

# Kostnadsberegninger for personalplaner i NSB



Hovedoppgave ved  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU



Bente Irene Schei Tørnby  
Trondheim, juni 2003

## Forord

Denne hovedoppgaven utgjør den avsluttende delen av sivilingeniørstudiet ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet er blitt utført over 21 uker i vårsemesteret 2003.

Oppgavens hovedformål har vært å finne en metodikk som kan brukes til å gjøre overslagsberegninger for personalkostnader i forbindelse med en anbudssituasjon. Arbeidet med oppgaven har foregått i samarbeid med driftsavdelingen til NSB i Oslo.

Denne oppgaven hadde ikke blitt til om jeg ikke hadde fått hjelp fra diverse mennesker jeg har møtt på min vei. Først og fremst vil jeg rette en stor takk til min kontaktperson hos NSB i Oslo, Kenneth Aschehoug, som gjennom hele semesteret har vist stor interesse for oppgaven og tålmodig besvart alle mine mer eller mindre dumme spørsmål på en oppklarende og forståelig måte, og som også har gitt verdifulle tilbakemeldinger på rapporten ettersom den begynte å nærme seg ferdig.

Jeg vil i tillegg takke Marte Fodstad og Inger-Anne Sætermo i Sintef, samt min veileder ved NTNU, Asgeir Tomasgard.

Trondheim, 11. juni 2003

---

Bente Irene Schei Tørnby

## **Sammendrag**

Med forventninger om at konkurranse på det norske jernbanenettet vil kunne gi et bedre og mer kostnadseffektivt togtilbud for de offentlige midlene som i dag brukes til offentlig kjøp, konkurransen utsettes de første jernbanestrekningene her i landet fra sommeren 2005. NSB har lært av erfaringene fra våre naboland og stiller vel forberedt og klare til å møte økte krav til effektivitet og lønnsomhet. Blant annet har de iverksatt et forbedringsprogram med fokus på seks områder, der personalplanlegging, som utgjør fokus for denne oppgaven, utgjør det ene.

I forbindelse med en anbudssituasjon, får NSB behov for å kunne foreta relativt enkle og raske økonomiske overslagsberegninger. Dette gjelder blant annet muligheten for raskt å kunne gjøre et teoretisk overslag over hvilke personalressurser som trengs for å kjøre med et visst antall togavganger på en gitt strekning.

I denne oppgaven har jeg, på bakgrunn av erfaringer fra andre bransjer og bedrifter, gitt rammebetingelser for personalutnyttelse og definisjoner av begreper som robusthet og effektivitet, beskrevet utviklingen av to ulike metoder for slike overslagsberegninger.

Den første metoden er veldig enkel og beregner kun kjøretidskostnadene i forbindelse med trafikkering av strekningen, dersom man ikke utvider metoden ved bruk av tilleggssatser.

”Folkevognmodellen” representerer den andre modellen, som i forhold til den første er ganske kompleks. Her beskrives samtlige aktiviteter som kan inngå i en lokomotivførers dagsverk, og disse kategoriseres i forhold til om de er nødvendige eller ikke å utføre. På bakgrunn av de nødvendige aktivitetene finnes teoretiske grenseverdier for ulike dagsverkkoppsett. Grenseverdiene gir en formening om hvor effektivt et dagsverk kan være, samt at de forteller noe om hvilke modellvarianter som vil kunne brukes for ulike strekninger.

Begge de to metodene brukes til analyse av referansestrekningen Gjøvikbanen, og det gjøres beregninger for ulike avgangsfrekvenser for denne strekningen. Den første

metoden viser seg absolutt enklest å bruke, men man får langt mer ut av ”Folkevognmodellen”.

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>9</b>
1.1	BESKRIVELSE AV OPPGAVEN .....	9
1.2	OPPBYGGING AV OPPGAVEN .....	11
<b>2</b>	<b>JERNBANEDRIFT I NORGE</b> .....	<b>12</b>
2.1	SAMFERDSELSDEPARTEMENTET .....	12
2.2	STATENS JERNBANETILSYN.....	12
2.3	JERNBANEVERKET .....	13
2.4	TRAFIKKUTØVERE .....	13
<b>3</b>	<b>NSB</b> .....	<b>14</b>
3.1	HISTORIKK.....	14
3.2	NØKKELTALL .....	15
<b>4</b>	<b>KONKURRANSEUTSETTING</b> .....	<b>16</b>
4.1	DEREGULERING OG PRIVATISERING [GRØVDAL 1998].....	16
4.2	ANBUDES- OG KONKURRANSEBETINGELSER .....	17
4.3	MÅL MED KONKURRANSEUTSETTING AV JERNBANESTREKNINGER .....	18
4.4	MULIGHETER FOR REELL KONKURRANSE?.....	19
4.5	UTFORDRINGER .....	20
4.6	STREKNINGER.....	21
<b>5</b>	<b>PLANLEGGING</b> .....	<b>23</b>
5.1	TIDSMESSIG DEKOMPONERING [SÆTERMO 2001, 2] .....	23
5.2	FUNKSJONSMESSIG DEKOMPONERING [SÆTERMO 2001, 2].....	24
5.3	FØRINGER FOR PLANLEGGING I NSB .....	25
5.4	PERSONALPLANLEGGING .....	26
5.4.1	<i>Dagsverk og turnustjenester</i> .....	26
5.4.2	<i>Fire dimensjonerende faktorer [Sætermo 2003]</i> .....	27
5.5	PLANLEGGING I EN KONKURRANSESITUASJON .....	28
<b>6</b>	<b>ERFARINGER FRA ANDRE BRANSJER OG BEDRIFTER</b> .....	<b>30</b>
6.1	ANDRES ERFARINGER MED KONKURRANSEUTSETTING AV TRANSPORTTJENESTER.....	30
6.2	NEDERLANDSK PLANLEGGINGSPRAKSIS [LEO KROON 1, 2].....	31
6.3	SKIFT- ELLER TURNUSPLANLEGGING .....	33
6.4	OPTIMALISERINGSPROGRAMMER.....	34
<b>7</b>	<b>RAMMEBETINGELSER FOR PERSONALUTNYTTELSE</b> .....	<b>36</b>
7.1	ARBEIDSTID.....	37
7.1.1	<i>Tidsberegning</i> .....	37
7.1.2	<i>Daglig arbeidstid</i> .....	37
7.1.3	<i>Delt dagsverk (DDV)</i> .....	38
7.2	PASSREISER .....	38
7.3	UKENTLIG ARBEIDSTID .....	38
7.4	HVILE- OG SPISEPAUSER .....	39
7.5	DAGLIG OG UKENTLIG FRITID .....	40
7.6	LØNSKOSTNADER .....	41

7.6.1	Natttillegg.....	42
7.6.2	Lørdags- og søndagstillegg.....	42
7.6.3	Oppholdstillegg.....	42
7.6.4	Lokaltogstillegg for lokomotivførere .....	42
7.6.5	Nærtrafikktillegg for konduktører.....	42
7.6.6	Ombordledertillegg for konduktører.....	43
<b>8</b>	<b>STASJONERING.....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>BEGREPSDEFINISJONER .....</b>	<b>46</b>
9.1	HVA ER ET GODT DAGSVERK? .....	46
9.2	GRAD AV KRAVOPPFYLLELSE .....	47
9.3	EFFEKTIVITET .....	47
9.4	ROBUSTHET .....	49
9.5	FØLSOMHET.....	49
9.6	STABILITET.....	50
<b>10</b>	<b>HYPOTESE OM KOSTNADSDRIVENDE FAKTORER.....</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>METODE FOR BEREGNING AV PERSONALKOSTNADER.....</b>	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>METODE 1: UTGANGSPUNKT I TOTAL KJØRETID .....</b>	<b>54</b>
12.1	MODELL .....	54
12.1.1	Tillegg.....	54
12.2	PROSENTVIS TILLEGG .....	56
<b>13</b>	<b>“FOLKEVOGNMODELLEN” .....</b>	<b>58</b>
13.1	OVERORDNET MODELLBESKRIVELSE.....	58
13.2	DETALJERT MODELLBESKRIVELSE.....	60
13.3	TO TYPER TJENESTE.....	62
13.4	KATEGORISERING AV AKTIVITETER.....	63
13.4.1	Nødvendige aktiviteter.....	63
13.4.2	Betinget nødvendige aktiviteter .....	63
13.4.3	Minimum tid.....	64
13.4.4	Kategorisering av aktiviteter og spesifisering av minimum tid.....	64
13.5	MÅLFUNKSJONER.....	67
13.6	GRENSEVERDIER .....	69
13.6.1	Minimum tidsbruk for nødvendige aktiviteter .....	69
13.6.2	Total kjøretid .....	69
13.6.3	Kjøretid på en strekning .....	70
13.6.4	Effektivitet.....	70
13.7	MODELLVARIANTER OG TILHØRENDE GRENSEVERDIER.....	71
13.7.1	Tre grunnleggende modellvarianter .....	71
13.7.2	Forutsetninger .....	72
13.7.3	Variant 1 .....	74
13.7.4	Variant 2.....	77
13.7.5	Variant 3.....	78
13.7.6	Konklusjon om variantbruk .....	80
13.8	ANTALL DAGSVERK.....	80
13.8.1	Kjøretjeneste.....	80
13.8.2	Tjeneste med uttak og/eller innsett .....	81

<b>14</b>	<b>BRUK AV METODENE</b> .....	<b>82</b>
14.1	REFERANSESTREKNING GJØVIKBANEN .....	82
14.1.1	<i>Begrensninger</i> .....	82
14.1.2	<i>Materiell</i> .....	83
14.1.3	<i>Kjøretid og omløpstid</i> .....	85
14.1.4	<i>Frekvens og driftsdøgnslengde</i> .....	85
14.1.5	<i>Stasjonering</i> .....	87
14.1.6	<i>Personalkostnader</i> .....	88
14.2	BRUK AV METODE 1; UTGANGSPUNKT I TOTAL KJØRETID.....	88
14.3	BRUK AV METODE 2; ”FOLKEVOGNMODELLEN” .....	90
14.3.1	<i>Kjøretjeneste</i> .....	90
14.3.2	<i>Tjeneste med uttak/innsett</i> .....	93
<b>15</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>96</b>
<b>16</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>98</b>
<b>17</b>	<b>BIBLIOGRAFI</b> .....	<b>101</b>

#### **Tabelliste:**

Tabell 1:	Lønn i forhold til antall år med erfaring som lokomotivfører .....	41
Tabell 2:	Oversikt over hvilke aktiviteter som inngår i hvilke av tjenestetypene. ....	65
Tabell 3:	Grenseverdier for modellvariant 1, med én tur-retur-reise.....	75
Tabell 4:	Grenseverdier for modellvariant 1, med to tur-retur-reiser. ....	76
Tabell 5:	Tidsstudie for enkelte materielltyper [NSB Drift 2002].....	84
Tabell 6:	Frekvens og driftsdøgnslengde for ulike ukedager på Gjøvikbanens strekninger.....	86
Tabell 7:	Variable for de fem forskjellige frekvensverdiene. ....	87
Tabell 8:	Kostnader for de ulike frekvensene; bruk av metode 1.....	89
Tabell 9:	Ressursforbruk for kjøretjeneste uten pause.....	91
Tabell 10:	Ressursforbruk for kjøretjeneste med pause.....	92

#### **Figurliste:**

Figur 1:	Organisasjonskart, NSB Persontog .....	10
Figur 2:	Organisasjonskart, NSB Konsern.....	14
Figur 3:	Organisasjonskart, NSB AS .....	15
Figur 4:	Prinsippene bak hypotesene for dimensjonering av personalressurser [Sætermo 2003].....	28
Figur 5:	Folkevognmodellen; de to enkleste variantene av personalutnyttelse. ....	58
Figur 6:	Aktivitetene som kan inngå i et dagsverk. ....	60
Figur 7:	Variant 2 av “folkevognmodellen” .....	72
Figur 8:	Modellvariant 3 av “folkevognmodellen” .....	72
Figur 9:	Modellvariant 1; én tur-retur-reise med start og avslutning på endestasjon. .	74
Figur 10:	Modellvariant 1; to tur-retur-reiser med start og avslutning på endestasjon. ....	75

Figur 11: Dagsverk bestående av en kombinasjon av variant 1 og 2.....	78
Figur 12: Modellvariant 3 med eventuell pause på utestasjon.....	79
Figur 13: Modellvariant 3 med eventuell pause på hjemmestasjon.....	79



# 1 Innledning

Dette kapitlet inneholder en oversikt over oppgavebeskrivelsen og strukturen på oppgaven.

## 1.1 Beskrivelse av oppgaven

NSB har det siste tiåret gjennomgått store forandringer. De fleste forandringene er blitt gjennomført med tanke på en forestående konkurranseutsetting av jernbanestrekninger her i landet. I den forbindelse har det vært ønskelig i størst mulig grad å skille de forvaltningsmessige oppgavene innen jernbanedriften fra de operatørmessige. Som operatør på jernbanenettet, har NSB gått gjennom en privatiseringsprosess som endte med omdannelse til aksjeselskap sommeren 2002. Som et selskap løsrevet fra statsforvaltningen og med vissheten om en nært forestående konkurransesituasjon, møter NSB nye utfordringer, først og fremst knyttet til krav om effektivitet og lønnsomhet. Med tanke på dette, har NSB iverksatt et forbedringsprogram med fokus på seks områder [Sætermo 2003]:

- 1) Punktlighet og regularitet
- 2) Personalplanlegging
- 3) Materiell og vedlikehold
- 4) Salg og distribusjon
- 5) Planprosess
- 6) Implementering av merkevare

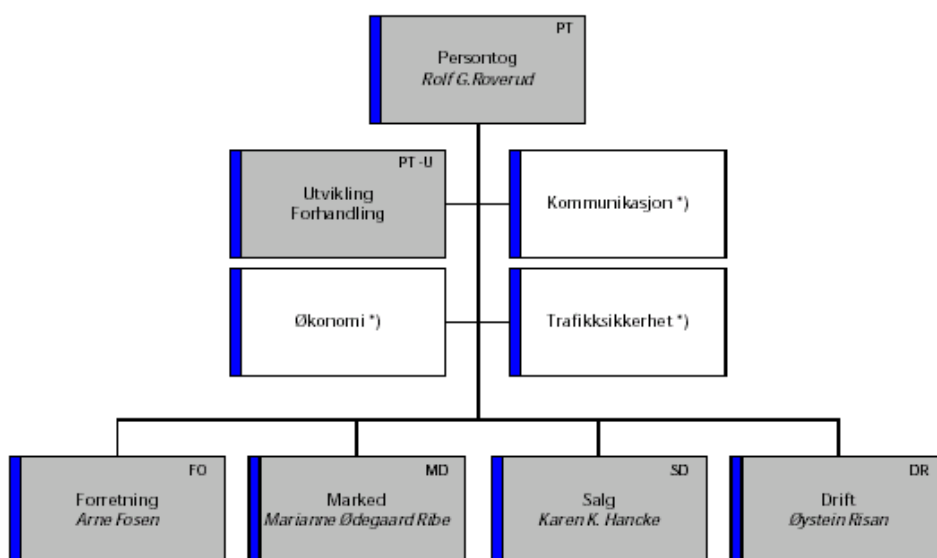
Denne oppgaven representerer et bidrag til punkt 2 om personalplanlegging, der det blant annet inngår et ønske om å se nærmere på stasjonerings- og kjøremønstret.

I forbindelse med den forestående konkurranseutsettingen, får NSB et økt behov for å vite faktiske kostnader ved togproduksjon. Ved utarbeiding av anbud, er det en fordel å kunne foreta relativt enkle og raske beregninger som kan gi et overslag over kostnadsnivået for produksjon på en gitt strekning med en gitt frekvens. Dette lar seg per i dag gjøre for beregning av materiellkostnader, men ikke for personalkostnader. Hensikten med denne oppgaven er derfor å forsøke å utvikle en metodikk som kan

brukes for å kartlegge nødvendige personalressurser og tilhørende kostnader for togproduksjon på ulike strekninger og med ulik frekvens. Det er viktig at et slikt kostnadsoverslag bygger på en mest mulig realistisk og hensiktsmessig utnyttelse av personalressursene, og en vurdering av stasjoneringsmønster må derfor inngå som en del av beregningene. Hvordan stasjonering og utnyttelse av ressursene kan foregå, bestemmes i stor grad av gitte rammebetingelser, og en gjennomgang av disse inngår som en vesentlig del av oppgaven. Det samme gjelder definisjoner av ulike begreper som gjør det mulig å sammenlikne forskjellige utnyttelses- og stasjoneringsvarianter.

Oppgaven er definert og utført i samarbeid med NSBs driftsavdeling i Oslo, som er en underavdeling av NSB Persontog (figur 1).

### NSB Persontog



\*) Ivaretas med dedikerte ressurser fra andre enheter

**Figur 1: Organisasjonskart, NSB Persontog**

## **1.2 Oppbygging av oppgaven**

Opgaven består foruten innledning og konklusjon, av fire hoveddeler.

Den første delen omhandler jernbanedriften i Norge. Kapittel 2 gir en oversikt over ansvarsfordelingen innen jernbanedriften, mens kapittel 3 omhandler NSB-konsernet.

Del 2 er en bakgrunnsdel. Kapittel 4 tar for seg den kommende konkurransesituasjonen innen jernbanesektoren; hvorfor jernbanestrekninger skal konkurranseutsettes, utfordringene i forbindelse med konkurranseutsettingen og hvilke strekninger dette i første omgang gjelder. Teori om planlegging finnes i kapittel 5, sammen med en del om planlegging i NSB. Kapittel 6 tar for seg erfaringer fra andre bransjer og bedrifter i forbindelse med konkurranseutsetting og planlegging. Rammebetingelser for personalutnyttelse er beskrevet i kapittel 7, mens kapittel 8 omhandler stasjonering. Del 2 avsluttes med kapittel 9, som tar for seg ulike begreper som kan brukes for å vurdere kvaliteten på forskjellige dagsverk.

Opgavens del 3 kapitlene 10 til 13. I kapittel 10 presenteres en hypotese om kostnadsdrivende faktorer i forbindelse med personalressurser. Kapittel 11 presenterer to metoder til bruk for beregning av personalkostnader, mens kapittel 12 og 13 brukes til utviklingen av disse to metodene.

Del 4 omhandler praktisk bruk av de to metodene i kapittel 14.

Opgavens avsluttende konklusjon er å finne i kapittel 15.

