,181	0,526	2,655	Lillehammer
Tue May 15 09:45:00 CEST 2007		3,351	0,38	2,971	Lillehammer
Thu May 17 21:40:00 CEST 2007		3	0,309	2,691	Lillehammer
Sat May 19 09:45:00 CEST 2007		2,94	0,475	2,465	Lillehammer
Mon May 21 12:40:00 CEST 2007		3,161	0,212	2,949	Lillehammer
Wed May 23 13:15:00 CEST 2007		3,247	0,323	2,924	Lillehammer
Fri May 25 17:55:00 CEST 2007		2,776	0,263	2,513	Lillehammer
Mon May 28 17:50:00 CEST 2007		3,165	0,203	2,962	Lillehammer
Tue May 29 10:45:00 CEST 2007		3,207	0,296	2,911	Lillehammer
Wed May 30 18:55:00 CEST 2007		3,345	0,402	2,943	Lillehammer
Thu May 31 10:40:00 CEST 2007		3,075	0,361	2,714	Lillehammer
Fri Jun 01 18:55:00 CEST 2007		3,085	0,404	2,681	Lillehammer
Tue Jun 05 09:50:00 CEST 2007		2,842	0,239	2,603	Lillehammer
Sun Jun 10 21:55:00 CEST 2007		3,236	0,997	2,239	Lillehammer
Thu Jun 14 11:35:00 CEST 2007		3,408	0,344	3,064	Lillehammer
Sat Jun 16 09:45:00 CEST 2007		3,123	0,367	2,756	Lillehammer
Mon Jun 18 10:55:00 CEST 2007		3,037	0,636	2,401	Lillehammer

Vedlegg C: Forstudierapport

Forstudierapport for prosjektoppgaven

Prestasjonsmåling av energiforbruk.

Andreas Hægstad

Forstudierapport

Dette er en forstudierapport for prosjektoppgaven ”Prestasjonsmåling av energiforbruk” som skal gjennomføres høsten 2007 ved Institutt for Produksjons- og Kvalitetsteknikk (IPK) ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er et samarbeid mellom NTNU, NSB og forskningsprosjektet PEMRO der fagligkontakt er Bjørn Andersen, veileder er Nils Olsson og kontaktperson i NSB er Jan Vetle Moen.

Problembeskrivelse

NSB har de siste årene jobbet med energibesparing innen togdrift ved et pågående ENØK-prosjekt. Der fokus har ligget på å kartlegge muligheter for energisparing. Fra januar i år skal det være installert energimålere på alle NSB sine togsett, og det har gitt bedre mulighet til oppfølging av energiprestasjonene på alle nivåer i bedriften fra lokkfører til direktørnivå. For å følge opp utviklingen av energiforbruket og skape engasjement rundt prosessene er det viktig å måle prestasjonene underveis og sette mål. Der det er viktig at alle aktuelle nivåer i NSB blir berørt/inkludert.

Dagens rutiner og teknikker for hensetting er ufullstendige med muligheter for forbedring. Bruk av varmpost og de automatiske hensettingsfunksjonene mange av togtypene har innebygd vil være sentralt for å oppnå besparelser i energiforbruket. Ved å finne litteratur og erfaringer rundt hensetting av tog håper jeg å få god oversikt ulike rutiner og metoder rundt temaet.

Mål

Denne prosjekt oppgaven er delt i fire deler, en prosjektstyringsdel og tre deloppgaver som danner hovedoppgaven skal gjennomføres. Den skal også danne et grunnlag for videre arbeid i en eventuell masteroppgave.

I prosjektstyringsdelen skal ta for seg prosjektoppgaven som et prosjektarbeid. Målet er å kunne benytte seg av erfaringer, kompetanse og verktøy som finnes innen prosjektstyring. Det vil her være viktig å planlegge tid og ressurser riktig så tidsfristene og milepælene overholdes.

I del en av oppgaven er målet å oppnå innsikt i relevant informasjon rundt energiforbruk i togdrift med hovedfokus med hensetting/parkering av tog. Det vil også være viktig å komplimentere tidligere studier gjort rundt energiforbruk.

Del to skal gi en innføring i prestasjonsmåling med fokus på oppfølging på ulike organisatoriske nivåer gjennom et litteraturstudium.