## **2 Jernbanedrift i Norge**

Norge fikk sin første jernbane i 1854, da den 68 kilometer lange Hovedbanen mellom Kristiania og Eidsvoll ble åpnet. I dag består det offentlige jernbanenettet – det vil si strekninger som kan brukes til togtrafikk – av 4 058 kilometer med skinnegang. Rundt 80 prosent av trafikken avvikles med elektriske tog, mens 20 prosent kjøres på diesel. Jernbanevirksomheten er regulert gjennom Jernbaneloven og dens tilhørende forskrifter, og de ulike ansvarsområdene er fordelt mellom fire aktører: Samferdselsdepartementet, Statens Jernbanetilsyn, Jernbaneverket og den enkelte trafikkutøver. [[www.nsb.no](http://www.nsb.no), [www.jernbaneverket.no](http://www.jernbaneverket.no)]

### **2.1 Samferdselsdepartementet**

Samferdselsdepartementet utgjør den øverste myndigheten innenfor norsk samferdsel, og dets oppgaver i forbindelse med jernbanen, er mange og sammensatte. For det første er det her vesentlige rammebetingelser, som for eksempel beslutninger om investeringsrammer og kjøpt av persontransporttjenester, blir lagt. Videre er det departementets ansvar å godkjenne eventuelle nye aktører og gi disse tillatelse til å drive jernbanevirksomhet og trafikere det nasjonale jernbanenettet. Departementet godkjenner også transportvilkår og eventuelle gebyrer for den enkelte trafikkutøver. I forhold til NSB utøver Samferdselsdepartementet statens eierskap. [[www.jernbanetilsynet.no](http://www.jernbanetilsynet.no)]

### **2.2 Statens jernbanetilsyn**

Statens jernbanetilsyn (Jernbanetilsynet) ble opprettet i 1996. Tilsynets hovedoppgave er å ivareta offentlighetens interesser i tilknytning til sikkerhetsspørsmål vedrørende anlegg og drift av private og offentlige jernbaner. Dette innebærer tilsyn med de ulike jernbanevirksomhetene for å se til at trafikkutøvelsen foregår på en sikker måte, i samsvar med gjeldende lover og regler. Jernbanetilsynet har ansvar for godkjenning av trafikkutøverenes rullende materiell, og for å godkjenne kjøreveien i tilfeller hvor trafikkutøveren selv skal drifte denne. [[www.jernbanetilsynet.no](http://www.jernbanetilsynet.no)]

### **2.3 Jernbaneverket**

Også Jernbaneverket (JBV) ble opprettet i 1996. Hovedoppgaven deres er å drive og utvikle det offentlige jernbanenettet slik at trafikkutøverne får dekket sine behov i forbindelse med togtrafikken. Ved siden av å ha det forvaltningsmessige ansvaret for selve jernbanenettet, har JBV også ansvar for jernbanestasjoner, terminaler og liknende, og for strømforsyning og signal- og sikringsanlegg. JBV tildeler dessuten sportilgang og ruteleier til trafikkutøverne og står for trafikkstyring gjennom operativ togledelse av trafikken på jernbanenettet. [[www.jernbaneverket.no](http://www.jernbaneverket.no)]

### **2.4 Trafikkutøvere**

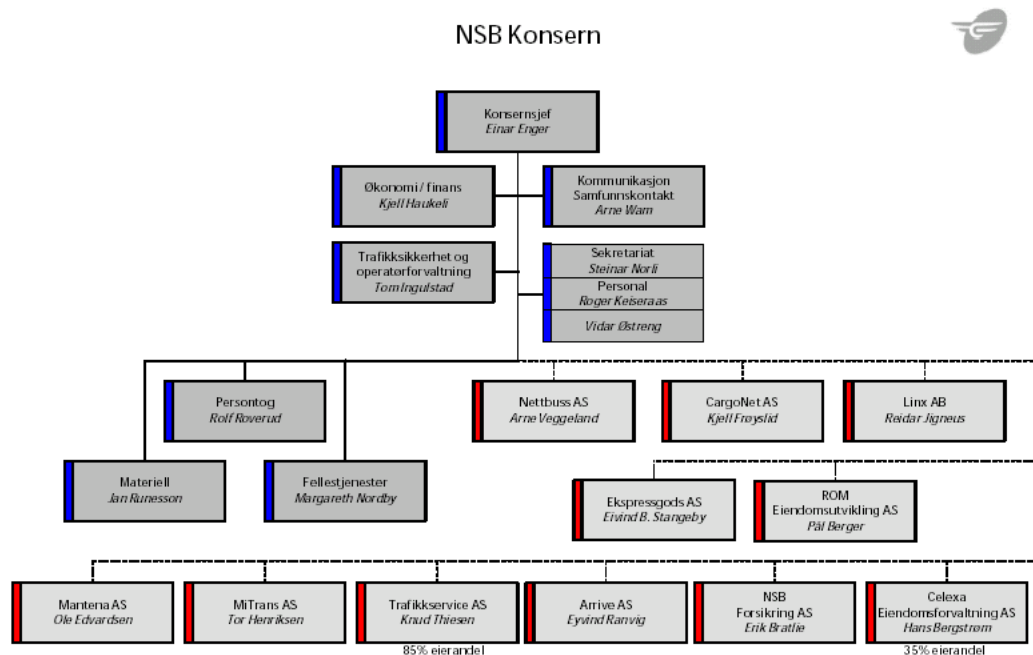
Norge har per i dag fem trafikkutøvere som gjennom sportilgangsavtaler får benytte Jernbaneverkets banenett. Disse er NSB AS, Flytoget AS, som driver transport til og fra hovedflyplassen på Gardermoen, CargoNet AS, Malmtrafikk AS, som sørger for frakt av jernmalm mellom Narvik og Kiruna på Ofotbanen, og GM-gruppen, som kjører charterturer over hele det norske jernbanenettet. I tillegg er det en del mer hobby- og museumspreget jernbanevirksomhet. [[www.jernbaneverket.no](http://www.jernbaneverket.no)]

Når det gjelder nær fremtid, er Ofotbanen AS valgt som underleverandør for NSB for persontrafikken på strekningen mellom Narvik og riksgrensen. Togtrafikken her vil starte opp 15. juni 2003 dersom tillatelse gis fra Jernbanetilsynet. Det jobbes dessuten for at både Linx og Kungspilen, som per i dag kjører på NSBs lisens, skal få egne kjøretillatelser. [Aschehoug 05.06.2003]

Den enkelte trafikkutøver er ansvarlig for at foretaket har de nødvendige tillatelser og godkjenninger som Jernbaneloven med tilhørende forskrifter krever for at foretaket skal kunne kjøre tog. Dessuten er et tilfredsstillende sikkerhetsstyringssystem påkrevd, og trafikkutøveren har ansvar for at virksomheten utøves i samsvar med gjeldende lover og forskrifter. [[www.jernbanetilsynet.no](http://www.jernbanetilsynet.no)]

### 3 NSB

Konsernet NSB består av morselskapet NSB AS og en rekke datterselskaper (se figur 2) som til sammen er involvert i virksomhetsområdene persontog, buss, godstog og eiendom, samt enheter som fungerer som støttefunksjoner for disse. Flere av datterselskapene utgjorde tidligere en del av morselskapet, men er nå skilt ut som egne selskaper, som en følge av et ønske hos NSB om økt fokus på bedriftens kjerneprosesser. Mantena AS, som står for vedlikehold av togene, og Arrive AS, som har ansvar for IT-delen av driften av informasjonssystemene, er eksempler på dette. Det tidligere datterselskapet Flytoget AS ble skilt ut fra NSB-konsernet 1. januar 2003. [www.nsb.no]



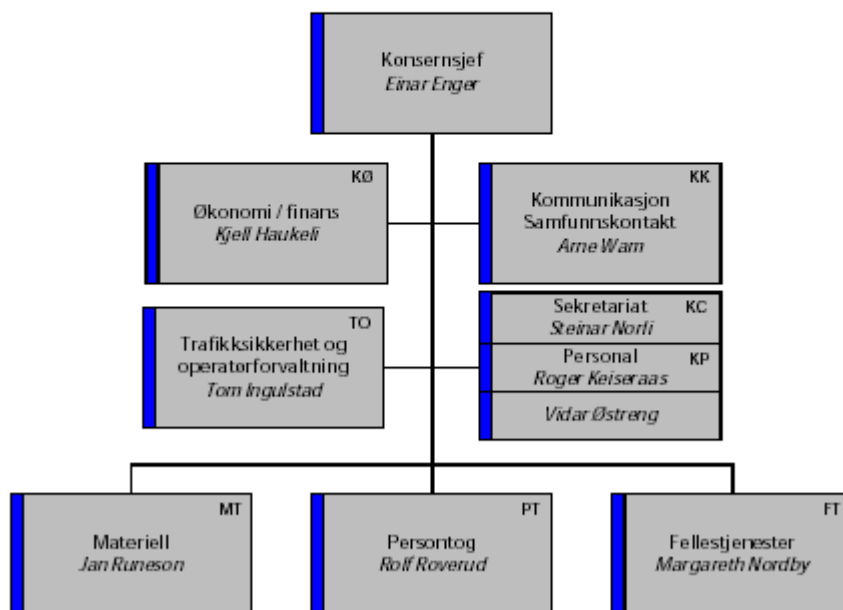
Figur 2: Organisasjonskart, NSB Konsern

#### 3.1 Historikk

Norges Statsbaner (NSB) ble etablert som en forvaltningsbedrift i 1883. 1. desember 1996 ble NSB organisatorisk delt i forvaltningsorganet Jernbaneverket og særlovsselskapet NSB BA, som utgjorde det tidligere NSBs trafikkdel. Fra denne datoen av, utgjorde ikke lenger NSB en del av statsforvaltningen; privatiseringen av selskapet var i gang. 1. juli 2002 ble så NSB BA omdannet til et aksjeselskap og selskapet skiftet da navn til NSB AS. Eier av NSB AS er staten ved

Samferdselsdepartementet, og samferdselsstatsråden utgjør i sin helhet NSBs generalforsamling. Organisasjonen er bygget opp som vist i figur 3. [www.nsb.no]

## NSB AS



Figur 3: Organisasjonskart, NSB AS

### 3.2 Nøkkeltall

NSB-konsernets driftsinntekter var i 2002 på 6 073 millioner kroner, mens offentlig kjøp, som innebærer at staten betaler NSB for å drive ulønnsomme ruter eller ha en hyppigere frekvens enn hva som er lønnsomt, i samme periode utgjorde 1 637 millioner kroner. Dette førte til et driftsresultat på 108 millioner kroner, og årsresultatet etter skatt var på seks millioner kroner. Det ble foretatt 49,8 millioner reiser med tog i persontrafikken og den totale togproduksjonen var på 2 447 millioner personkilometer – tallene er inkludert Flytogets passasjerer og personkilometer. Gjennomsnittlig antall ansatte i konsernet gjennom året var 9 138, og disse produserte i gjennomsnitt 7 818 årsverk. [NSB AS' Årsrapport 2002]

## **4 Konkurransetsetting**

Både nasjonalt og internasjonalt har det de senere årene vært en generell trend i retning av markedsorientering, liberalisering og privatisering i en rekke bransjer, spesielt innenfor de tidligere gjennomregulerte såkalte naturlige monopolene. I Norge er det blant annet blitt konkurranse i både tele- og kraftmarkedene, og nå er turen kommet til jernbanesektoren. I dette kapitlet følger først en generell del om deregulering og privatisering innen transportnæringen, før myndighetenes begrunnelser for og mål med konkurranseutsettingen av jernbanestrekninger, gjennomgås.

### **4.1 Deregulering og privatisering [Grøvdal 1998]**

Transportnæringen har generelt vært preget av offentlig regulering og et sterkt innslag av offentlig eierskap, ikke bare i Norge, men i de fleste land. Årsakene til dette har vært mange, men den viktigste har kanskje vært at et tilgjengelig og godt transporttilbud er blitt sett på som en slags menneskerett, hvor behovsperspektivet har vært viktigere enn etterspørselsperspektivet. En offentlig regulering har sikret transporttilbud i områder hvor det ikke har vært bedriftsøkonomisk lønnsomt å selge transporttjenester, og både subsidier og såkalt tvungen krysssubsidiering, hvor ett eller flere profitable tilbud finansierer underskudd i andre ulønnsomme tilbud, har vært vanlige virkemidler.

Andre grunner til den sterke offentlige reguleringen, har vært at tilgangen på infrastruktur og materiell til tider har vært sett på delvis som et sikkerhetsmessig virkemiddel og dermed bestemt ut fra forsvarsmessige vurderinger, og også at man har fryktet de negative konsekvensene ulike former for markedssvikt kan få, i form av monopoldannelse og eksterne effekter knyttet til helse, miljø og tidsbruk, i situasjoner der et frikonkurransemarked ikke vil kunne gi samfunnsøkonomisk effektive løsninger.

De siste tiårene har den offentlige reguleringen innen transportnæringen avtatt, både nasjonalt og internasjonalt. Åpning for konkurranse på jernbanenettet i Norge kan derfor sies å være en del av en europeisk liberaliseringstrend innenfor samferdselsområdet. I forhold til andre deler av transportnæringen, kom konkurranse



innen jernbanesektoren relativt sent i gang; ikke før på begynnelsen av 1990-tallet la regelverket i EU opp til gradvis konkurranse innenfor denne sektoren. Samtidig med dereguleringen, har det også foregått en tiltakende grad av privatisering av de enkelte jernbanebedriftene, noe som også har vært tilfelle for NSB. Årsakene til liberaliseringen og privatiseringen er mange, og jeg vil her ta for meg noen av de viktigste.

Den viktigste årsaken skyldes antakelsen om at den offentlige reguleringen har gått utover effektiviteten i næringen. I et regulert marked vil ofte insentivene til å drive effektiv produksjon mangle, noe som vanligvis ikke er tilfelle i et frikonkurransemarked. Det har vært et generelt inntrykk av at store deler av den europeiske jernbanedriften har vært preget av ineffektivitet, og man har derfor sett muligheten for økt effektivisering av de nasjonale trafikkselskapene gjennom konkurranseutsetting. Strammere offentlige budsjetter i en rekke europeiske land har ført til et sterkt ønske hos mange myndigheter om å redusere de offentliges kostnader ved jernbanedrift.

Samtidig har jernbanetransporten over lengre tid opplevd synkende markedsandeler, både når det gjelder passasjer- og godstransport, samtidig som det er et stort ønske om å utnytte miljøfortrinnene jernbanen har som transportmiddel. Konkurranse og økt privat engasjement kan gjøre det enklere å trekke privat kapital inn i sektoren, noe som vil kunne føre til flere investeringer, både i kjørevei og i rullende materiell. Dette kan være gunstig med tanke på jernbanetransportens utvikling på lengre sikt.

Gjennom deregulering og privatisering ønsker man altså å unngå det samfunnsøkonomiske tapet som kan være vanlige i monopolmarkeder.

#### **4.2 Anbuds- og konkurransebetingelser**

Det skilles mellom konkurranse *i* markedet, hvor tilbudet fra de nye operatørene retter seg mot de samme markedssegmentene, og konkurranse *om* markedet, hvor et markedssystem fordeler retten og plikten til å drive en veldefinert pakke av jernbanetjenester [Grøvdal 1998]. For jernbanevirksomheten i Norge, er det det sistnevnte som er aktuelt. Her legges det opp til konkurranse om eneretten til å drive

trafikk i et område, og det vil ikke være aktuelt å åpne for at flere selskaper skal konkurrere innenfor det samme ruteområdet.

Betingelsene knyttet til selve anbudsprosessen er foreløpig ikke klarlagt. Generelt kan tilbud utformes som enten brutto- eller nettokontrakter, og forskjellen mellom disse ligger i hvem som har inntektsansvaret i kontraktsperioden. Ved bruttokontrakter leverer selskapene et tilbud på kostnadene ved for eksempel å kjøre en rute, og så får anbudsutsetteren inntektene. Selskapene har da ingen markedsmessig risiko og kan derfor konsentrere seg om å minimalisere kostnadene ved å kjøre det avtalte ruteopplegget i henhold til avtalte kriterier og kvalitetskrav. Det foreligger ingen insentiver for selskapene til å være kreative og imøtekommende overfor markedets behov, og anbudsutsetteren overtar ofte hele ruteplanleggings- og markedsføringsansvaret. Med nettokontrakter leverer derimot selskapene et tilbud på et gitt tilskudd for å betjene ruten, og selskapene beholder selv inntektene. Av rapporten fra Transportøkonomisk institutt, fremgår det en oppfatning om at markedsinitiativet bør forbli hos togselskapene, og at togdriften ikke bør detaljreguleres av kjøpsmyndigheten [TØI-rapport 1999], men utover det, er det ikke sagt noe om hvilken tilbudstype som vil bli brukt.

### **4.3 Mål med konkurranseutsetting av jernbanestrekninger**

Hovedformålet med privatiseringen og konkurranseutsettingen kan formuleres i tre punkter [Adamson]:

- 1) Forbedre effektiviteten
- 2) Redusere kostnadene
- 3) Tjene kundene bedre

Det er behov for å utnytte kapasiteten i det norske jernbanenettet bedre, og dette kan gjøres gjennom å åpne for det som måtte finnes av uutnyttede kommersielle muligheter. Samferdselsdepartementet forventer at konkurranse på det norske jernbanenettet kan gi et mer kostnadseffektivt og bedre togtilbud for de offentlige midlene som i dag brukes til statlig kjøp av persontransport med tog fra NSB AS. Formålet med konkurranseutsettingen er altså ikke nødvendigvis å oppnå størst

mulige økonomiske innsparinger, men å få et bedre tilbud til passasjerene enn hva som er tilfelle i dag [Stortingsproposisjon 1] Med et bedre tilbud, er det håp om å kunne øke antall togpassasjerer, noe som er samfunnsøkonomisk gunstig, siden toget representerer en svært miljøvennlig transportform. Samtidig er det klart at konkurranseutsetting vil sette et trykk på bedriftene, siden de antakelig vil bli nødt til å kutte kostnader og gjøre produksjonen mer effektiv for å kunne være konkurransedyktige. Dette vil gi økonomiske gevinster også for staten. Det er dessuten et poeng i seg selv at konkurranseeksponeringen vil gi de regulerende myndigheter mer informasjon om hva det egentlig koster å drive jernbane. [TØI-rapport 1999]

#### **4.4 Muligheter for reell konkurranse?**

NSB har allerede i dag konkurranse i de fleste reise- og transportmarkedene, i form av veitransport og andre transportformer. Som en følge av implementeringen av flere EØS-direktiver i det norske lovverket på 1990-tallet, er det dessuten åpnet opp for en viss konkurranse på sporet innen enkelte områder, som for eksempel i forbindelse med grenseoverskridende transport [TØI-rapport 1999].

I det store og hele kan NSB likevel sies å ha tilnærmet monopol på jernbanetjenester i Norge. Med innføringen av konkurranse ønskes denne situasjonen endret, og målet er det på lang sikt skal være konkurranse om alle funksjoner som skal til for å drive trafikkvirksomhet på jernbanen i Norge. Hvor stor konkurranse det i realiteten vil bli om de ulike strekningene, vites ikke. Det er flere forhold som er spesielle for norsk jernbanedrift og som kan begrense interessen blant jernbanevirksomheter for å delta i konkurransen. Dette gjelder blant annet infrastrukturens beskaffenhet, mulige stordriftsfordeler og et marginalt marked [NSB Intranet].

Kostnadsstrukturen ved produksjon av jernbanetjenester, kan i noen tilfeller være slik at enhetskostnadene stiger når flere operatører kommer inn i markedet, noe som fører til dannelse av naturlig monopol. Når enhetskostnadene stiger som en følge av at det ikke lenger er mulig å kombinere tjenesteproduksjonen i flere delmarkeder, har man det som kalles samdriftsfordeler. Bare praktiske erfaringer kan gi svaret på om disse

fenomenene vil vanskeliggjøre eller umuliggjøre konkurranse om jernbanemarkedet i Norge. [TØI-rapport 1999]

I tillegg til markedsmessige utfordringer, er det også en rekke etableringshindre av forskjellig slag som kan vanskeliggjøre nyetableringer og det å komme inn på markedet. Blant de viktigste hindrene, er store ugjenkallelige kostnader (engelsk *sunk cost*) i forbindelse med investeringer i rullende materiell og andre engangstiltak i forbindelse med etablering, formelle kompetansekrav eller andre hindringer for å få tak i spesialisert arbeidskraft, problemer med å komme inn i nettverk som for eksempel reisebyråenes systemer, trusler om aggressiv prissetting (engelsk *predatory pricing*) fra NSB eller andre store trafikkselskaper, mulige uformelle bindinger mellom Jernbaneverket og NSB, samt at anbuds vilkårene i for stor grad kan ta utgangspunkt i NSBs nåværende driftsopplegg. Flere av disse hindrene har sammenheng med den totalt dominerende posisjonen som NSB har i jernbanemarkedet i Norge i dag [TØI-rapport 1999].

#### **4.5 Utfordringer**

Når det gjelder selve den praktiske gjennomføringen av konkurranseutsettingen, er det foreløpig en rekke utfordringer som ennå ikke har fått sin endelige klarlegging. Dette gjelder spørsmål både knyttet til selve anbudsprosessen, som jeg allerede har nevnt, og praktiske spørsmål i forbindelse med materiell og personale, sikkerhet, vedlikeholdstjenester og felles billettsystemer. Eksempelvis er det et spørsmål hvorvidt eventuelle nye aktører må stille med eget materiell, eller om de skal ha mulighet til å leie materiell av NSB. Når det gjelder personale, må det være bestemmelser om hvordan disse skal utdannes, og fra NSBs side er det også et vesentlig poeng å få avklart om myndighetene antar at en del av NSBs personale vil gå over til nye aktører. Antakelig vil det være behov for å etablere visse overgangsordninger i forhold til NSB både når det gjelder materiell og personale, og disse overgangsordningene kan medføre at det ikke vil være realistisk å forvente kostnadsbesparelser på kort sikt. [NSB Intranet]

## **4.6 Strekninger**

Tre strekninger skal konkurransenutsettes i første omgang; Gjøvikbanen, Vossebanen, som er betegnelsen på lokaltrafikken mellom Bergen og Myrdal, og Bratsbergbanen, som går mellom Notodden og Porsgrunn. Disse er valgt fordi de antas å være lette å isolere og dermed greie å anbudsutsette. De kan gi erfaring med anbudsrunder som både myndighetene og aktørene kan dra nytte av når andre strekninger skal konkurransenutsettes senere. I neste omgang følger trolig konkurransenutsetting av strekninger hvor togene kjøres på diesel, den såkalte ”diesilverdenen”, og på sikt er det et mål at alle strekninger utenom langdistansene, skal settes ut på anbud [Seminar 07.11.2002]. Det er en stor utfordring å splitte opp banenettet i anbudspakker som vil sikre blant annet utnytting av synergieffekter på materiell- og personalsiden og den nødvendige koordineringen på rutesiden [TØI-rapport 1999].

Av de tre strekningene som i første omgang skal konkurransenutsettes, har staten ansvar for Gjøvikbanen og Vossebanen, mens Telemark fylkeskommune er ansvarlig for Bratsbergbanen. Denne siste er en strekning med begrenset trafikkgrunnlag, og hvor mange reisende velger bil i stedet for tog [www.telemark-fk.no]. For denne strekningen er fristen for å levere anbud allerede gått ut. På bakgrunn av betingelsene som ble gitt under anbudsutlysningen, blant annet i form av avvik fra hittil praktiserte sikkerhetsregler i forhold til antall ansatte ombord i toget, leverte ikke NSB anbud på denne strekningen i det hele tatt. Fylkeskommunen har forhandlet med Connex om å få til en avtale om kollektivtransport på strekningen, men forhandlingene har nå strandet, etter at Connex mener de ikke er i stand til å drive Bratsbergbanen med så knappe ressurser som det er lagt opp til. Nå utelukkes det ikke fra fylkeskommunens side, at det vil bli tatt kontakt med NSB eller andre for å høre om det er interesse for å drive trafikk, om enn kanskje i et redusert omfang. Dersom det ikke er det, kan det ende med nedleggelse av hele strekningen. [Aschehoug 05.06.2003]

For de to strekningene som skal settes ut på anbud fra statens side, var det opprinnelig meningen at vinnende aktører skulle kunne begynne å trafikere strekningene allerede fra sommeren 2004, men i slutten av mai 2003 kom det beskjed fra myndighetene om at konkurransenutsettingen utsettes ett år i forhold til opprinnelige planer. Dette som en følge av at det tar betydelig lengre tid å få anbudspapirene på plass enn ventet.

Dermed vil anbudsutlysningene i forbindelse med Gjøvik- og Vossebanen tidligst skje sommeren 2004, og tidligste trafikkstart for en eventuell ny operatør være i slutten av 2005. Dersom NSB går seirende ut av anbudsrunderen, vil de kunne starte trafikeringen noe tidligere. [Aschehoug 22.05.2003]

## 5 Planlegging

Når ruteplaner for jernbanetransport skal utarbeides, må mange forhold tas i betraktning. Rammebetingelser knyttet til det fysiske jernbanenettet, forskjellige typer materiell og ulike lover og regler for forskjellige områder, bidrar til å gjøre helhetsbildet svært komplekst. For å håndtere denne kompleksiteten, brukes en fremgangsmåte som er vanlig ved komplekse planleggingsproblemer; nemlig forenkling av problemene gjennom dekomponering og løsning av mindre delproblemer for seg. Det finnes to hovedformer for dekomponering; dekomponering i forhold til tid og dekomponering i forhold til funksjon eller aktivitet. Formålet med dekomponeringen er å få et passende abstraksjonsnivå for de forskjellige planene og å gjøre dem håndterlige både administrativt i forbindelse med oppfølging og ansvarsområder, og sett fra planleggernes ståsted med tanke på kompleksitet. Samtidig er det i planleggingsammenheng viktig at det tas hensyn til totaløkonomiske vurderinger for å unngå suboptimaliseringer, og at de stordriftsfordeler som måtte finnes, utnyttes best mulig. [Sætermo 2001, 2]

### **5.1 Tidsmessig dekomponering [Sætermo 2001, 2]**

Ved tidsmessig dekomponering opereres det med tre tidshorisonter; strategisk, taktisk og operativ planlegging. Dette innebærer at det skilles mellom planlegging på mellomlang og kort sikt, noe som i praksis gjerne betyr at det først laves en grov plan som danner grunnlaget for den endelige planen som produseres senere.

Rammene for virksomheten legges på det strategiske nivået, hvor de mer langsiktige elementene i organisasjonen behandles. En strategisk plan er overordnet og staker ut kursen for organisasjonen på lang sikt, hvilket vil si fra et år og oppover.

I jernbanesammenheng er strategisk planlegging et vidtfavnende begrep. På lengst tidshorisont planlegges selve infrastrukturen for jernbanedriften, noe som skjer i samarbeid mellom de berørte og involverte aktørene. På noe kortere horisont planlegges hva som trengs av materiell- og personalressurser, og etterhvert også vedlikeholds- og prisstrategier, samt prioriteringer av ulike markedsområder. Ut fra de strategiske planene bør det kunne leses hvilke behov for personalrekruttering og -

opplæring som forventes, hvilke infrastrukturutbedringer som bør foretas, og liknende. Dette medfører at de strategiske planene blant annet bør inneholde konsekvensvurderinger av endret produksjonsnivå i forhold til antall lokomotivførere og konduktører, mengde materiell, forventet vedlikeholdsbelastning og flaskehalsar med hensyn til infrastrukturen. Den strategiske planleggingen bør også ta for seg konsekvensene av innkjøp av nytt materiell, som for eksempel endrede kjøretider og eventuelle krysningsproblemer knyttet til bruk av materiell med ulike hastighet på samme bane, samt konsekvenser ved nedleggelse av stasjoner; deriblant endrede rutetider og nye føringer med hensyn til forbindelser med buss, båt, og liknende.

Nasjonal Transportplan gir en overordnet strategisk plan for hele den statlige transportsektoren, og Norsk Jernbaneplan setter rammebetingelser for infrastruktur og togdrift. Disse og andre strategiske planer fra overordnede instanser, vil være av betydning for planlegging på det strategiske nivået i NSB.

De strategiske planene brukes som føringer for planlegging på taktisk nivå. Hva gjelder NSB, legges det på dette nivået ruteplaner, materiellturneringsplaner og personliddisponeringsplaner på turnusnivå. Planleggingen foregår utfra et ønske om å utnytte de tilgjengelige ressursene og markedsgrunnlaget best mulig.

I siste omgang gjøres den operative planleggingen, hvor de taktiske planene detaljeres ned på et operativt nivå, samtidig som det foretas ressurstildeling. Fleksible taktiske planer krever gjerne større grad av detaljering og spesifisering i de operative planene. Gjennom de operative planene skal målene fra de strategiske og taktiske planene nås.

## **5.2 Funksjonsmessig dekomponering [Sætermo 2001, 2]**

Ved funksjonsmessig dekomponering av et komplekst planleggingsproblem, dekomponeres problemet i forhold til funksjon, etter hvilke planer som henger naturlig sammen.

Planleggingsprosessen i NSB kan i hovedsak deles inn i fire ulike funksjonsområder; rute-, materiell-, vedlikeholds- og personalplanlegging. Disse fire funksjonsområdene henger nøye sammen og bør ideelt sett planlegges samtidig, men den store



kompleksiteten knyttet til dette, medfører at hvert område må planlegges isolert. Grensesnitt mellom områdene og iterasjoner i planleggingsprosessen bidrar til å begrense suboptimalisering innen de enkelte områdene. Iterasjonene gir planer som stadig forbedres, samtidig som hensynet til flere aspekter ivaretas enn hva som gjøres ved sekvensiell planlegging. Suboptimalisering kan likevel fremdeles forekomme, som en følge av at enkelte ledd i planleggingskjeden dominerer planleggingen uten at viktigheten av resultatet står i forhold til dette.

Når det gjelder rekkefølgen for planleggingsprosessen, legges først selve ruteplanen. Denne, samt materiellturneringsplan og planer for tilsyn og driftspausebasert vedlikehold, danner grunnlaget for arbeidet med personalturneringsplanen. Tidligere i planprosessen er det da sjekket opp at det finnes nok tilgjengelig personale til å dekke opp den gitte rutetabellen. Personalturneringsplanen viser detaljerte planer helt ned på femminuttersnivå for lokomotivførernes og konduktørens dagsverk og turnustjenester.

### **5.3 Føringer for planlegging i NSB**

Ved planlegging av de ulike funksjonsområdene, har NSB en rekke regler, føringer og rammebetingelser å forholde seg til, og det er dette som gjør planleggingen så kompleks.

Blant faktorene som er av betydning for å legge en god ruteplan, utgjør sportilgangsavtalen med Jernbaneverket, den begrensede kapasiteten på infrastrukturen og ulike sikkerhetsreglementer de viktigste. Kapasiteten på sporet er begrenset både som en følge av den fastsatte togfølgetiden på minimum tre minutter, og som en følge av den begrensede andelen med dobbeltspor på norske jernbanestrekninger. Sammen med sikkerhetsreglementene gir dette begrensninger for hvor hensetting, skifting, kryssing og liknende kan skje. Fremføringshastigheten for ulike tog på samme strekning varierer dessuten med togenes stoppfrekvens; det vil si hvor ofte de stopper. På steder med dobbeltspor, deles trafikken, slik at tog med lav fremføringshastighet, for eksempel lokaltog, kjører på det ene sporet, mens de med større hastighet, gjerne langdistansetogene, kjører på det andre. Ruteplanleggingen

forsøker gjennom dette å få alle togene til å gå med størst mulig hastighet. [Veiseth 2002]

Av andre faktorer som er av betydning for oppsettet av en ruteplan, kan nevnes offentlig kjøp fra myndighetenes side, og markedsmessige årsaker som gjør at det, med tanke på kundene, er viktig å ha faste og forutsigbare ruter.

I en ideell planprosess vil det bli utarbeidet flere sett med alternative planer, før den mest ressurseffektive eller optimale planen velges og implementeres. I NSB har det til nå derimot bare vært tid til å produsere én gjennomførbar plan [Veiseth 2002]. Nye ruteplaner kommer to ganger i året, i januar og i juni, og som regel inneholder disse kun justeringer i forhold til foregående ruteplan. Omtrent hvert fjerde eller femte år foretas det en større endring av rutetabellene [Sætermo 2000]. Siden planleggingen er så kompleks og må begynne god tid i forveien, foregår planleggingsprosessen kontinuerlig.

#### **5.4 Personalplanlegging**

Personalplanleggingen gjøres med mål om å dekke personalbehovet ved de oppsatte tog på en så økonomisk gunstig måte som mulig, samtidig som planene skal være innenfor det som kreves i følge arbeidsmiljøloven og overenskomster mellom NSB og de ansattes fagforeninger. Målet er å få lavest mulig total ressursbruk målt i kroner per kilometer. En ferdig personalplan beskriver alle nødvendige oppgaver inndelt i dagsverk og turnustjenester for de ansatte. Personalplanlegging er svært komplekst i organisasjoner med et stort antall aktiviteter, som i NSB, på grunn av de enorme kombinatoriske mulighetene for sammensetninger. [Nordlid 2000]

##### **5.4.1 Dagsverk og turnustjenester**

Personalplanleggingsprosessen starter med at etterfølgende arbeidsoppgaver settes sammen til godkjente dagsverk. Et dagsverk er en sekvens av oppgaver som en ansatt skal utføre i løpet av en dag, mens en turnustjeneste er satt sammen av flere dagsverk og sier noe om rekkefølgen av arbeidsoppgaver i løpet av en lengre periode, i NSB som oftest fire uker. Dagsverkene settes sammen med tanke på produksjonsvolum og

operasjonsmønstre, arbeidstidsbestemmelser, togallokeringer, depoter og materiellturnering, samt ut fra personalet og deres egenskaper. Når dagsverkene er klare, settes disse sammen til turnustjenester som gjerne repeteres gjennom hele året, da det er tradisjon for at personalet går i samme turnus over lengre tid. [Nordlid 2000]

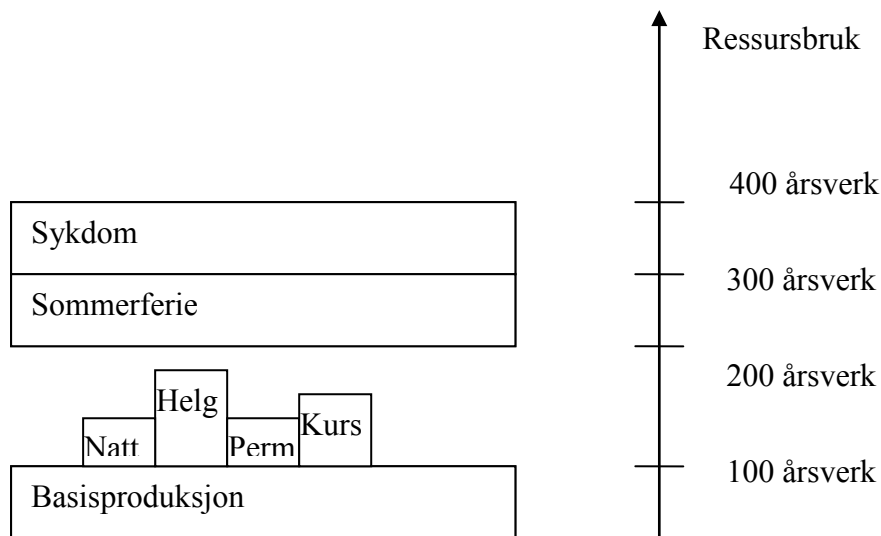
Personalplanleggingen utføres i stor grad manuelt av et lite antall eksperter som har tilegnet seg det meste av sine kunnskaper gjennom erfaring. TPO, et verktøy som håndterer personalhåndtering, brukes til en viss grad i planleggingen, og dette systemet håndterer både dagsverk- og turnusplanlegging, samt oppgjør. Manuell planlegging er svært tidkrevende og medfører at det i praksis kun blir mulig å planlegge i én iterasjon; altså at det ikke er tid til å gå tilbake og endre noe i planene for så å gjenta prosessen, selv om dette kunne ha gitt bedre løsninger. [Nordlid 2000]

#### 5.4.2 Fire dimensjonerende faktorer [Sætermo 2003]

Fire faktorer antas å være dimensjonerende for bruken av personalressurser:

- 1) Sykdom
- 2) Sommerferie
- 3) Diverse faktorer, som helg, natt, kurs, permisjoner og liknende
- 4) Basisproduksjon

Figur 4 viser hvordan de ulike faktorene antas å dimensjonere bruken av personalressurser. Faktorene varierer over tid, men i løpet av ett år antas antall årsverk for de ulike faktorene å være som vist i figuren. Bruken av reserver varierer veldig, både i forhold til geografi og ukedag, men som et gjennomsnitt regnes gjerne 35 prosent reserve.



**Figur 4: Prinsippene bak hypotesene for dimensjonering av personalressurser [Sætermo 2003]**

Ved å ha kunnskap om hvilke faktorer som dimensjonerer, kan det tas hensyn til dette i planleggingen. Man kan styre etter dimensjonerende faktorer og har muligheten til å legge inn slakk for ikke-dimensjonerende faktorer.

Denne oppgavens hovedfokus er rettet mot basisproduksjon, og til en viss grad mot tilleggskostnader i forbindelse med natt- og helgearbeid. Jeg kommer ikke til å gå nærmere inn på de andre faktorene nevnt her, og jeg tar heller ikke for meg problematikken rundt planlegging og utnyttelse av reserver.

### **5.5 Planlegging i en konkurransesituasjon**

Regjeringens beslutning om konkurranseutsetting av jernbanestrekninger, fører til at NSB får behov for å vurdere konsekvenser av personalplanlegging på et mer strategisk nivå enn hva bedriften til nå har gjort. I en anbudssituasjon vil det være ønskelig å kunne utføre ulike relativt enkle og raske økonomiske overslagsberegninger som kan være med på å gi en formening om personalkostnadene ved å trafikere en strekning med en viss frekvens.

Situasjonen er i dag slik at det på materiellsiden raskt kan beregnes ressursbruk og kostnader for en gitt ruteplan, men at dette ikke lar seg gjøre på personalsiden. Når NSB selv tidligere har kommet med en antydning av følgende kostnadsfordeling for produksjon av transporttjenester [Hilde Dahler Nordlid], synes det klart at det ville være nyttig med tilsvarende effektive beregningsmetoder for anslag på personalbehov og personalkostnader.:

- Linjeleie 10 %
- Rullende materiell (kapitalkostnader) 30 %
- Personalkostnader 20 %
- Vedlikehold 20 %
- Driftskostnader (elkraft, diesel) 5 %
- Kostnader i forbindelse med administrasjon og betjening på stasjoner 15 %

At det fra NSBs side også har vært hevdet at det er på personalsiden konkurransen vil komme til å stå, gjør det ikke mindre viktig å ha oversikt over disse kostnadene for ulike strekninger og frekvenser. Beregning av kostnader og inntekter i forbindelse med togproduksjon er derimot svært vanskelig, og det er et spørsmål hvorvidt overslagsberegningene vil være av tilfredsstillende kvalitet.

## **6 Erfaringer fra andre bransjer og bedrifter**

Konkurranse innen transportsektoren representerer ikke noe nytt, hverken nasjonalt eller internasjonalt. I USA begynte dereguleringen av luftfart, jernbane og veitransport på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet, og Storbritannia og andre vestlige land har fulgt etter i løpet av 1980-tallet [Grøvdal 1998]. På bakgrunn av dette, ønsket jeg å finne ut om det var mulig for NSB å dra nytte av andre selskapers erfaringer, både i forhold til konkurranseutsetting og mer generelt i forhold til personalplanlegging. Imidlertid viste det seg at det finnes svært lite litteratur på dette området, og at det som finnes, i stor grad fokuserer på store og kompliserte optimaliseringsverktøy, noe det ikke er denne oppgavens hensikt å gå inn på. Enkelte ting er det likevel verdt å merke seg.

### **6.1 Andres erfaringer med konkurranseutsetting av transporttjenester**

I Sverige har det vært reell konkurranse om sporet siden slutten av 1990-tallet, og i Danmark begynte Arriva å kjøre tog på Jylland 5. januar 2003. Mens svenske SJ i ettertid anser seg selv for å ha vært dårlig forberedt på den nye konkurransesituasjonen, mener danske DSB at de var godt forberedt, blant annet som en følge av at de hadde lært mye av erfaringene fra Sverige. Nå har NSB muligheten til å lære av erfaringer fra konkurranseutsettingen i begge de to landene. [NSB Intranet]

Ansvar for jernbanedriften er i Sverige delt mellom Banverket, som forvalter infrastrukturen, og ulike operatører, blant dem SJ, som står for selve trafikken. Som en følge av manglende fokusering på den forestående eksterne konkurransen og på å ha en fremtidig strategi, mistet SJ retten til å trafikkere på en rekke strekninger da konkurransen i landet ble innført [NSB Intranet]. SJs erfaring tilsier at det med konkurranse kan forventes større krav til effektivitet og økonomiske resultater enn hva som har vært tilfelle i Norge til nå.

Planleggingsmessig har SJ foretatt analyser av personalkostnadene for å finne kostnadsdrivere. Som hos NSB, forholder SJ seg til de ansattes fagforeninger og kompliserte arbeidsavtaler. Hver personalturnus varer i fire uker, og turneringsplanen

utgjør en avveining mellom det bedriftsøkonomisk lønnsomme og ønsket om å ha fornøyd personale. Til forskjell fra de norske, kan svenske lokomotivførere kun kjøre lokomotiver av en bestemt type, noe som utgjør en begrensning i planleggingsarbeidet.

I Danmark tapte DSB konkurransen om å få kjøre på Jylland (15 prosent av jernbanenettet) til fordel for britiske Arriva. DSB leverte det laveste anbudet, men myndighetene stolte ikke på DSBs beregninger, samtidig som de kanskje også ønsket å slippe nye aktører inn i markedet. Tilsvarende hendelser bør også NSB være forberedt på. [NSB Intranet]

Nettbuss Lillestrøm har levd med anbudskonkurranse siden 1997 og har erfaring både med å vinne og å tape anbud. Deres viktigste erfaring fra de første anbudene, var at det er nødvendig å være realistisk i kostnadsvurderingene. Å vinne et anbud som det i virkeligheten er umulig å drive med økonomisk overskudd har liten hensikt. I en anbudssituasjon må alle kostnader kartlegges og vurderes opp mot nytte. [NSB Intranet]

## **6.2 *Nederlandsk planleggingspraksis [Leo Kroon 1, 2]***

Når det gjelder selve planleggingsprosessen, kan det være verdt å vende blikket mot Nederlandse Spoorwegen (NS) i Nederland, som over lengre tid har hatt fokus på utvikling av avanserte algoritmer og optimeringsverktøy til bruk for jernbanedrift. Selv om slike verktøy ikke er fokus for denne oppgaven, kan det være mulig å bruke enkelte av tankene som ligger til grunn for disse verktøyene, også ved utviklingen av en metodikk for rask og enkel overslagsberegning av personalkostnader. Før jeg går nærmere inn på dette, må det nevnes at personalplanleggingsprosessen i Nederland er noe enklere enn i Norge, blant annet som en følge av sykliske tidstabeller med avganger hver time.