I del tre er målet å komme frem til ulike alternativer til hvordan NSB kan utforme og innføre et prestasjonsmålesystem for energiforbruk tilpasset de ulike nivåene i organisasjonen, og som vil skape best mulig grunnlag for energieffektiv utvikling. Viktige temaer som skal behandles er indikatorer, rapportering og presentasjonsformat, og hvor i organisasjonen de bør presenteres. Jeg har også som mål å benytte meg av virkelige tall fra NSB i størst mulig grad.

Avgrensning

Litteraturstudiet om prestasjonsmåling vil basere seg på litteratur, artikler og annen fagkompetanse, og danne et grunnlag for å skissere et prestasjonsmålesystem for NSB.

Etter samtale med Jan Vetle Moen i NSB vil del en i utgangspunktet kun omhandle energiforbruk rundt hensetting av tog. Tidligere har det vært noe fokus på bruk av varmepost ved hensetting og endring av hensettingsrutiner, men det har vært lite fokus på nye metoder for hensetting av tog. Der er en viss risiko at det finnes lite litteratur på dette emnet og har derfor fått klarsignal fra Nils Olsson for å eventuelt utvide denne delen til omfatte andre deler av togdrift.

Utdypning av arbeidsoppgavene

For å få en bedre oversikt over hva skal gjøres har jeg gjort en foreløpig inndeling av ulike arbeidsoppgaver/arbeidspakker under de ulike delene i prosjektet.

Del 1: Litteraturstudie energiforbruk i togdrift med fokus på hensetting.

- Finne og lese relevant litteratur rundt hensetting av tog og energiforbruk.
- Analysere litteraturen rundt temaet
- Ta kontakt med andre togleverandører og operatører for erfaringer og rutiner.
- Ta kontakt med toglinjen ved Den Kungliga Tekniska Høgskola.
- Presentere informasjon rundt energiforbruk.

Del 2: Litteraturstudie prestasjonsmåling på ulike organisatoriske nivåer.

- Finne og lese relevant litteratur rundt temaet.
- Analysere litteraturen.
- Knytte litteraturen opp mot del 3.
- Presentere informasjon rundt prestasjonsmåling.

Del 3: Skissere et prestasjonsmålesystem rundt energiforbruk for NSB.

- Bruke informasjon fra del 2 til å skissere opp et rammeverk for systemet.
- Diskutere relevante indikatorer med ansatte hos NSB.
- Benytte tilegnet data på NSB sitt energiforbruk i skissering.
- Presentere et prestasjonsmålesystem rundt energiforbruket som dekker nødvendige nivåer i organisasjonen.

POS

Prosjekt:
Prestasjonsmåling av
energiforbruk.

Dato

Problem: NSB har de siste årene jobbet med hvordan bedre energiforbruket sitt, nå ønsker de et prestasjonsmålingssystem for oppfølging av forbruket.

Hovedmål: Skissere et prestasjonsmålesystem som vil gi NSB mulighet til mer energieffektiv produksjon.

Delmål:

- Gjennomføre litteraturstudium rundt energiforbruk ved hensetting av tog.
- Gjennomføre litteraturstudium rundt prestasjonsmåling og oppfølging på ulike nivåer i en organisasjon.
- Få praktisk erfaring rundt utforming av prestasjonsmålesystemer/styringssystemer.