Et første viktig poeng er at dagsverk og turnustjenester utformes hver for seg. Både dagsverk- og turnusplanlegging er i seg selv svært komplekse prosesser, og det å kombinere dette i én prosess, antas å resultere i enorme kombinatoriske problemer som i praksis ville være umulige å løse. Dagsverkene utformes derfor sentralt, mens

turnustjenestene settes opp desentralisert. Fra et matematisk ståsted, har problemene knyttet til dagsverk- og turnusplanlegging samme struktur. Begge problemene omhandler rangeringen av objekter i passende sekvenser.

Hovedkriteriene i planleggingsprosessen går på at planene skal kunne gjennomføres i virkeligheten (engelsk *feasibility*), prosentvis produktiv tid skal være høy (engelsk *efficiency*), og tjenestene skal planlegges i forhold til sannsynligheten for at lokomotivførerne og konduktørene vil komme til å godta dem (engelsk *acceptability*). Ved utformingen av dagsverk, er det en regel om at hvert dagsverk skal starte og stoppe samme sted, og personalet må eventuelt foreta såkalte passreiser (det vil si reiser hvor de opptrer som passasjerer) for å oppnå dette. Dette kravet om samme start- og avslutningssted, fører til redusert fleksibilitet i planleggingen og ikke kostnadseffektive løsninger.

Togskifter antas å virke negativt inn på punktligheten og er derfor forsøkt unngått. Av denne grunn har tanken om å tilegne stasjonsstasjoner til visse strekninger vært vurdert. En slik tilegning vil gi enklere planlegging og mer robuste rutetabeller, samtidig som det også gjør at personalet alltid er kjent på den strekningen de trafikkerer. Ellers er det ønskelig at personalet følger det samme togsettet så lenge som mulig, da ethvert bytte av personale fra et tog til et annet, innebærer en risiko for forplantning av forsinkelser. Samtidig gir ikke dette nødvendigvis en veldig god og effektiv utnyttelse av personalressursene. I ulike tester viste det seg at det maksimale antallet unødvendige togbytter per dagsverk hadde stor innvirkning både på antallet dagsverk totalt, og for strukturen på dagsverkene. Dersom ingen unødvendige togbytter ble tillatt, resulterte dette i et relativt stort antall dagsverk, hvert bestående av én tur-retur-reise mellom to endestasjoner på en strekning. Tiden som går med til en slik tjeneste, er som regel mindre enn ønsket dagsverklengde, slik at resultatet ble lav effektivitet og et stort antall dagsverk. Ved å øke antall unødvendige togbytter til én, ble antall dagsverk vesentlig redusert, og de fleste dagsverkene ble da bygget opp av én tur-retur-reise mellom to endestasjoner, i tillegg til noe annet strukturert arbeid for å fylle opp tjenesten.

I forbindelse med personalplanleggingen, har fokus en tid vært rettet mot å generere effektive og godkjente tjenester med høy robusthet i forhold til forplantning av



forsinkelser fra et tog til et annet. Av denne grunn har det vært foreslått å la personalet operere i såkalte *tog-team*, hvor en lokomotivfører og en konduktør følger hverandre og jobber sammen gjennom en hel dag. Dette vil øke planenes robusthet som en følge av at kun to komponenter vil være nødvendige for togproduksjonen (materiell og tog-team), til forskjell fra de tre komponentene (materiell, lokomotivfører og konduktør) som ellers er nødvendige. Færre nødvendige komponenter gir økt sannsynlighet for at alle komponentene vil være tilgjengelige i tide. Ulempen er at en slik arbeidsordning vil kreve flere konduktørressurser, fordi restriktive regler som i utgangspunktet kun gjelder lokomotivførere, da også vil gjelde for konduktører.

Variasjon i tjenesten er et stikkord i forhold til fokuseringen på at personalet skal godta tjenestene. I den forbindelse er det satt opp et sett med såkalt ”harde” regler som må tilfredsstilles for hvert dagsverk, og som på den måten sikrer en viss variasjon. Jeg går ikke nærmere inn på disse reglene her, da jeg i denne oppgaven ikke kommer til å ta hensyn til denne siden av personalplanleggingen.

Når det gjelder stasjoneringsmønster, antas dette å ha betydning for hvor effektivt tjenesteoppsettet kan gjøres. Eksperimenter har vist at selv om antall lokomotivførere i utgangspunktet er tilstrekkelig i forhold til å skulle dekke alle arbeidsoppgavene, kan stasjoneringen av lokomotivførerne likevel gjøre antallet utilstrekkelig.

### **6.3 Skift- eller turnusplanlegging**

I følge SSBs arbeidskraftsundersøkelse for andre kvartal 2000, hadde 307 000 lønntakere i svært så forskjellige yrkesgrupper i Norge på den tiden skift- eller turnusarbeid [Haugen 2001]. Skift- eller turnusarbeidere har i følge arbeidsmiljøloven en lovfestet rett til å ha en arbeidsplan som viser den enkeltes arbeid og fritid. Helsevesenet er eksempel på en sektor hvor turnus-, skift- og vaktplaner brukes i svært stor grad. Det er derfor ikke rart at det er for denne sektoren det meste som finnes av litteratur på området, er skrevet. Siden de personalplanleggingsmessige forskjellene mellom helsevesenet og jernbanesektoren er svært store, har mesteparten av denne litteraturen liten nytteverdi for NSB generelt og denne oppgaven spesielt, og jeg har valgt kun å gi et lite generelt sammendrag av det jeg har funnet.

En god turnusplan skal vise vaktfordelingen mellom de ansatte for en spesifisert tidsperiode og må tilfredsstillende organisasjonens krav til bemanning, samtidig som den også tar hensyn til lovverk og regler, samt til den ansattes personlige ønsker. I forbindelse med oppsettet av en turnusplan er det innen helsevesenet ofte tre interessegrupper som er involvert; pasienten, arbeidstakeren og arbeidsgiveren. I jernbanesammenheng vil i utgangspunktet ikke turnusplanen ha noe å si for kunden, i hvert fall ikke så lenge oppsettet av personalplanen ikke har innvirkninger på ruteplanen. Oppsettet av turnusplanen blir da ofte et kompromiss mellom arbeidstakeren og arbeidsgiveren. I tillegg må det tas hensyn til arbeidsmiljøloven, som sikrer arbeidstakeren rimelige arbeidsforhold, særavtalene, som gir ytterligere bestemmelser det må tas hensyn til, og lokale bestemmelser ved det aktuelle arbeidssted. Sistnevnte er ikke så relevant for NSB-ansatte som for personer tilknyttet helsesektoren. [Haugen 2001]

#### **6.4 Optimaliseringsprogrammer**

Det finnes en del litteratur som omhandler problemene ved samtidig planlegging av materiell (både når det gjelder tog og fly) og personale, og hvordan slike planer kan optimaliseres. Målet for planleggingen er å lage materiell- og personalturneringsplaner som er slik at hver tog- eller flyrute dekkes av ett materiellindivid og mannskap, på en slik måte at kostnadene er lavest mulig og at gitte betingelser er tilfredsstillende. En måte å gjøre dette på, er å iterere mellom et hovedproblem som løser problemet med rute- og materiellturneringsplan, og et delproblem som løser personalturneringsproblemet. Vanligvis planlegges materiellturneringen først, og så legges personalplanene på bakgrunn av denne. En sekvensiell prosedyre reduserer kompleksiteten, men kan gi løsninger som er langt fra optimale. Det kan dessuten være vanskelig å finne brukbare løsninger når fleksibiliteten reduseres som en følge av tidligere fattede beslutninger og valgte løsninger. Testsett viser at det er signifikante kostnadsbesparelser ved å bruke en iterativ metode fremfor de sekvensielle planleggingsprosessene som vanligvis brukes i praksis. [Cordeau 2001]

Denne oppgavens formål er derimot ikke å finne en optimal løsning på planleggingsproblemene, men heller å finne en metode for å beregne overslag av personalressurser.

## **7 Rammebetingelser for personalutnyttelse**

Eksisterende rammebetingelser for lokomotivførere og konduktører legger føringer og betingelser for hvordan personalressursene kan utnyttes og stasjoneres.

Til grunn for hvordan oppsettet av dagsverk- og turnustjenester kan være, ligger Arbeidsmiljøloven, Hovedtariffavtalen mellom LO og Staten, samt avtaler mellom NSB og personalets fagforeninger. Arbeidsmiljøloven utgjør det lovmessige fundamentet for arbeidstidsbestemmelser og arbeidsmiljø. Den inneholder noen absolutte krav og noen andre områder som kan tilpasses dersom partene er enige om det [NSB BA Lokførererenheten 1999]. Overenskomsten mellom NSB BA og Norsk Lokomotivmannsforbund (NLF), gjeldende fra 1. april 2002 og med endringer 1. april 2003, gjelder for lokomotivførere, lokomotivførere under opplæring og administrativt personale som er medlemmer i NLF, mens overenskomsten mellom NSB BA og Norsk Jernbaneforbund (NJF) gjelder for salgspersonale, konduktørpersonale og administrativt personale som er medlemmer i NJF.

I tillegg til de definerte rammebetingelsene, er det også klare regler i forhold til hvor mange ansatte som til enhver tid må være om bord i et tog. Dette har først og fremst sikkerhetsmessige årsaker. Det må alltid være én lokomotivfører om bord i toget. Unntaket er ved ekstreme værforhold på Bergensbanen, da det kreves assistanse i form av ekstra lokomotivførerressurser. Det skal være én konduktør per sett, slik at for en togavgang som kjøres med dobbelt sett, kreves det to konduktører.

I dette kapitlet gis det en oversikt over rammebetingelsene som er av betydning ved oppsett av dagsverk og turnustjenester for både lokomotivførere og konduktører. Også rent kostnadmessige bestemmelser og avtaler om tillegg, er tatt med. Utover dette, finnes det i overenskomstene også en del bestemmelser vedrørende reservetjeneste, ferieavvikling, overtidsarbeid og liknende, men dette er ikke tatt med her, fordi det ikke er av betydning for oppgaven.

Som en slags overordnet regel og målsetning, inngår det som en del av avtalene mellom NSB og fagforeningene, at reglene i overenskomstene skal praktiseres slik at

kravene til helse, miljø og sikkerhet fullt ut ivaretas, samtidig som målet er en mest mulig rasjonell utnyttelse av ressursene.

Henvisningene som står i parentes, viser til paragrafer i de to overenskomstene.

## **7.1 Arbeidstid**

Arbeidstiden til den enkelte arbeidsutøver stilles opp på en arbeidsplan (tjenesteliste/-turnus), som settes opp for en rutetermin. På arbeidsplanen anføres fridager og tiden for tjenestens start og avslutning. Utarbeidelse av arbeidsplan skjer etter reglene i Arbeidsmiljølovens §48. Turnusene for en lokomotivfører skal normalt strekke seg over 4 uker, og minimum over 2 uker. [NL 5.3, NJF 5.5.1, 5.12]

### **7.1.1 Tidsberegning**

Som en følge av kravet om redusert arbeidstid for arbeidstakere med skift- og turnustjeneste, skilles det mellom *timer (t)*, som tilsvarer vanlige klokketimer (kt), og *tjenestetimer (tt)*, som er klokketimer tillagt såkalt tidsberegning. [NL 5.4.1, NJF 5.1.2.1]

For ordinært arbeid alle dager mellom klokken 20.00 og 06.00, regnes hver arbeidet time lik 1 time og 15 minutter [NL 5.4.2, NJF 5.1.2.2], og for ordinært arbeid på søn- og helgedager mellom klokken 06.00 og 20.00, regnes hver arbeidet time lik 1 time og 10 minutter. [NL 5.4.3, NJF 5.1.2.3] Tidsberegningen gjelder ikke ved passreiser [NL 5.5.3, NJF 5.15].

$1t = 1t \text{ 15 min, } t \in [20.00, 06.00]$  Alle dager

$1t = 1t \text{ 10 min, } t \in [06.00, 20.00]$  Søn- og helgedager

### **7.1.2 Daglig arbeidstid**

Et dagsverk skal beregnes til minimum fem tjenestetimer og kan bestå av maksimalt ti klokketimer (kt). Dersom det i dagsverket inngår tjeneste i tidsrommet fra klokken 01.30 til 05.00, kan dagsverket ikke overstige åtte klokketimer. Tjeneste i dette tidsrommet må heller ikke tildeles samme arbeidstaker mer enn to døgn i trekk. For

konduktører gjelder ikke åttetimersgrensen ved tjeneste i nattog. [NL 5.5.1, 5.6.3, NJF 5.6.1, 5.12, 5.13]

$$(DV_i)_{\min} = 5 \text{ tt}$$

$$(DV_i)_{\min} = 10 \text{ kt}, \quad t \in [05.00, 01.30]$$

$$(DV_i)_{\min} = 8 \text{ kt}, \quad t \in [01.30, 05.00]$$

### 7.1.3 Delt dagsverk (DDV)

Et dagsverk kan ikke settes opp med mer enn to deler og skal ikke strekke seg over 16 klokketimer. [NL 5.5.2, NJF 5.6.2] Opphold på 2 timer eller mindre i tidsrommet fra klokken 23.00 til 05.00 regnes i sin helhet med i arbeidstiden. [NL 5.12.1, NJF 5.14.1]

Dersom tjeneste i tidsrommet 01.30 til 05.00 inngår i et delt dagsverk hvor oppholdet er på tre timer eller mer, gjelder ikke dagsverkbegrensningen om maksimalt åtte klokketimer. [NL 5.5.1, NJF 5.12]

$$(DDV_1)_{\max} = 16 \text{ kt}$$

## 7.2 *Passreiser*

Passreiser er reiser som foretas i tilknytning til oppsatt tjeneste på arbeidsplanen, og som lønnes på lik linje med annet arbeid. Arbeidstakeren reiser da med toget som passasjer. Passreiser i et dagsverk eller utover to timer i forkant av et dagsverk, inngår i dagsverkets lengde og anses som en del av arbeidstiden. Når en konduktør foretar en passreise mellom klokken 22.00 og 06.00, og vedkommende disponerer sovekupé alene, regnes likevel ikke passreisen som arbeidstid. [NL 5.5.3, NJF 5.15]

## 7.3 *Ukentlig arbeidstid*

Den ordinære arbeidstiden skal ikke overstige 37,5 tjenestetimer i gjennomsnitt per uke. Begrensningen for den enkelte uke er 48 klokketimer. Beregningsperioden følger lengden på arbeidsplanen og er maksimalt fire uker. Det skal ordinært ikke være mer

enn fem dagsverk i gjennomsnitt per uke, og ikke mer enn seks dagsverk i en enkelt uke. [NL 5.6, NJF 5.1]

$$(Uke_{maks})_{gj.snitt} = 37,5 \text{ tt}$$

$$Uke_{maks} = 48 \text{ kt}$$

$$Uke_{gj.snitt} = 5 \text{ DV}$$

$$Uke_{maks} = 6 \text{ DV}$$

#### **7.4 Hvile- og spisepauser**

Når arbeidstiden er mer enn fem og en halv time i døgnet, skal arbeidet avbrytes av minst én hvilepause – pausens varighet er ikke definert. I TPO opereres det med pauser av minimum varighet på 20 minutter. Dersom dagsverket er på åtte timer eller mer, skal pausen være av minimum en halvtimes varighet. [NJF 5.8, AML § 51.1]

Lokomotivførere som tjenestegjør i tog, skal dessuten ha en pause på minst 40 minutter i godkjent pauserom etter aktiv kjøring ( $K_A$ ) på fem og en halv time. Opp- og nedkjøring til plattform, samt den del av et krysningsopphold som går utover fem minutter, regnes ikke som aktiv kjøring. [NL 5.7.2]

Både kjøretidspause, hvilepause og spisepause brukes som begreper, men i den oppgaven skal jeg kort og godt kalle alt dette for pause.

Så sant rasjonell drift tillater det, skal pausen legges mest mulig til midten av dagsverket. [NL 5.7.1, NJF 5.8]

$$DV_i > 5,5 \text{ kt} \Rightarrow \text{Pause}$$

$$DV_i \geq 8 \text{ kt} \Rightarrow \text{Pause} \geq 30 \text{ min}$$

$$K_A > 5,5 \text{ kt} \Rightarrow \text{Pause} \geq 40 \text{ min} \quad (\text{Gjelder lokomotivfører})$$

### **7.5 Daglig og ukentlig fritid**

Arbeidstakerne skal ha en arbeidsfri periode, AFP, på minst 11 timer mellom to arbeidsperioder. Denne kan reduseres til 8 timer ved opphold på utestasjon. [NL 5.9, NJF 5.16]

$$AFP_{\min} = 11 \text{ kt}$$

$$AFP_{\min} = 8 \text{ kt} \quad \text{Opphold utestasjon}$$

Arbeidstaker skal en gang ukentlig ha sammenhengende fritid – en såkalt ukefridag, UF – på minst 36 timer. Ukefridagen skal tiltres klokken 17.00 eller tidligere dagen før, vare til klokken 06.00 dagen etter, og så langt som mulig legges til søndager - i gjennomsnitt minst annenhver søndag. [NL 5.10.1, NJF 5.10.1]

$$UF_{\min} = 36 \text{ t}$$

$$UF_{\text{start}} \leq 17.00 \text{ dagen før}$$

$$UF_{\text{slutt}} = 06.00 \text{ dagen etter}$$

I tillegg til ukefridagen skal det gis en ekstrafridag, EF, som skal strekke seg over et helt kalenderdøgn. Denne fridagen skal dersom det er mulig legges i sammenheng med ukefridagen. Ekstrafridagen skal i dette tilfellet ikke tiltres senere enn klokken 21.00 dagen før ekstrafridagen og vare til klokken 03.00 dagen etter. Er det praktisk mulig, og det ikke medfører økt bruk av ressurser, avsluttes ekstrafridagen klokken 06.00. Ekstrafridag som ikke legges sammen med annen fridag (ukefridag eller turnusfridag), skal bestå av minimum 32 timer for lokomotivfører og minimum 30 timer for konduktør. Summen av uke- og ekstrafridag, eventuelt summen av 2 ukefridager, skal minimum være 60 timer. Ekstrafridag som legges sammen med annen fridag, skal bestå av minimum 54 timer for lokomotivfører. Uke- og ekstrafridagene for konduktører skal tildeles slik at det i gjennomsnitt gis fri annenhver lørdag/søndag. [NL 5.10.2, NJF 5.10.2]

Turnusfridager, TF, er betegnelsen på fridager utover de lov- og avtalebestemte. Slike fridager skal gå over dato og vare i minst 24 timer. [NL 5.10.3, NJF 5.10.3]



Fridagene skal legges til stasjoningsstedet, eventuelt det midlertidige stasjoningsstedet. [NL 5.3.4, NJF 5.12]

$EF_{\min} = 32 \text{ t}$  Lokomotivfører

$EF_{\min} = 30 \text{ t}$  Konduktør

$EF_{\min} = 54 \text{ t}$  Lokomotivfører, i sammenheng med annen fridag

$EF_{\text{start}} \leq 21.00$  dagen før (i sammenheng med ukefridag)

$EF_{\text{slutt}} \geq 03.00$  dagen etter (i sammenheng med ukefridag)

$(EF+UF)_{\min} = (UF+UF)_{\min} = 60 \text{ kt}$

$TF_{\min} = 24 \text{ t}$

## 7.6 Lønnskostnader

Månedslønn er årslønn dividert med 12 og timelønnen beregnes på grunnlag av 1850 timer per år [NL 3.1, NJF 3.1].

Begrepet tjenesteansiennitet eksisterer ikke etter at et nytt lønssystem ble innført med virkning fra 1. april 2002. I stedet er det antall års erfaring som ferdigutdannet lokomotivfører som teller, uavhengig av hvilket selskap erfaringen er opparbeidet innen. Fire lønnsgrupper er definert, og månedslønnen for de ulike gruppene er som vist i tabell 1. Årslønnen i samme tabell fremkommer ved å multiplisere månedslønnen med 12, og deretter finnes timelønnen ved å dividere årslønnen med 1850 timer (svaret er avrundet til nærmeste hele krone).

**Tabell 1: Lønn i forhold til antall år med erfaring som lokomotivfører**

Lønnsgruppe	0 år	2 år	4 år	6 år
Månedslønn	Kr. 23 185	Kr. 23 785	Kr. 24 385	Kr. 24 985
Årslønn	Kr. 278 220	Kr. 285 420	Kr. 292 620	Kr. 299 820
Timelønn	Kr. 150	Kr. 154	Kr. 158	Kr. 162

Et generelt tillegg på kr. 10 000 per år, samt kilometerpenger på kr. 2 300 per måned og skumringstillegg på kr. 174 per måned, er innarbeidet i grunnlønnen for alle lokomotivførere. [NL 3.2, 3.3]

### 7.6.1 Nattillegg

For ordinært arbeid i tiden mellom klokken 20.00 og 06.00, og etter klokken 06.00 for dagsverk som er påbegynt før klokken 03.00, utbetales et tillegg per time som tilsvarer 45 prosent av timelønnen. [NL 4.1, NJF 4.1]

### 7.6.2 Lørdags- og søndagstillegg

For arbeid i tiden lørdag klokken 00.00 til søndag klokken 24.00, utbetales et tillegg på kr. 22 per arbeidet klokke-time. [NL 4.3, NJF 4.2]

For arbeid som tilfredsstiller betingelsene for både natt- og lørdags- og søndagstillegg, gis begge tilleggene.

### 7.6.3 Oppholdstillegg

Opphold forekommer i forbindelse med delt dagsverk og kompenseres med kr. 70,- per time når oppholdet skjer på utestasjon, og med kr. 70,- per opphold når oppholdet skjer på hjemmestasjon. [NL 4.7, NJF 5.14.2]

### 7.6.4 Lokaltogstillegg for lokomotivførere

Lokaltogstillegg på kr. 0,26 per kjørte kilometer gis for kjøring av lokaltog innenfor følgende områder:

- Oslo – Moss, Sarpsborg, Eidsvoll, Kongsvinger, Jaren, Hønefoss, Kongsberg, Spikkestad
- Stavanger – Egersund
- Bergen – Voss
- Trondheim – Melhus, Steinkjer
- Porsgrunn – Notodden

[NL 4.4]

### 7.6.5 Nærtrafikktillegg for konduktører

Nærtrafikktillegg utbetales med kr. 19 per time i tidsrommet fra fredag klokken 13.00 til mandag klokken 02.00, for tjeneste med to timer eller mer i nevnte tidsrom

innenfor de samme nærtrafikkområdene som nevnt under lokaltogstillegg for lokomotivførere, bortsett fra strekningen Porsgrunn – Notodden. Tillegget beregnes også for tjeneste i tog med stoppmønster som nærtrafikktog i den tiden tjenesten faller innenfor nærtrafikkområdet, selv om toget har ende- eller utgangspunkt utenfor dette området. Det gis kun tillegg for aktiv tjeneste; med dette menes også passreise og/eller opphold i tjenesten på mindre enn én time. Bakgrunnen for tillegget er at det skal være produktivitetsskapende, virke stimulerende på togproduktet og kompensere for tjeneste som er særlig belastende. [NJF 4.4]

#### 7.6.6 Ombordledertillegg for konduktører

Ombordledertillegg gis for arbeid i tog som kjøres med lokomotiv og vogner i de tidligere definerte nærtrafikkområdene, samt for all tjeneste i mellomdistansetog. Tillegget er på kr. 7,- per arbeidet time og gis også for fremmøte og avslutning ved togets avgangs- og endestasjon. [NJF 4.6]

## 8 Stasjonering

Alle lokomotivførere og konduktører har en base, kalt stasjoneringssted, som utgangspunkt for tjenesten. Arbeidsdagen både begynner og slutter på denne stasjonen, uavhengig av om arbeidsoppgavene faktisk starter og/eller slutter her. Dersom arbeidsoppgavene starter eller slutter et annet sted, foretas passreiser.

Hvordan stasjoneringen av personalet skal være for de enkelte strekningene, er et sentralt spørsmål. Det virker sannsynlig å anta at antall stasjoneringssteder og stasjoneringen av de enkelte arbeidstakerne, har betydning for de totale personalkostnadene i NSB, men dette vites ikke med sikkerhet. En hypotese er at bemanning og stasjonering i endene av en pendel, er mer effektivt enn stasjonering på midten av strekningen, men at stasjonering på midten gir større fleksibilitet i forhold til endringer i ruteplanen for den aktuelle distansen. Den kostnadmessige virkningen av plassering av stasjoneringssteder, samt hvordan stasjoneringsmønsteret påvirker togfremføringen, utgjorde fokus for Hilde Dahler Nordlids diplomoppgave ved NTNU høsten 2000. Oppgaven omhandler blant annet forsøk på å finne en optimal fordeling av lokomotivførerne ved stasjoneringsstedene. Med de begrensninger som gjøres i oppgaven, blant annet i form av å anta at lokomotivførernes dagsverk kun består av kjøretid, er konklusjonen at personalplanene er følsomme overfor hvordan stasjoneringsstedene legges. Antall lokomotivførere som trengs avhenger av hvor stasjoneringsstedene er plassert og hvor mange det er av dem. Færre stasjoneringssteder kan dessuten føre til behov for flere lokomotivførere, fordi flere passreiser må foretas innenfor arbeidstiden. [Nordlid 2000]. Dette stemmer godt overens med erfaringene fra det nederlandske NS, som ble beskrevet i kapittel 6.2. I rapporten om kjøre- og stasjoneringsmønster, som ble utarbeidet av en prosjektgruppe i 1999, konstateres det at det først og fremst er kjøremønsteret, ved siden av selve togproduksjonen, som er bestemmende for hvilket stasjoneringsmønster som er optimalt [NSB BA Lokførereneheten 1999].

Stasjoneringsstedenes størrelse; det vil si antall lokomotivførere og konduktører som er tilknyttet hvert stasjoneringssted, varierer veldig. Jo mindre et stasjoneringssted er, jo mindre rasjonelt fungerer det, blant annet fordi reservedekningen på et lite

stasjoningssted er lav, noe som fører til lav fleksibilitet. [NSB BA Lokførererenheten 1999].

Vanligvis vil i hvert fall endestasjonene for en strekning være stasjoningssteder, fordi det er her materiellet står om natten, og også her de fleste togrutene begynner og slutter.

Kostnadene forbundet med å ha et stasjoningssted ved en stasjon, er først og fremst forbundet med leiekostnader for nødvendig oppholdsrom, i tillegg til administrative kostnader i forbindelse med postutsendinger og administrering av stedet. Dette er kostnader som per i dag ikke regnes av betydning for NSB, men dersom det skulle vise seg optimalt av planleggingsmessige årsaker å ha svært mange stasjoningssteder, vil en analyse av kostnadene være nødvendig. [Nordlid 2000].

Bytte av lokomotivførere fra et tog til et annet, skjer som oftest på ett av stasjoningsstedene, men det kan også skje andre steder.

## 9 Begrepsdefinisjoner

For å kunne vurdere ulike oppsett av dagsverk og turnustjenester opp mot hverandre, trengs det mål og begreper som kan beskrive og si noe om hvor god hver enkelt plan er. I dette kapitlet defineres noen slike begreper.

### 9.1 Hva er et godt dagsverk?

Spørsmålet om hva som gjør et dagsverk bedre enn et annet, og hva som kan betegnes som et *godt* dagsverk, kan besvares på mange ulike måter, avhengig av synsvinkel. Antakelig vil en administrativt ansatt i NSB med ønske om en størst mulig økonomisk utnyttelse av personalressursene, ha et annet svar på dette spørsmålet enn de som faktisk skal utføre jobben. Sistnevnte gruppe skal ha levelige arbeidsforhold som de kan trives med, og mangel på dette kan medføre økonomisk tap for NSB i form av for eksempel økt sykefravær. Denne oppgaven har fokus kun på ressursbehov, ressursutnyttelse og kostnadene ved dette, og de arbeidsmiljømessige konsekvensene for personalet utover det lov- og regelbestemte, vurderes ikke. Dette er likevel noe NSB som bedrift ikke bør undervurdere viktigheten av.

Det teoretisk beste dagsverket vil være det dagsverket som planmessig består av aktiviteter satt sammen på en måte som gjør at personalressursene er utnyttet på en optimal måte, samtidig som krav både fra NSB og deres kunder oppfylles på en tilfredsstillende måte. I praksis vil derimot ikke det samme dagsverket nødvendigvis være det beste. Den teoretisk optimale løsningen kan vise seg å være vanskelig å iverksette og følge i praksis, slik at avvik fra oppsatt plan stadig skjer. Slike avvik er ugunstige, både økonomisk sett for NSB og i forhold til kundene. I realiteten kan dermed en teoretisk god plan vise seg å være hverken optimal eller økonomisk gunstig.

Et godt dagsverk i praksis vil være et dagsverk som i utgangspunktet er teoretisk godt, uten nødvendigvis å være det beste, og som dessuten er praktisk gjennomførbart uten å generere mye avvik. En god plan gjør det lett å holde tog i rute ved å følge den oppsatte planen. Samtidig skal kundene tilfredsstilles, slik at man, dersom avvik oppstår, kan avvikle trafikken uten at avvikene er merkbare for de reisende. Stramme

kjøreplaner kan gjøre det svært vanskelig for eksempel å håndtere avvik i form av feil og mangler ved togmateriell. Valget av dagsverk- og turnussammensetning blir på denne måten en avveining mellom det teoretisk mest optimale og lønnsomme, og det praktisk gjennomførbare.

Ut fra dette blir mål som kan brukes for å vurdere kvaliteten på et dagsverk- og turnusoppsett, blant annet *grad av kravoppfyllelse, effektivitet, robusthet og følsomhet*. Grad av kravoppfyllelse sier noe om i hvilken grad reglene om personalutnyttelse er oppfylt. Effektivitet brukes som et mål på hvor god personalutnyttelsen er og til å gi en økonomisk vurdering, mens robusthet og følsomhet sier noe om forskjellen mellom praktisk og teoretisk gjennomførbarhet og effektivitet.

## **9.2 Grad av kravoppfyllelse**

En personalplan må i utgangspunktet dekke lovpålagte krav 100 prosent, selv om det i enkelte tilfeller er mulig å søke om dispensasjoner. Samtidig må personalplanen dekke den aktuelle ruteplanen 100 prosent [Sætermo 2001, 2]

## **9.3 Effektivitet**

NSBs – og dermed også personalets – hovedoppgave er persontogproduksjon. Det er selve transportereringen av passasjerer bedriften tjener penger på. Samtidig bruker både lokomotivførere og konduktører mye tid i løpet av en arbeidsdag på aktiviteter som ikke er direkte knyttet til selve togkjøringen. Enkelte av disse aktivitetene er helt nødvendige og kanskje til og med lovpålagte, mens andre, som for eksempel passreiser, teoretisk sett er unødvendige og utføres som en følge av ikke helt optimale ruteplaner og tjenesteoppsett. Når det gjelder de nødvendige aktivitetene, hender det at det brukes mer tid på dem enn hva som etter reglene er teoretisk nødvendig. Hvor stor del av et dagsverk som faktisk brukes til å kjøre tog, i forhold til tiden som brukes på andre nødvendige eller ikke nødvendige aktiviteter, sier noe om hvor effektivt dagsverket er [Aschehoug 28.10.2002]:

Effektivitet = Total kjøretid i løpet av dagsverket / dagsverklengde

Dette tilsvarer definisjonen på *utnyttelsesgrad* slik den er brukt i en rapport om kjøre- og stasjoneringmønsteret i NSB [NSB BA Lokførererenheten 1999]. Beregninger som der ble utført i forbindelse med det da pågående krengetogprosjektet, viste at det for disse togene kunne forventes en teoretisk utnyttelsesgrad på 49,6 prosent. I dette tallet inngår tidsberegning for natt- og helgetillegg, uttak, innsett og 34 prosent reserve. Tallene ble antatt å være representative for tog som går over lengre distanser.

Et dagsverk vil aldri kunne bestå av kun kjøretid, og hverken den teoretiske eller den praktiske effektiviteten vil derfor kunne bli 100 prosent. Differansen fra 100 prosent sier noe om hvor stor prosentvis del av arbeidsdagen som brukes til andre oppgaver eller aktiviteter. En annen mulighet er å la begrepet *nødvendige aktiviteter* inngå i definisjonen. Med en nødvendig aktivitet menes en aktivitet som må utføres, enten fordi det er lovpålagt eller fordi NSB selv har bestemt at den må utføres. Definisjonen blir da som følger:

$$\text{Effektivitet} = (\text{Total kjøretid} + \text{nødvendige aktiviteter}) / \text{dagsverklengde}$$

Hvilke aktiviteter som er nødvendige og hvor mye tid som går med til hver enkelt av disse, kommer jeg tilbake til i kapittel 18.3, men det som kan sies, er i hvert fall at dette i stor grad avhenger av det enkelte dagsverkoppsettet, materielltypen som brukes, hvilke stasjoner som betjenes og annet. To beregnede effektivitetsverdier kan dermed ikke uten videre sammenliknes, fordi de bakenforliggende betingelsene vil kunne være forskjellig. Disse variasjonene gjør det mindre hensiktsmessig å la de nødvendige aktivitetene inngå i målet på effektivitet. Det vil dessuten i enkelte tilfeller kunne være vanskelig og tidkrevende å vurdere hvilke aktiviteter som er nødvendige og hvilke som ikke er det, og ikke minst om de nødvendige aktivitetene kunne ha vært utført på kortere tid. Effektiviteten i denne oppgaven defineres derfor som total kjøretid i forhold til dagsverklengde.

En slik definisjon medfører for det første, som allerede nevnt, at effektiviteten aldri vil kunne komme opp i 100 prosent, som en følge av de nødvendige aktivitetene. Teoretisk maksimal effektivitet ( $\text{Eff}_{\text{maks}}$ ) vil altså ligge under 100 prosent. For det andre vil  $\text{Eff}_{\text{maks}}$  avhenge både av dagsverkets oppbygging, av materielltype og av



stasjonene som inngår i tjenesten. For å kunne vurdere mulighetene for å bedre et dagsverk med hensyn til effektivitet, bør derfor teoretisk maks for det enkelte tilfelle beregnes og sammenliknes med den praktiske effektiviteten. Dersom to forslag til dagsverk hvor alle bakenforliggende parametre og betingelser er de samme, skal sammenliknes, er det selvsagt ikke nødvendig å beregne  $Eff_{maks}$ ; Da holder det å sammenlikne de to alternativene for å finne det meste effektive.

#### **9.4 Robusthet**

Robusthet brukes som et mål på hvor lett avvik fra en plan kan oppstå, i forhold til hvor følsom planen er for endringer i forutsetninger eller uventede hendelser [Sætermo 2001, 2]. En robust plan skal per definisjon ikke la et avvik forplante seg videre. Det er ønskelig at togene går så punktlig som mulig, og dersom planen er robust, vil ikke et avvik påvirke planene i særlig grad. Ønsket om en robust plan henger sammen med teorien om at økt kundetilfredshet vil gi økte inntekter. Dårlig robusthet vil ved avvik generere kostnader forbundet med tapte inntekter og lavere markedsverdi.

Stramme kjøreskjema gir generelt liten robusthet, og krav om en viss togfølgetid får derfor konsekvenser for ruteplanens robusthet. Regelverk om lengde på kjøretider og hvilepauser, gjør at lokomotivførerbytte mellom to togsett ofte må skje utenom endestasjonene. Dette medfører større konsekvenser ved avvik og gjør planene mindre robuste enn dersom samme lokfører følger samme materiell hele dagen. [Nordlid 2000].

En robust plan vil sannsynligvis være dyrere enn en plan som er lavet kun med tanke på profitt, så sant det ikke oppstår avvik [Nordlid 2000].

#### **9.5 Følsomhet**

Med følsomhet menes her omtrent det samme som med robusthet, nemlig hvor følsomme de ulike avgangene eller planene er for avvik i tidligere avganger eller planer. Planer med mye innlagt slakk er lite følsomme, mens planer med lite slakk er følsomme i svært stor grad.

## **9.6 Stabilitet**

Stabiliteten sier noe om hvor lett det er å komme seg tilbake til planen dersom avvik fra den opprinnelige planen har oppstått som en følge av noe uforutsett. Begrepet kan også brukes om å komme tilbake til en ny god plan, det trenger ikke nødvendigvis være den opprinnelige planen det er snakk om. [Sætermo 2001, 2]

Simuleringsstudier kan foretas for å sammenlikne ulike planer med hensyn til robusthet, følsomhet og stabilitet. Som en konsekvens av en organisasjons aversjon mot risiko og ønske om å oppnå robusthet og stabilitet, utføres ofte konsekvensanalyser som ser på effekten av ulike beslutninger. [Veiseth 2002]

Selv om alle de nevnte begrepene er av stor betydning i forbindelse med å vurdere ulike planer, kommer jeg i stor grad til å forholde meg til effektivitetsbegrepet, da dette er et mer veldefinert begrep enn hva de andre er, og derfor også enklere å forholde seg til.

## 10 Hypotese om kostnadsdrivende faktorer

Den underliggende hypotesen for beregning av personalkostnader og valg av stasjoneringssted(er) for personalet, er at det er tre faktorer som er grunnleggende og som driver bruken av personalressurser og kostnadene for disse[Sætermo 2003]:

- Omløpstid
- Frekvens
- Driftsdøgnet lengde

Med omløpstid menes den tiden materiellet for en gitt strekning bruker for å komme tilbake til utgangspunktet igjen; altså hvor lang tid det tar fra toget forlater utgangsstasjonen og til det er tilbake igjen og klart for en ny tur. For å ha et begrep hvor tid i forbindelse med snuing av materiellet, ikke inngår, kommer jeg også til å bruke begrepet kjøretid. Med kjøretid menes da den tiden det på en gitt strekning tar å kjøre fra avgangs- til endestasjonen. Kjøretiden kan leses direkte ut av ruteplanen, eller ruteplanen kan brukes til å beregne en gjennomsnittlig kjøretid, da kjøretiden for de enkelte avganger på en strekning vil variere. Økt omløpstid fører til økte personalkostnader i form av økt ressursbehov.

Frekvensen brukes som mål på antall avganger på strekningen i løpet av en viss tidsperiode. Dette kan uttrykkes på ulike måter; enten som antall avganger per time, antall avganger per dag, eller som et visst tidsrom mellom avgangene. Hvilken uttrykksmåte som er best egnet, vil blant annet avhenge av hvorvidt frekvensen er jevn med sykliske avganger, eller ikke. I denne oppgaven kommer jeg til å anta jevn frekvens, fordi dette er lettere å regne med. I virkeligheten er frekvensen sjelden jevn, da det tas hensyn til ulik etterspørsel gjennom dagen, og av den grunn følger det at flere tog i rushtiden enn ellers. Som for omløpstiden, medfører også økt frekvens et større behov for personalressurser.

Første og siste avgang fastsetter driftsdøgnet lengde. Dette er først og fremst kostnadsdrivende i form av at et langt driftsdøgn inneholder mye tjeneste hvor arbeidsutøveren er berettiget til ulike tillegg for ubekvem arbeidstid tidlig på dagen og utover kvelden og natten. I tillegg fører lengre driftsdøgn til mindre fleksibilitet i

turnus som en følge av regler om at samme arbeidstaker ikke kan ha samme tjeneste flere dager i strekk.

I tillegg til de tre parametrene, vil det selvsagt også være kostnadmessige variasjoner avhengig av hvilke stasjoner som skal betjenes og hvilke materielltyper som benyttes.

## **11 Metode for beregning av personalkostnader**

På bakgrunn av de beskrevne rammebetingelsene og begrepsdefinisjonene, samt ved dessuten å ta i betraktning erfaringene fra andre bransjer og bedrifter, er målet med denne oppgaven å utvikle en metode for å kunne utføre overslagsberegninger for personalkostnader i forbindelse med en anbudssituasjon.

Det uttalte målet er at det skal være mulig å beregne personalkostnadene ved å trafikkere en gitt strekning med gitt materiell og en viss frekvens, på femten minutter. Med dette menes selvsagt ikke at personalkostnadene på så kort tid vil kunne være klarlagt. Tanken er derimot at det på forhånd kan gjøres beregninger for ulike verdier av de tidligere nevnte faktorene kjøretid, frekvens og driftsdøgnslengde, slik at kostnadene for en vilkårlig strekning med en viss frekvens, nærmest kan slås opp i en tabell. Dette er kun ment for å gi en formening om kostnadsnivået, og finberegninger vil være nødvendige i etterkant.