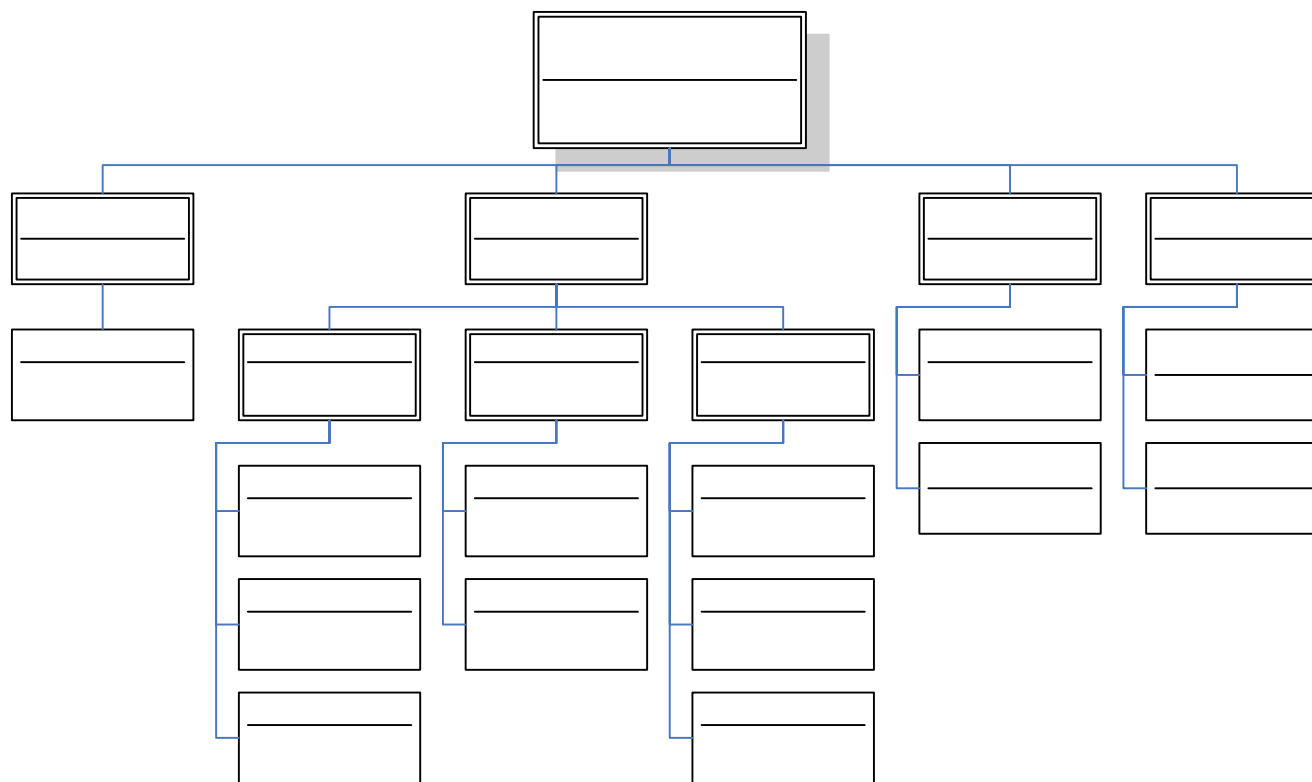
Suksesskriterier:

- NSB har nytte av prosjektet.
- Overholde tidsfrister og milepæler.
- Få karakter B eller bedre.
- Innhente relevant litteratur.
- Oppdrive relevant kompetanse og data.

Forutsetninger, risiko, hindringer:

- Vanskeligheter med å oppdrive litteratur.
- Sensitiv data.
- Samarbeidsvilje hos interessenter.
- Veileders tilgjengelighet.
- Sykdom.
- Uforutsette hindringer.

WBS



Forstudie [1]
[dur = 10 days]

Hoveddel [2]
[dur = 62 days]

Forstudierapport
[1.1]

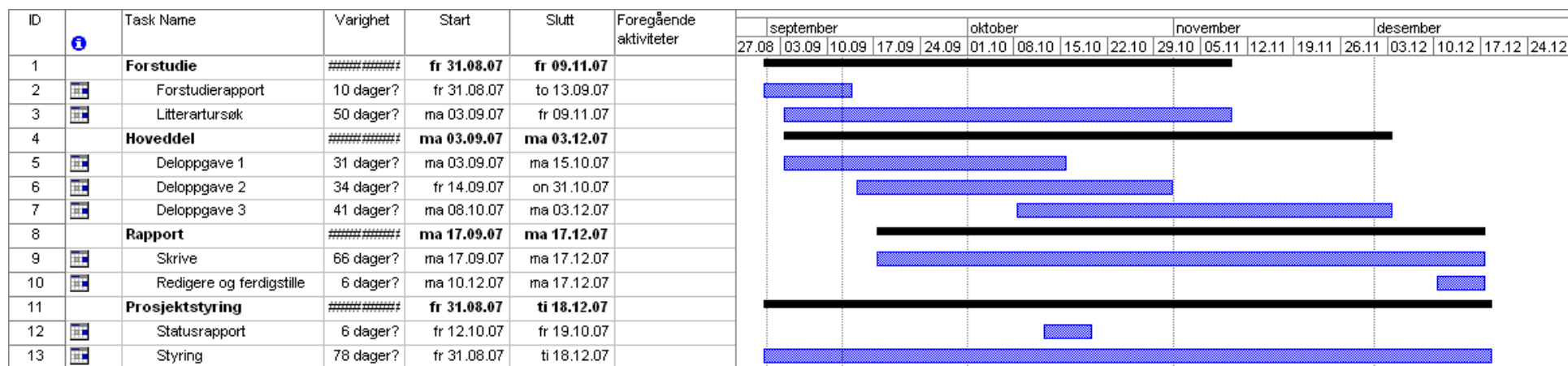
Deloppgave 3
[2.3]