I utgangspunktet er det mange måter å angripe en slik problemstilling på, og jeg har valgt å ta for meg to ulike innfallsvinkler. Den ene tar utgangspunkt total kjøretid og det tidligere definerte målet for effektivitet, mens den andre tar utgangspunkt i ulike måter å bygge opp et dagsverk på.

Av hensyn til oppgavens omfang og tidsbegrensning, har jeg måttet begrense meg til kun å ta for meg kostnader for lokomotivførere. Jeg har dessuten valgt, ut fra et kompleksitetshensyn, kun å ta for meg dagsverkkoppsett og ikke turnus.

## 12 Metode 1: Utgangspunkt i total kjøretid

Metode 1 tar utgangspunkt i total kjøretid på den aktuelle strekningen. Som tidligere nevnt, gjør en lokomotivfører langt mer enn bare å kjøre tog i løpet av et dagsverk, men det tar denne metoden i utgangspunktet ikke hensyn til. Hvert dagsverk antas dermed å ha en effektivitet på 100 prosent, og tid og kostnader i forbindelse med andre aktiviteter enn togkjøring, inngår ikke i beregningene. Metoden sier ingenting om dagsverkoppsett, turnussammensetning eller stasjoneringmønster, og er kun egnet til å gi en formening om en nedre teoretisk kostnadsgrense for kjøring med en viss frekvens på en gitt strekning.

### 12.1 Modell

Metoden tar utgangspunkt i den totale kjøretiden for en gitt strekning. For en gitt strekning er gjennomsnittlig kjøretid,  $K$ , og antall avganger i løpet av uken,  $N_{uke}$ , kjent. Kjøretiden på en strekning kan i realiteten variere for ulike avganger på en strekning, men for enkelhets skyld opererer jeg her med en gjennomsnittlig kjøretid som er gyldig for samtlige avganger på den aktuelle strekningen. Jeg ser med det bort fra at kjøretiden kan variere avhengig av materielltype, sportilgang og kjøre- og stoppmønster for den enkelte avgangen. Total kjøretid,  $K_{tot}$ , i løpet av en uke på en strekning, tilsvarer da antall avganger multiplisert med kjøretiden:

$$K_{tot} = K \cdot N_{uke}$$

Personalkostnadene knyttet til dette, tilsvarer total kjøretid multiplisert med personalets gjennomsnittlige timelønn,  $L_T$ :

$$\text{Kostnad} = K_{tot} \cdot L_T$$

#### 12.1.1 Tillegg

Dersom det på det tidspunktet beregningene skal gjennomføres, eksisterer en ferdig utarbeidet ruteplan som skal benyttes for strekningen, vil det være mulig å bruke denne ruteplanen til å beregne kostnadmessige tillegg i forbindelse med kjøretid som foregår om natten og i helgen. Jeg vil presisere at det ikke er sannsynlig å anta at

denne type beregninger foretas når det foreligger en endelig ruteplan, men muligheten skal likevel ikke utelukkes. Det kan eksempelvis være aktuelt å utarbeide flere ulike rutetabeller og beregne kostnadene for de forskjellige. Med ruteplanen lagt inn i et datasystem, vil det ikke være noen sak å definere og beregne de kostnadsmessige tilleggene for natt- og helgearbeid. Ettersom de to typene tillegg utbetales uavhengig av hverandre, kan de beregnes hver for seg.

Kostnader for nattillegg finnes ved å multiplisere det timevise prosentvise tillegget, Natt, med total arbeidstid innenfor tidsrommet som gir grunnlag for nattillegg. Dette gjelder all kjøring innenfor tidsrommet mellom klokken 20 og 06.

$$\text{Natttillegg} = \text{Natt} \cdot \sum_{20}^{06} K$$

Tilsvarende beregnes helgetillegg på bakgrunn av togavganger og kjøretid innenfor tidsrommet fra og med midnatt fredag til og med midnatt søndag. Ved å dele avgangene i tre; hverdag (mandag til fredag), lørdag og søndag, og med det timevise helgetillegget, Helg, kan dette spesifiseres slik:

$$\text{Helgetillegg} = \text{Helg} \cdot \left[ \sum_{24} \text{fredag} + \sum \text{lørdag} + \sum_{24} \text{søndag} \right]$$

Også lokaltogstillegg kan inngå i beregningene, dersom strekningen tilsier utbetaling av et slikt tillegg. Man må da vite hvor stor del av strekningen (i antall kilometer) som er berettiget til slikt tillegg, og så multiplisere med satsen for lokaltogstillegg; 0,26 kroner per kilometer.

Dermed blir de totale kjøretidskostnadene for en gitt strekning med en gitt kjøretid, frekvens og dagsverklengde, lik summen av kjøretidskostnadene og de ulike tilleggene:

$$\text{Kostnad}_{\text{kjøretid+tillegg}} = \text{Kostnad} + \text{Natttillegg} + \text{Helgetillegg} + \text{Lokaltogstillegg}$$

## 12.2 Prosentvis tillegg

En annen måte å gjøre beregningene mer realistiske på, og som nok i de fleste tilfeller er langt enklere enn å beregne de ulike tilleggene som vist over, er å legge et prosentvis tillegg til de beregnede kjørekostnadene. Dette prosentvise tillegget vil tilsvare antatt effektivitet på strekningen, og ulike mål kan brukes for dette.

Enklest, og kanskje også mest riktig, vil det være å bruke en prosentvis sats som det ut fra erfart praksis, er sannsynlig å anta at vil komme i tillegg til selve kjøretidskostnadene. Dette kan være et mål på generell effektivitet for lokomotivførere i sin helhet, eller – kanskje bedre – et mål på tidligere erfart effektivitet på den aktuelle strekningen. Eksempelvis kan gjennomsnittlig effektivitet beregnes ut fra TPO, ved å se på forholdet mellom total kjøretid og total tjenestetid.

I budsjettet for 1999 var årsverksatsen for lokomotivførere delt opp som vist under [NSB BA Lokførereneheten 1999]:

Fastlønn	229 317
Overtid	33 245
Variable tillegg	99 223
Sosiale kostnader	63 646
Kost/reise	13 561
Bedriftshelsetjeneste	1 575
<u>Administrasjon lokførere</u>	<u>62 891</u>
<u>Sum</u>	<u>503 458</u>

Ved å ta utgangspunkt i at fastlønn er lønn knyttet til kjøring (noe som antakelig ikke er riktig, fordi tid til andre aktiviteter også inngår her), og at overtid og variable tillegg er kostnader som påløper som en følge av blant annet ugunstige arbeidstider og arbeidsforhold, mens resten av det ovennevnte er kostnader som jeg i denne oppgaven



ikke tar hensyn til, tilsvarer dette et forhold mellom kjøretidskostnader og tillegg tilsvarende:

$$\text{Kjøretidsandel} = 229\,317 / (229\,317 + 33\,245 + 99\,223) \approx \underline{63,4\%}$$

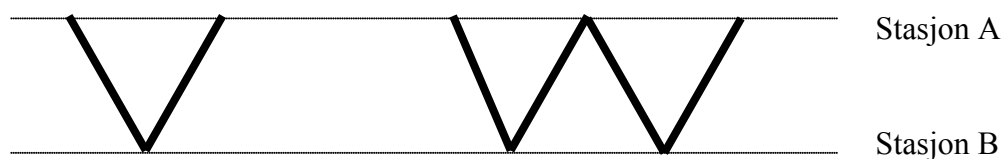
Den faktiske effektiviteten er sannsynligvis lavere enn beregningen tilsier. De totale kostnadene vil fremkomme ved å dele kjøretidskostnadene på denne prosentvise satsen.

Det er også mulig å multiplisere kjøretidskostnadene med en prosentvis sats som fremkommer som en følge av teoretiske beregninger for effektivitet. For eksempel har beregninger vist at effektiviteten i forbindelse med krengetogene i 1999 var på 49,6 prosent [NSB BA Lokførererenheten 1999]. Dette kan brukes som et relativt realistisk mål på effektiviteten for tog som går over lengre distanser.

### 13 “Folkevognmodellen”

Den såkalte ”folkevognmodellen” representerer en måte å strukturere dagsverkoppsett på, og idéen til modellen kom opprinnelig fra Øystein Risan, leder av Driftsavdelingen i NSB Persontog (se figur 1). I motsetning til den første metoden, tas det her hensyn til alle aktivitetene en lokomotivfører må eller kan utføre i løpet av et dagsverk, og det antas at måten et dagsverk er satt sammen på, sammen med stasjoneringsmønsteret for det involverte personalet, er av betydning for de totale personalkostnadene.

Betegnelsen ”folkevognmodellen” (VW-modellen) brukes om metoden fordi den bygger på antakelsen om to prinsipielle måter å benytte togpersonalet på; ”V” eller ”W”, se figur 5. Hvert ben i bokstavene tilsvarer kjørelengden på en strekning én vei. En ”V” betegner dermed et dagsverk som består av én tur-returreise mellom to stasjoner, mens en ”W” betegner et dagsverk bestående av to tur-returreiser.



**Figur 5: Folkevognmodellen; de to enkleste variantene av personalutnyttelse.**

#### 13.1 Overordnet modellbeskrivelse

Figur 5 viser en overordnet måte å tenke seg modellen på, siden det der ser ut til at dagsverket kun består av kjøretid frem og tilbake mellom to stasjoner. Tanken bak ”folkevognmodellen” er imidlertid å beskrive alle aktiviteter som kan inngå i et dagsverk for en lokomotivfører og også hvor mye tid som kan forventes brukt til de forskjellige aktivitetene.

Oppbyggingen av dagsverk står sentralt i modellen. Tanken er at ulike dagsverk har varierende kvalitet, avhengig av hvilke aktiviteter de består av. Dagsverkene kan måles opp mot hverandre i forhold til de tidligere definerte begrepene effektivitet og robusthet. Måten et dagsverk kan bygges opp på, avhenger av mange ulike faktorer,

deriblant rammebetingelsene for personalutnyttelse og faktorer som kjøretid, frekvens og driftsdøgns lengde for den aktuelle strekningen.

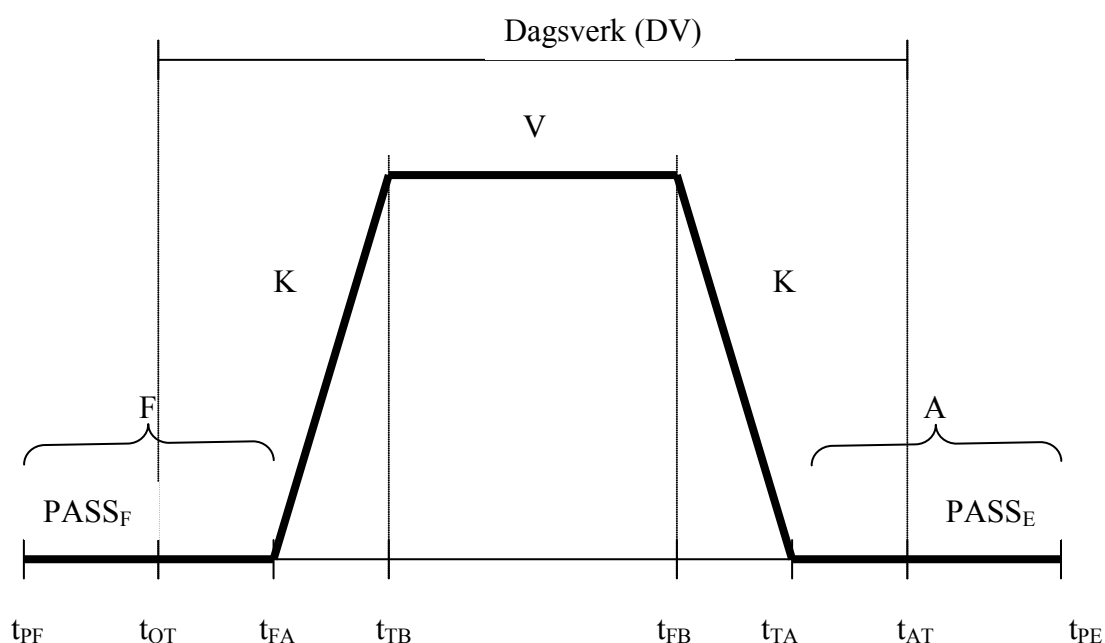
Utgangspunktet for dagsverkoppbyggingen er de aktuelle aktivitetene som kan eller må inngå i dagsverket. Det første som må gjøres i forbindelse med utvikling av modellen, er derfor å definere samtlige aktuelle aktiviteter. Videre må disse kategoriseres i forhold til om de er nødvendige å utføre eller ikke, samt at det, for nødvendige aktiviteter, må defineres hvor lang tid som må brukes på dem. Ulike forslag til dagsverkoppsett kan så settes opp og danne grunnlaget for grunnvarianter og sammensatte varianter. Når kun nødvendige aktiviteter inngår i dagsverkene, og tiden brukt til disse aktivitetene, er så lav som mulig, vil effektiviteten for de forskjellige dagsverkmodellene tilsvare  $Eff_{maks}$ . Samtidig vil det for denne teoretiske grenseverdien for effektivitet, finnes tilsvarende grenseverdier som sier noe om hvor mye tid som maksimalt kan bli brukt til togkjøring med et slikt kjøremønster som dagsverkoppsettet tilsier. Disse teoretiske grenseverdiene setter grenser for hvilke strekninger som vil være aktuelle for de enkelte modellvariantene. Dersom en strekning har en kjøretid som overskrider maksimal kjøretid for en modellvariant, er denne dagsverkvarianten uegnet til bruk på den aktuelle strekningen. Så lenge kjøretiden ligger innenfor den teoretisk maksimale, kan varianten brukes på strekningen, men det sier i seg selv ingenting om at et effektivt dagsverk dermed oppnås. Jo nærmere den faktiske kjøretiden er den teoretisk maksimale, jo mer effektivt vil antakelig dagsverket være. Med beregninger for ulike modellvarianter, kan ulike dagsverk ”konkurrere” om å være det beste hva effektivitet angår, og det vil da være mulig å si noe om hvilket kjøremønster som egner seg best for ulike strekninger. Siden grunnvariantene innebærer ulik stasjonering av personalressursene, vil modellen til en viss grad også kunne si noe om foretrukket stasjoneringsmønster for den enkelte strekning.

Så lenge flere modellvarianter er aktuelle å bruke på en strekning, vil også andre faktorer enn selve kjøretiden på strekningen, være av betydning for hvilken variant det er best å bruke. Frekvensen på strekningen kan være av vesentlig betydning for en modellvariants hensiktsmessighet, fordi bruken av for eksempel en variant med bytte av tog på midtstasjon, avhenger av at oppholdet på stasjonen før lokomotivføreren kan kjøre videre med et nytt tog, ikke er for langt.

Gjennom bruk av modellen på denne måten, er målet å kunne si noe om hvilke modellvarianter som vil kunne brukes for forskjellige kjøretider og frekvenser, samt til en viss grad også for driftsdøgnet lengde. Kanskje vil det på sikt være mulig å utarbeide en slags tabell hvor de totale personalressursene og –kostnadene fremgår som en funksjon av kjøretid og frekvens, de to faktorene som gjerne varierer mest for ulike strekninger. Driftsdøgnet lengde vil som regel være mer eller mindre det samme, og derfor i liten grad ha betydning for modellbruk og dagsverkoppsett.

### 13.2 Detaljert modellbeskrivelse

Med utgangspunkt i den enkleste varianten av ”folkevognmodellen”; nemlig den hvor dagsverket består av kun én tur-retur-reise mellom de to endestasjonene, beskrives her modellen i detalj, med samtlige aktiviteter inkludert. Figur 6 viser modellen slik den da ser ut.



Figur 6: Aktivitetene som kan inngå i et dagsverk.

Forklaring til de tidsmessige forkortelsene som er brukt i figuren:

$t_{PF}$	Tidspunkt for oppstart av passreise <u>før</u> tjeneste
$t_{OT}$	Tidspunkt for oppstart av tjeneste
$t_{FX}$	Tidspunkt for avgang fra stasjon X
$t_{TX}$	Tidspunkt for ankomst til stasjon X
$t_{AT}$	Tidspunkt for avslutning av tjeneste
$t_{PE}$	Tidspunkt for avslutning av passreise <u>etter</u> tjeneste

Forklaring til aktivitetsforkortelsene som er brukt i figuren:

$PASS_F$ og $PASS_E$	Passreise henholdsvis i forkant og etterkant av tjeneste
K	Kjøretid
F	Forberedende aktiviteter
V	Aktiviteter i forbindelse med vending
A	Avsluttende aktiviteter

Aktiviteter som kan inngå i forberedelsene, F, er passreise ( $PASS_F$ )<sup>1</sup>, gangtid ved stasjon X ( $GT_X$ ), fremmøte og ordrekontroll (FOK), uttaks- og sikkerhetskontroll for gitt materiell ( $USK_M$ ), skjøting og deling for gitt materiell ( $SD_M$ ), tilsyn (T), samtale/konferanse mellom av- og påtroppende personale (SMP), posisjonskjøring (PK) og ståtid i plattform før avgang ( $SIP_F$ ).

Kjøretiden, K, for strekningen fra stasjon A til stasjon B er gitt ved:

$$K_{A \rightarrow B} = t_{TB} - t_{FA} = t_{TA} - t_{FB} = K_{B \rightarrow A}$$

Aktiviteter som kan inngå i forbindelse med vending, V, er snutid for gitt materiell ( $ST_M$ ), gangtid ved stasjon X ( $GT_X$ ), skjøting og deling for gitt materiell ( $SD_M$ ), tilsyn (T), samtale/konferanse mellom av- og påtroppende personale (SMP)<sup>2</sup> og pause (P).

Aktiviteter som kan inngå i avslutningen, A, er ståtid i plattform etter ankomst ( $SIP_E$ ), bortkjøring etter ankomst (BK), skjøting og deling for gitt materiell ( $SD_M$ ), tilsyn (T),

---

<sup>1</sup> Passreise utover to timer i forkant av et dagsverk, inngår i dagsverket.

samtale/konferanse mellom av- og påtroppende personale (SMP), innsett og sikkerhetskontroll for gitt materiell ( $IOS_M$ ) og gangtid ved stasjon X ( $GT_X$ ).

Tomtogkjøring er ikke tatt med i modellen, da dette har mer med materiellturneringen enn med personalplanleggingen å gjøre.

De to indeksene som er brukt i forbindelse med forkortelsene, indikerer at aktiviteten er enten stasjonsavhengig (X) eller materiellavhengig (M). Andre aktiviteter enn disse, kan avhenge av andre forhold, selv om dette ikke er spesifisert gjennom bruk av indekser. Eksempelvis kan tilsyn sies å være delvis avhengig av frekvensen på strekningen, fordi økt tid mellom to avganger vil øke sannsynligheten for at det er nødvendig med tilsyn av togsettet mellom de to avgangene. Skjøting og deling avhenger av variasjonen i antall reisende i løpet av driftsdøgnet.

Hvilke av de ovennevnte aktivitetene som inngår i et bestemt dagsverk, avhenger i stor grad av hvorvidt uttak eller innsett av materiell inngår i lokomotivførerens dagsverk. Det må dessuten påpekes at rekkefølgen av de forskjellige aktivitetene kan avvike fra det ovennevnte når andre modellvarianter enn V-modellen brukes. Eksempelvis kan pausen legges til andre steder enn i forbindelse med vending på endestasjon.

### **13.3 To typer tjeneste**

Et dagsverk kan i praksis settes opp på et utall forskjellige måter. Av kompleksitetshensyn må antall tjenstetyper i denne oppgaven likevel begrenses. Jeg har valgt å skille mellom to typer tjeneste:

- 1) Tjeneste som kun inkluderer kjøring (i det videre kalt kjøretjeneste)
- 2) Tjeneste som kun inkluderer uttak og/eller innsett (i det videre kalt uttaks- og/eller innsettjeneste)

Dette betyr at jeg skiller mellom lokomotivførere som har ansvar for produktiv togfremføring og lokomotivførere som har ansvar for å klargjøre materiellet for

---

<sup>2</sup> Dette kan inngå dersom personalet foretar togbytte i forbindelse med pausen.

kjøring og å sette det tilbake på plass etter kjøring. I virkeligheten forekommer ikke et slikt skille, og for de fleste tjenestene, består dagsverket av både kjøring og uttak eller innsett av materiell.