Deloppgave 2
[2.2]

Prosjektoppgave
[dur = 72 days]

Prosjektoppgave høsten 2007 – Prestasjonsmåling av energiforbruk

GANT



Vedlegg D: Statusrapport

Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
NTNU

Institutt for Produksjons- &
Kvalitetsteknikk

TPK 4510 Produksjons- &
kvalitetsteknikk, Fordypingsprosjekt

Fordypningsprosjekt høsten 2007

Statusrapport 15.oktober

Prestasjonsmåling av energiforbruk

Andreas Hægstad
hagstad@stud.ntnu.no

Innledning

I starten av fordypningsprosjektet utarbeidet jeg en forstudierapport der prosjektet ble brutt ned i mindre arbeidspakker og antatt tidsforbruk ble satt. Tidsforbruket for de ulike delene og arbeidspakkene ble presentert i et Gant-diagram. På bakgrunn av dette skulle det 15 oktober innleveres en avrapportering av fremdriften i fordypningsprosjektet. Denne rapporten oppsummerer det arbeidet som er utført så langt. Den vil ta for seg planlagt arbeid i forhold til faktisk arbeid og avvik og endringer som har oppstått.

Arbeidet så langt

Som planlagt har mye av tiden frem til nå gått bort til å søke etter relevant litteratur til del 1, energiforbruk ved hensetting og fremføring av tog, og del 2, litteraturstudie av prestasjonsmåling. Vil her ta for meg arbeidet så langt del for del.

Del 1, Energisparing ved hensetting og fremføring av tog

Fra start regnet jeg med at det ville være lite litteratur å finne på energisparing ved hensetting av tog, men antok fortsatt at jeg skulle oppnå et greit grunnlag for del 1 av oppgaven. Har nå søkt etter litteratur i ulike databaser og tidsskrifter innen transport og energibruk, men det ser ut til at det enten er gjort lite på området eller at det er lite som er publisert.

Har den siste tiden prøvd å få kontakt med togoperatører, togprodusenter og andre togresurser for informasjon og litteratur. Det har gitt resultater ved at jeg har fått enkelte kontaktpersoner rundt i togmiljøet, men trenger fortsatt flere. Har også deltatt på et ENØK-seminar holdt av NSB og Entro hvor jeg fikk høre om hva NSB og Entro hadde oppnådd frem til nå.

Del 2, Litteraturstudium av prestasjonsmåling

På emnet prestasjonsmåling finnes det svært mye litteratur noe som gjør det vanskelig å luke ut det som er mest relevant. Har per 15 oktober funnet mye litteratur på emnet, men ikke hatt tid til å analysere den enda. Før jeg fortsetter litteratursøket vil jeg analysere noe av det jeg har funnet for å finne enkelte fokusområder å søke videre på.

Del 3, Prestasjonsmålesystem for energiforbruk hos NSB

Denne delen har frem til nå ikke vært et fokusområde, men har arbeidet noe med den gjennom samtaler med Jan Vetle Moen og andre hos NSB. Har også sett etter andre aktører innen samme segment som har eller er i ferd med å implementere et prestasjonsmålesystem, der jeg har funnet noen som jeg ønsker å ta kontakt.

Avvik

Etter jeg tiltrådte som vitenskapelig assistent ved mitt institutt har dette gått noe utover fremdriften i oppgaven. Som kompensasjon for det har jeg fått utsatt innlevering av fordypningsprosjektet med opptil en måned, noe jeg håper å unngå. Delte tidlig inn oppgaven min i tre deler som jeg skulle jobbe med forholdsvis individuelt. Dette har vist seg å være vanskelig da relevant informasjon til del 1 kommer veldig sporadisk. Per 15 oktober ligger jeg bak planlagt fremdrift på del 1, del 2 og selve rapportskrivningen.