### **13.4 Kategorisering av aktiviteter**

For å kunne si noe om maksimal effektivitet i et dagsverk, er det nødvendig å kategorisere hver enkelt aktivitet i forhold til om aktiviteten er lovpålagt eller av annen grunn *må* gjennomføres, eller om den tvert i mot bare *kan* utføres og kanskje i enkelte tilfeller til og med bør unngås.

Å foreta en slik kategorisering er ikke nødvendigvis så lett. En del aktiviteter er åpenbart nødvendige, som for eksempel samtlige aktiviteter knyttet til selve togfremføringen, og aktiviteter lokomotivføreren er lovpålagt å utføre. Dette kan være aktiviteter som må gjennomføres av sikkerhetsmessige hensyn eller av arbeidsforholds- og miljømessige hensyn. Det er ikke denne oppgavens hensikt å si noe om hvorvidt de personalmessige rammebetingelsene bør forandres eller ikke, og aktiviteter som utfra rammebetingelsene fremstår som nødvendige, vil derfor også anses som nødvendige i denne oppgaven.

#### **13.4.1 Nødvendige aktiviteter**

Nødvendige aktiviteter defineres i denne oppgaven som aktiviteter som i praksis *må* gjennomføres, uavhengig av om årsaken er krav fra myndighetene, avtaler med fagforeningene, eller om det skyldes ønsker og definert praksis hos NSB.

#### **13.4.2 Betinget nødvendige aktiviteter**

Enkelte aktiviteter vil være nødvendige i noen dagsverk, men ikke nødvendige i andre, avhengig av om ulike betingelser er oppfylt eller ikke. Disse kategoriseres som betinget nødvendige aktiviteter.

### 13.4.3 Minimum tid

Tiden som ideelt sett brukes på aktiviteter av typen *ikke nødvendige*, vil være null. For de nødvendige aktivitetene må det derimot spesifiseres hvor mye tid som minimum må brukes på hver enkelt aktivitet. Heller ikke dette er alltid like enkelt. For noen av aktivitetene definerer lover, regler og rammebetingelser hvor lang tid det vil ta å utføre dem, mens for andre er tidsbruken mer et spørsmål om skjønns- og vanemessige vurderinger i hvert enkelt tilfelle.

### 13.4.4 Kategorisering av aktiviteter og spesifisering av minimum tid

På bakgrunn av det ovennevnte, kategoriseres samtlige aktiviteter i forhold til om de er nødvendige eller ikke, samt at minimum tid spesifiseres for hver aktivitet. Tabell 2 gir en oversikt over dette. Den første kolonnen spesifiserer hvilken aktivitet det er snakk om (forkortelsen som er brukt, er den samme som er brukt tidligere i kapitlet), mens de tre neste kolonnene definerer hvorvidt den aktuelle aktiviteten *kan* eller *må* utføres for de forskjellige tjenestetypene. I den siste kolonnen er det angitt hvor mye tid som minimum må brukes på de nødvendige aktivitetene. Betinget nødvendige aktiviteter kategoriseres som BA.



**Tabell 2: Oversikt over hvilke aktiviteter som inngår i hvilke av tjenestetypene.**

Aktivitet	Uttaks- tjeneste	Kjøre- tjeneste	Innsett- tjeneste	Minimum tid
PASS <sub>F</sub>	Kan	Kan	Kan	
GT <sub>X</sub>	Må	Må	Må	Vanligvis 5 min
FOK	Må	Må	Må	5 min
USK <sub>M</sub>	Må			15 – 110 min
SD <sub>M</sub>	BA	BA	BA	5 – 10 min
T	BA	BA	BA	
SMP	BA	BA	BA	2 min
PK	Må			Sted- og stasjonsavhengig
SIP <sub>F</sub>	Må			10 min
ST <sub>M</sub>	BA	BA	BA	5 – 11,5 min
Pause	BA	BA	BA	Avhengig av dagsverk
SIP <sub>E</sub>			Må	10 min
BK			Må	Sted- og stasjonsavhengig
IOS <sub>M</sub>			Må	10 – 20 min
PASS <sub>E</sub>	Kan	Kan	Kan	

*Passreiser* benyttes til forflytning av lokomotivføreren og anses som unødvendig. Lokomotivføreren får betalt for tiden som brukes til passreiser selv om denne tiden ikke er produktiv. I realiteten kan ulike transportmidler brukes til passreiser, men tog foretrekkes brukt av kostnadmessige hensyn, fordi det da ikke vil oppstå ekstra kostnader utover lønnskostnaden for reisetiden og eventuelt ventetid på stasjonene [Nordlid 2000]. I den grad bruk av passreiser vil forekomme i beregninger i denne oppgaven, vil det da antas at tog brukes som transportmiddel for dette.

Til forskjell fra passreiser, defineres *gangtid* som en nødvendig aktivitet. Gangtidene mellom ordrerom og plattform, samt mellom plattform og godkjent pauserom, er som regel 5 minutter, men enkelte steder opereres det med særskilte stedlige gangtider

[Avtale om gangtider]. Gangtid forekommer både som en del av forberedelsene til dagsverket, og ved avslutningen av det. I tillegg gis det gangtid i forbindelse med pause.

Alle lokomotivførere i vanlig tjeneste har én ordrekontroll per dagsverk. *Fremmøte og ordrekontroll* er en nødvendig aktivitet som tar 5 minutter.

For tjeneste som inkluderer uttak eller innsett av materiell, vil henholdsvis *uttaks- og sikkerhetskontroll* og *innsett og sikkerhetskontroll* være nødvendig. Tidsbruken for dette varierer med materielltypen.

*Skjøting og deling* av materiell kan ikke i seg selv defineres som en nødvendig aktivitet i et dagsverk, men dersom det av rute- og materiellturneringsplanen fremgår at slik aktivitet skal foregå, må aktiviteten utføres. Aktiviteten blir dermed betinget nødvendig. Tiden avhenger av materielltypen.

Dersom et togsett er oppkoblet, må det ha *tilsyn*, men ikke nødvendigvis av en lokomotivfører. Tilsynet må skje til toget skal kjøres igjen eller til en annen kyndig person overtar ansvaret. Aktiviteten er betinget nødvendig, og tiden tilsvarer tiden toget trenger tilsyn.

Ved personalbytte, er det påkrevd med en samtale *eller konferanse mellom av- og påtroppende personale*. Denne har en varighet på 2 minutter. Aktiviteten er betinget nødvendig i forhold til om tjenesten inneholder slikt personalbytte en eller flere ganger i løpet av dagsverket.

Posisjonskjøring er et begrep som brukes om all kjøring eller forflytning av tog uten passasjerer. I sammenheng med denne oppgaven vil begrepet først og fremst omhandle kjøring av tog fra et uttakssted til stasjonen som toget skal kjøre i vanlig rute fra. *Posisjonskjøring* blir da en nødvendig aktivitet i forbindelse med tjeneste hvor uttak av materiell inngår, mens aktiviteten ikke inngår når uttak ikke er en del av tjenesten. Minimum tid avhenger av hvilke steder og stasjoner det er snakk om. *Bortkjøring* er i denne sammenheng en spesiell form for posisjonskjøring, nemlig i forbindelse med innsett av materiellet. Aktiviteten er nødvendig for dagsverk hvor

innsett inngår som en del av tjenesten, men ellers ikke nødvendig. Nødvendig tidsbruk avhenger av hvilke steder og stasjoner det er snakk om.

Før første tur med ethvert materiellsett, inngår 10 minutter med *ståtid i plattform i forkant* av kjøreturen for at passasjerene skal få tid til å gå på toget. Dette er ikke egentlig en strengt nødvendig regel, men snarere en myk restriksjon som i dagens planleggingspraksis ikke fravikes, og som på mange måter fungerer som en buffer. Siden uttak av materiell kun inngår i tjeneste med uttak, defineres aktiviteten som nødvendig for denne typen tjeneste, og ikke nødvendig for de to andre tjenestetypene. Tilsvarende kreves det ved bortkjøring av materiell i etterkant av materiellets siste kjøretur før innsett, også 10 minutter ståtid i plattform.

*Snutid* er per definisjon den tiden lokomotivføreren bruker til å bytte førerrom og endre kjøreretning når et motorvognsett har nådd endestasjonen og skal gjøres klart for en ny tur tilbake igjen. Aktiviteten er betinget nødvendig, avhengig av om det inngår snuing eller ikke i dagsverket. Minimum tid avhenger av materielltypen.

Arbeidsmiljøloven og rammebetingelsene for personalutnyttelse fastsetter reglene for når en lokomotivfører har krav på pause, og hvor lang denne pausen minimum må være. *Pause* er derfor en betinget nødvendig aktivitet.

### **13.5 Målfunksjoner**

Det finnes i utgangspunktet et utall mulige måter å sette sammen dagsverk på, basert på ”folkevognmodellen”. For å begrense antall muligheter, må noen avgrensninger gjøres. En avgrensning er allerede gjort, ved å skille mellom kjøretjeneste og tjeneste med uttak og innsett. Flere avgrensninger kan gjøres ved å definere såkalte målfunksjoner som skal danne grunnlaget hvordan oppsett av dagsverk bør gjøres

Begrepet målfunksjon er velkjent innen optimeringsteorien. Der utgjør målfunksjonen(e) den eller de parametrene som problemet skal optimaliseres i forhold til [Nordlid 2000]. Selv om ”folkevognmodellen” langt fra er noen optimeringsmodell, kan beskrivelsen av enkelte målfunksjoner likevel fungere som rettesnor for hvordan dagsverkene i modellen bør settes opp.

Det overordnede målet er å kunne sette opp et antall dagsverk som til sammen dekker samtlige aktuelle togavganger på en gitt strekning. Dermed er det et mål at dagsverkene skal settes opp på en slik måte at de hver for seg og sett under ett er så effektive som mulig. Med bakgrunn i dette, er det ønskelig å unngå unødvendige aktiviteter, og da særlig passreiser. Passreiser i for- og etterkant av dagsverket unngås når alle dagsverk starter og stopper med arbeidsoppgaver på den aktuelle lokomotivførerens stasjoneringstasjon.

Videre vil lange opphold og mange togbytter blant personalet bidra til lavere effektivitet og robusthet. Som en følge av dette, foretrekkes hele tur-retur-reiser mellom to endestasjoner fremfor modellvarianter som for eksempel medfører togbytte på midtstasjon, der dette er mulig.

Siden bruken av ethvert nytt dagsverk medfører tid brukt til forberedende og avsluttende aktiviteter, vil det være en fordel å begrense antall dagsverk så mye som mulig. Dette tilsier et mål om at hvert dagsverk skal være så langt som mulig. Målet tjenestestart og –avslutning på stasjoneringstasjon prioriteres dog over målet om et så langt dagsverk som mulig, da kostnadene i forbindelse med passreiser antas å overgå kostnadene forbundet med å ha et ekstra dagsverk. Av økonomiske grunner, bør ingen dagsverk planlegges med å være mindre enn 5 timer, da kortere dagsverk enn dette, likevel vil bli lønnet som om de var på 5 timer.

Målfunksjonene i forbindelse med bruk av ”folkevognmodellen” kan dermed oppsummeres slik – i prioritert rekkefølge:

- Dagsverkene skal til sammen dekke samtlige aktuelle togavganger på strekningen
- Alle dagsverk skal starte og avslutte på lokomotivførerens stasjoneringstasjon
- Hvert dagsverk skal være av så lang varighet som mulig
- Hele tur-retur-reiser prioriteres foran modellvarianter som vil medføre togbytte på midtstasjon

### 13.6 Grenseverdier

Ut fra kategoriseringen av og tidsangivelsen for de ulike aktivitetene, samt på bakgrunn av tankegangen om ulike typer tjeneste, kan ulike teoretiske grenseverdier defineres og beregnes for forskjellige dagsverkvarianter. Grenseverdiene sier noe om teoretisk minimale eller maksimale verdier for tidsbruk på nødvendige aktiviteter, total kjøretid i løpet av et dagsverk, kjøretid for en strekning og effektivitet. Definisjonene og beregningene kan brukes til å vurdere kvaliteten på teoretiske og faktiske dagsverk med kjøretjeneste, samt at de kan brukes til å gi en formening om hvordan dagsverk for en gitt strekning bør bygges opp.

#### 13.6.1 Minimum tidsbruk for nødvendige aktiviteter

Generelt kan det sies at minimum tidsbruk for nødvendige aktiviteter,  $NA_{\min}$ , er summen av minimum tid brukt på hver enkelt aktivitet i et dagsverk:

$$NA_{\min} = \sum (\text{alle aktiviteter})_{\min}$$

Siden minimum tid for ikke nødvendige aktiviteter er null, tilsier dette at  $NA_{\min}$  er lik summen av minimum tid brukt på hver enkelt nødvendig aktivitet. Hvilke aktiviteter som inngår i  $NA_{\min}$ , samt hvor mye tid som brukes til hver aktivitet, vil variere avhengig av type tjeneste, materielltype og hvilke steder og stasjoner som inngår i den aktuelle tjenesten. I noen tilfeller vil samme aktivitet kunne forekomme flere ganger i løpet av ett dagsverk, og tiden må da inngå et tilsvarende antall ganger i målet på  $NA_{\min}$ .

#### 13.6.2 Total kjøretid

Total kjøretid i løpet av et dagsverk,  $K_{\text{tot}}$ , tilsvarer total dagsverklengde,  $DV_1$ , minus tid brukt på andre aktiviteter,  $A$ :

$$K_{\text{tot}} = DV_1 - A$$

I et dagsverk hvor det kun brukes tid på kjøring og minimum tid på nødvendige aktiviteter, slik at  $A = NA_{\min}$ , fremkommer en teoretisk grenseverdi for den totale kjøretiden:

$$(K_{\text{tot}})_{\text{maks}} = DV_1 - NA_{\min}$$

Dagsverklengden er begrenset både oppad og nedad av gitte rammebetingelser for personalutnyttelse, men kan innenfor dette intervallet settes til hva som helst.

### 13.6.3 Kjøretid på en strekning

Den teoretisk maksimale kjøretiden på en strekning, fra avgangsstasjonen X til ankomststasjonen Y,  $(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}}$ , kan da defineres som den maksimale totale kjøretiden i løpet av et dagsverk, dividert med antall enveisreiser, N. For enkelhets skyld antar jeg at kjøretiden fra X til Y alltid er lik kjøretiden fra Y til X, selv om det i praksis kan være noen små forskjeller.

$$(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}} = (K_{Y \rightarrow X})_{\text{maks}} = (K_{\text{tot}})_{\text{maks}} / N = [DV_1 - NA_{\min}] / N$$

Dersom kjøretiden for en vilkårlig strekning overstiger  $(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}}$ , betyr det at den aktuelle modellvarianten ikke vil kunne brukes for denne strekningen.

### 13.6.4 Effektivitet

Ut fra definisjonen av effektivitet, oppnås en teoretisk maksimal effektivitet,  $Eff_{\text{maks}}$ , når en så stor del av dagsverket som teoretisk mulig, brukes til togkjøring. Dette skjer når dagsverket, foruten om selve togkjøringen, kun består av nødvendige aktiviteter, og når tiden brukt til disse, er minst mulig. Den totale kjøretiden tilsvarer da  $(K_{\text{tot}})_{\text{maks}}$ , og effektiviteten bestemmes av dennes andel i forhold til den totale dagsverklengden.

$$Eff_{\text{maks}} = (K_{\text{tot}})_{\text{maks}} / DV_1$$

Denne maksimale effektiviteten forutsetter altså at strekningens kjøretid nøyaktig tilsvarer den beregnede maksimale kjøretiden, så lenge dagsverket er av maksimal lengde. Dersom den faktiske kjøretiden for en strekning er kortere enn dette, vil det

være mulig å redusere dagsverklengden tilsvarende, slik at tapet i effektivitet nedjusteres. Å bruke en gitt modellvariant for en strekning som er kortere enn variantens  $(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}}$ , vil likevel alltid medføre et visst effektivitetstap – dette som en følge av at  $NA_{\text{min}}$  vil være den samme og derfor utgjøre en større del av dagsverket når dagsverklengden reduseres.

### **13.7 Modellvarianter og tilhørende grenseverdier**

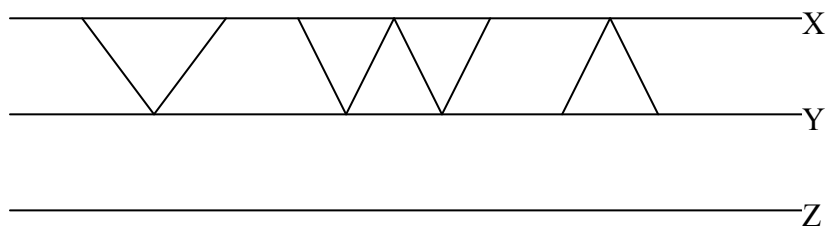
Grenseverdiene som ble beskrevet og definert i forrige delkapittel, vil variere, både for forskjellige modellvarianter, og for ulike verdier for de stasjons- og materiellavhengige aktivitetene, gitt en bestemt modellvariant. I dette kapitlet vil jeg beskrive tre grunnleggende modellvarianter og foreta grenseverdiberegninger for disse.

Grenseverdienes relevans og bruksverdi må ikke overdrives. Tallene vil være gyldige kun for de forutsetninger som gjøres, blant annet i forhold til bruk av materielltype, men også i forhold til at togavgangene her er tilpasset dagsverkoppsettet og ikke omvendt, som det vil være i virkeligheten. Beregningene gir imidlertid eksempler på hvordan ”folkevognmodellen” kan brukes, og den gir en formening om maksimale kjøretider for de ulike variantene.

#### **13.7.1 Tre grunnleggende modellvarianter**

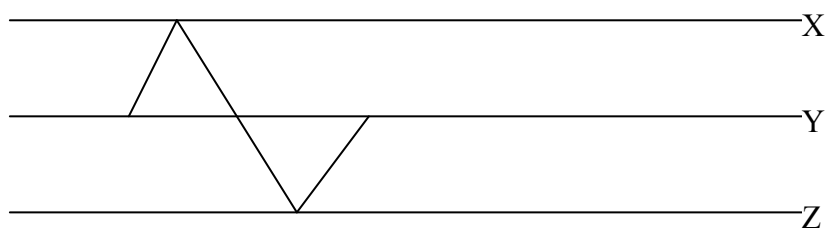
Til nå er det blitt fokusert på den såkalte V-modellen for dagsverkoppbygging; det vil si en modell hvor dagsverket bygges opp rundt én eller flere tur-retur-reiser mellom strekningens to endestasjoner. Dette er selvsagt ikke den eneste måten å bygge opp et dagsverk på. Her presenteres to andre varianter, som sammen med V-modellen (heretter kalt variant 1), utgjør de grunnleggende modellvariantene. Disse kan igjen kombineres til andre, sammensatte varianter.

Med variant 2 av ”folkevognmodellen” er lokomotivføreren stasjonert enten på strekningens ene endestasjon eller på midtstasjonen (Y), og dagsverket består av en eller flere tur-retur-reiser mellom den ene endestasjonen og midtstasjonen (figur 7).



**Figur 7: Variant 2 av “folkevognmodellen”**

Variant 3 innebærer at lokomotivføreren er stasjonert på midten av strekningen, og dagsverket består av reiser til og fra begge endestasjonene, med midtstasjonen som utgangs- og avslutningspunkt, se figur 8.



**Figur 8: Modellvariant 3 av “folkevognmodellen”**

### 13.7.2 Forutsetninger

Det foretas i det videre grenseverdiberegninger for tre mulige dagsverklengder; 8 og 10 timer, samt maksimal dagsverklengde for et dagsverk uten pause. Sistnevnte dagsverk vil variere i lengde, fordi lengden bestemmes av total, maksimal kjøretid pluss andre nødvendige aktiviteter. For dagsverkene á 8 og 10 timers varighet, antas det at kjøretiden for strekningen vil overstige 5,5 timer, slik at en pause på minimum 40 minutter, i tillegg til gangtid frem og tilbake mellom stasjonen og pauserommet, vil være nødvendig.

Alle gangtider antas å være på 5 minutter.



Materiellet som brukes, er motorvognsett av Type 69, med tre vogner. Siden verken uttak eller innsett per definisjon inngår i dagsverk med kjøretjeneste, og skjøting/deling ikke er definert som en nødvendig aktivitet, er snutid den eneste materiellavhengige aktiviteten som er av interesse her. For Type 69 med tre vogner, er snutiden definert til å være 9,5 minutter, noe jeg runder av oppover til 10 minutter. Hvor mange ganger snutid inngår i dagsverket avhenger av dagsverkets oppbygging. For varianter hvor dagsverket avsluttes på en endestasjon, foretas svingen av materiellet av den avtroppende lokomotivføreren, før den påtroppende overtar materiellet. Dette kunne like gjerne ha vært gjort motsatt; det er kun et definisjonsspørsmål.

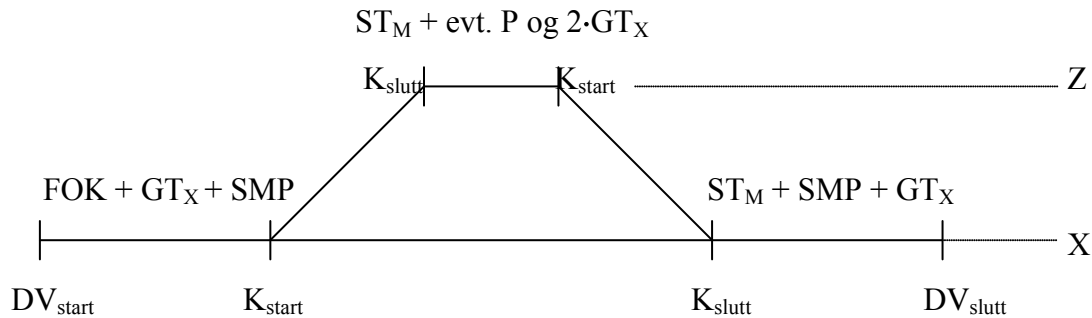
Siden den aktuelle lokomotivføreren ikke har ansvar for uttak eller innsett av materiellet, vil det alltid være en lokomotivfører med ansvar for det samme materiellsettet i forkant og etterkant av den aktuelle lokomotivførerens tjeneste, uavhengig av om toget har kjørt eller skal kjøre flere turer med passasjerer denne dagen. Samtale mellom personale vil derfor være nødvendig både i forkant og etterkant av tjenesten.

Bytte av personale kan i realiteten skje på alle stasjoner, men jeg antar her at slike bytter kun er mulig på midt- og endestasjonene.

Videre antas det at lokomotivførerne kun brukes til kjøring på én strekning, noe som strider mot hva som faktisk er tilfelle i virkeligheten, men som bidrar til å begrense antall kombinasjonsmuligheter i denne oppgaven. Ved å benytte en lokomotivfører på flere strekninger i løpet av ett dagsverk, oppnås større fleksibilitet, slik at arbeidstiden vil kunne utnyttes på en bedre måte enn når det kun er aktuelt med kjøring på én strekning.

### 13.7.3 Variant 1

Dagsverk av variant 1 med én tur-retur-reise mellom de to endestasjonene, kan beskrives som vist i figuren nedenfor.



**Figur 9: Modellvariant 1; én tur-retur-reise med start og avslutning på endestasjon.**

Dagsverket består av følgende nødvendige aktiviteter når det antas at total kjøretid i løpet av dagsverket vil overstige 5,5 timer, slik at det vil bli nødvendig med pause:

$$NA_{\min} = \sum (\text{alle aktiviteter})_{\min} = FOK + 4 \cdot GT_X + 2 \cdot SMP + 2 \cdot ST_M + \text{Pause}$$

Pausen avholdes i forbindelse med vending på stasjon Z. Dersom pause ikke er nødvendig, vil  $NA_{\min}$  reduseres til:

$$NA_{\min} = \sum (\text{alle aktiviteter})_{\min} = FOK + 2 \cdot GT_X + 2 \cdot SMP + 2 \cdot ST_M$$

Verdiene for  $NA_{\min}$ ,  $(K_{\text{tot}})_{\text{maks}}$ ,  $(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}}$  og  $Eff_{\text{maks}}$  for dagsverk med og uten pause og av ulik varighet, fremkommer av tabell 3, der alle tallene bortsett fra maksimal effektivitet, er målt i minutter. Maksimal lengde for et dagsverk uten pause, tilsvarer 5,5 timer (330 minutter) med togkjøring pluss tid brukt på de nødvendige aktivitetene:

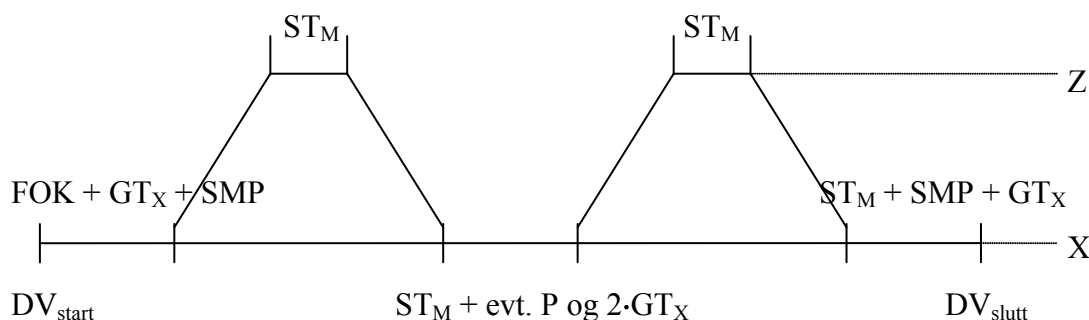
$$DV_1 = 330 \text{ min} + NA_{\min}$$

For dette eksemplets del tilsvarer dette en dagsverklengde på 369 minutter.

**Tabell 3: Grenseverdier for modellvariant 1, med én tur-retur-reise.**

DV <sub>1</sub>	Uten pause				Med pause			
	NA <sub>min</sub>	(K <sub>tot</sub> ) <sub>maks</sub>	(K <sub>X→Y</sub> ) maks	Eff <sub>maks</sub>	NA <sub>min</sub>	(K <sub>tot</sub> ) <sub>maks</sub>	(K <sub>X→Y</sub> ) maks	Eff <sub>maks</sub>
369	39	330	165	89,4 %				
480					89	391	195,5	81,5 %
600					89	511	255,5	85,2 %

Tilsvarende beregninger kan gjøres for samme modellvariant, men hvor dagsverket består av to tur-retur-reiser, som vist i figur 10.



**Figur 10: Modellvariant 1; to tur-retur-reiser med start og avslutning på endestasjon.**

Den maksimale kjøretiden for bruk av denne varianten, er atskillig mindre enn kjøretiden for den forrige varianten. Dette som en følge av at den totale kjøretiden i løpet av dagsverket må fordeles på flere enkeltreiser ("ben" i modellen), samt at tiden brukt på nødvendige aktiviteter øker, på grunn av flere vendinger. NA<sub>min</sub> for et dagsverk med pause for denne modellvarianten, ser slik ut:

$$NA_{min} = \sum (\text{alle aktiviteter})_{min} = FOK + 4 \cdot GT_X + 2 \cdot SMP + 4 \cdot ST_M + \text{Pause}$$

Uten pause, trekkes selve pausetiden, samt to ganger gangtid, fra dette. Grenseverdiene for modellvarianten er vist i tabell 4.

**Tabell 4: Grenseverdier for modellvariant 1, med to tur-retur-reiser.**

DV <sub>1</sub>	Uten pause				Med pause			
	NA <sub>min</sub>	(K <sub>tot</sub> ) <sub>maks</sub>	(K <sub>X→Y</sub> ) maks	Eff <sub>maks</sub>	NA <sub>min</sub>	(K <sub>tot</sub> ) <sub>maks</sub>	(K <sub>X→Y</sub> ) maks	Eff <sub>maks</sub>
389	59	330	82,5	84,8 %				
480					109	371	92,75	77,3 %
600					109	491	122,75	81,8 %

Den maksimale teoretiske effektiviteten er synkende for økte antall vendinger i et dagsverk. Dette skyldes at en større del av tiden da brukes til nødvendige aktiviteter i form av at aktiviteten snutid må utføres flere ganger.

Faktisk effektivitet vil i de fleste tilfeller være vesentlige lavere enn den teoretiske maksimale effektiviteten. Dette medfører at det i praktiske dagsverk vil bli mindre tid til togkjøring, slik at kjøretiden for strekningene må være mindre enn hva tabellene viser. Dette begrenser antall mulige tur-retur-reiser i løpet av et dagsverk. Av den grunn foretar jeg ikke beregninger av grenseverdier for tre eller flere tur-retur-reiser.

For et dagsverk som kun består av hele tur-retur-reiser, legges pausen til en av endestasjonene og på midten av dagsverket. Når antall tur-retur-reiser tilsvarer et oddetall, legges pausen til utestasjonen, mens den legges til hjemmestasjonen når antall tur-retur-reiser tilsvarer et partall.

Antall tur-retur-reiser som maksimalt kan gjennomføres i løpet av et dagsverk kan bestemmes ut fra den maksimale dagsverklengden, NA<sub>min</sub>, kjøretid og snutid:

$$\text{Antall tur-retur-reiser} = DV_{\text{rest}} / [2 \cdot (K + ST_M)]$$

$$\text{der } DV_{\text{rest}} = DV_{\text{maks}} - NA_{\text{min}}$$

#### 13.7.4 Variant 2

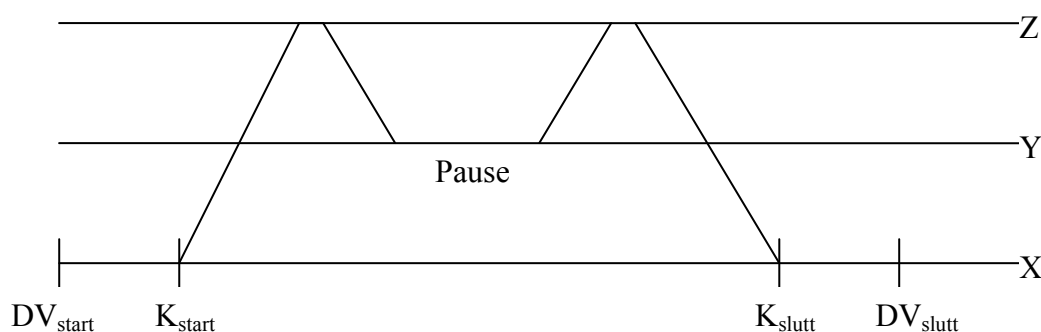
Variant 2 av ”folkevognmodellen”, med kjøring mellom ende- og midtstasjon, kan brukes både alene og i kombinasjon med de to andre variantene. Dersom kjøretiden tilsier at det er mulig å bruke variant 1, med hele tur-retur-reiser, vil dette foretrekkes fremfor å bruke variant 2. Dette først og fremst som en følge av den tidligere definerte målfunksjonen om å unngå togbytter på midtstasjon, utfra et robusthetshensyn. Effektiviteten vil aldri kunne bli bedre ved å bruke denne varianten fremfor variant 1 eller en kombinasjon av de to variantene.

For strekninger med så lang kjøretid at variant 1 ikke kan brukes, vil derimot variant 2 representere et reelt alternativ. Bruken av denne varianten krever da at rutetabellene er lagt opp slik at krysninger skjer på midtstasjonen, noe som innebærer at avgangstidene ved de to endestasjonene må være de samme. Jeg ser her bort fra at det kan være krav til hvor mye tid det for lokomotivførerens del må være mellom ankomst med det ene toget og avgang med det neste – dersom det stilles krav til et forholdsvis langt opphold mellom de to hendelsene, vil dette medføre lavere effektivitet, men høyere robusthet. Selv når slik tid ikke er påkrevd, vil togene likevel muligens måtte ha noe lengre ståtid på stasjonen enn hva de ellers ville hatt, for at de to lokomotivførerne skal kunne ha en konferanse. Om denne ekstra tiden vil ha noe å si for neste avgang fra endestasjonen eller bare for ankomsten til denne, avhenger av frekvensen på strekningen og hvor lang tid det i utgangspunktet er mellom ankomst og avgang på endestasjonen. Dersom ikke avgangstidspunktet, men kun ankomsttidspunktet, forskyves, vil dette gi lavere robusthet, i form av at forsinkelser ved det ankommende toget lettere vil forplante seg til det neste toget. Forsinkelsene vil dessuten forplante seg også til togsettet som trafikkerer strekningen motsatt vei, siden personalet skal bytte tog på midten.

Dersom det antas at total tid i forbindelse med togbyttet (samtale mellom personale, samt generell tid ved togovergang), tilsvarer snutiden i beregningene for variant 1, vil tallene som fremgår av tabellene for denne varianten, kunne brukes også for variant 2. Kjøretiden vil da tilsvare kjøretid mellom endestasjon og midtstasjon.

I kombinasjon med variant 1, kan variant 2 brukes på to måter. Enten kan turen mellom ende- og midtstasjonen legges inn på midten av dagsverket, som vist i figur

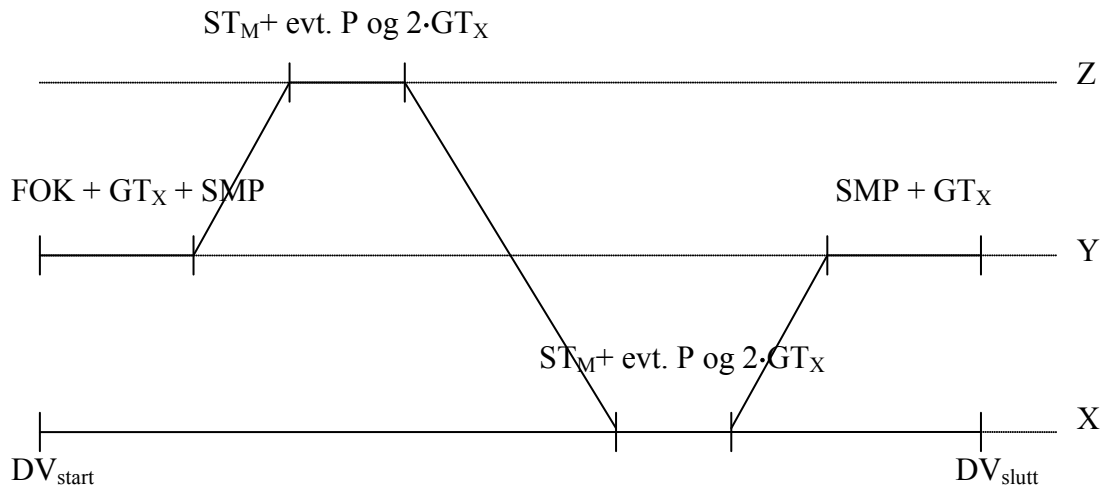
11, eller så kan denne turen gjennomføres før eller etter en eller flere hele tur-retur-reiser mellom endestasjonene. Det sistnevnte alternativet vil gi de samme problemene i forhold til robusthet som nevnt i avsnittet over, og det første alternativet er derfor å foretrekke. Bruken av en slik kombinasjon avhenger riktignok av at kjøretiden og frekvensen på den aktuelle strekningen er slik at det er mulig å foreta et togbytte på denne måten uten at tapet i effektivitet blir for stort.



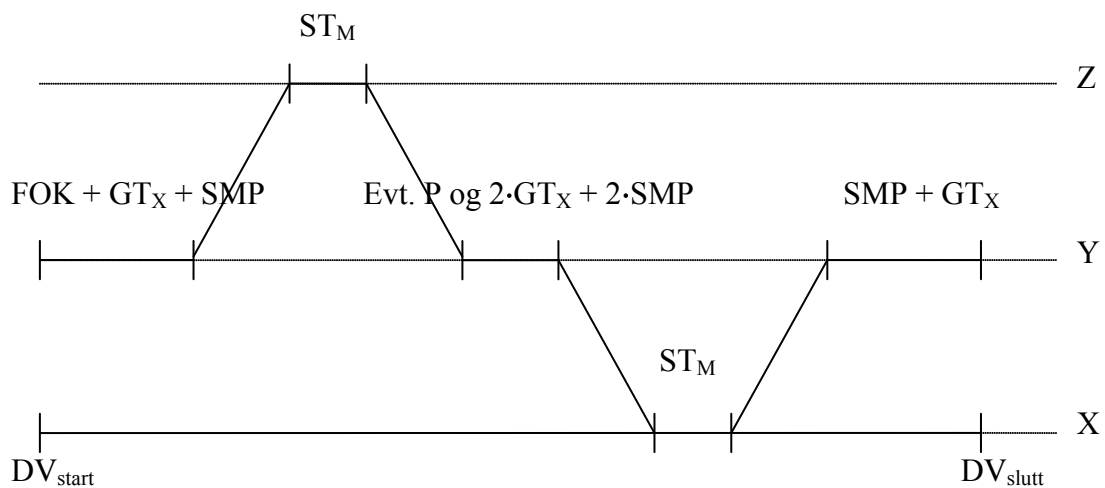
**Figur 11: Dagsverk bestående av en kombinasjon av variant 1 og 2.**

### 13.7.5 Variant 3

Den enkleste versjonen av variant 3 er vist i figur 12. Dagsverket starter med forberedende aktiviteter og fortsetter med kjøring av halve strekningen, vending på endestasjon, kjøring av hele strekningen, ny vending, kjøring av halve strekningen og avslutning på hjemmestasjonen. Det antas at togsettet kjører fra endestasjon til endestasjon, slik at det på stasjon Y, både i forkant og etterkant av kjøringen, vil måtte være en samtale/konferanse mellom av- og påtroppende personale. Dersom det skal være pause i løpet av dagsverket, kan denne enten legges inn i forbindelse med vending, eller – dersom frekvensen på strekningen gjør det mulig – på midten av dagsverket, på hjemmestasjonen Y, ved at personalet der foretar et togbytte, se figur 13.



**Figur 12: Modellvariant 3 med eventuell pause på utestasjon.**



**Figur 13: Modellvariant 3 med eventuell pause på hjemmestasjon.**

Med pause på utestasjon, består dagsverket av nøyaktig de samme aktivitetene som variant 1 med én tur-retur-reise, om enn i en annen rekkefølge. Grenseverdiene blir derfor de samme som for denne varianten. Med pause på hjemmestasjonen, blir derimot grenseverdiene noe annerledes, som en følge av togbyttet og kravet til samtale mellom personalet både før og etter pausen. Maksimal kjøretid og effektivitet vil derfor bli noe lavere enn for variant 1, men de nøyaktige verdiene er ikke beregnet.

### 13.7.6 Konklusjon om variantbruk

Som en oppsummering, og for å ha en rettesnor når kjøremønsteret for dagsverk på ulike strekninger, kan følgende sies om bruken av de tre grunnleggende modellvariantene:

- Variant 1 med hele tur-retur-reiser antas foretrukket
- Dersom variant 1 ikke kan brukes i det hele tatt på strekningen, som en følge av for lang kjøretid, brukes variant 2.
- Dersom det etter at variant 1 er brukt, og det fremdeles gjenstår tid i dagsverket, som ikke muliggjør ny bruk av variant 1, men som gjør det mulig med variant 2, gjøres dette.
- Variant 3 er aktuell kun når variant 2 er i bruk på strekningen. Da kan frekvens, kjøretid og driftsdøgns lengde føre til behov for stasjonering av ett eller flere dagsverk på midtstasjonen.
- Dagsverket avsluttes når lokomotivføreren er på stasjonsingsstedet og gjenværende tid av dagsverket er for liten til at variant 2 kan brukes.

### **13.8 Antall dagsverk**

For å kunne si noe om det totale ressursbehovet og kostnadsnivået, må antall dagsverk og varigheten av hvert enkelt av disse dagsverkene beregnes.

#### 13.8.1 Kjøretjeneste

Når det for en gitt strekning er bestemt hvilken modellvariant som skal brukes til å bygge opp et enkelt dagsverk med kjøretjeneste, må det beregnes hvor mange slike dagsverk som er nødvendig for å dekke alle avgangene på strekningen.

Antall dagsverk med kjøretjeneste som trengs, vil avhenge av frekvensen i forhold til omløpstiden. Hvis frekvensen er tettere enn omløpstiden, tilsier det at flere materiellsett kjører parallelt, noe som medfører bruk for flere parallelle dagsverk. Antall paralleller tilsvarer antall avganger i løpet av én omløpstid. Samtidig avhenger antall dagsverk også av driftsdøgnets lengde, eller av det totale antall avganger i løpet av en dag, fordi det i følge rammebetingelsene for personalutnyttelse, er begrenset hvor lenge et enkelt dagsverk kan vare.



### 13.8.2 Tjeneste med uttak og/eller innsett

Hvor mange dagsverk det er behov for av den typen, avhenger både av antall togsett som brukes på strekningen, og hvor lang tid det er mellom uttaket av de forskjellige settene, noe som igjen avhenger av frekvensen. Dessuten vil både materiell- og stasjonsavhengige aktiviteter være av betydning, ettersom tid brukt på disse avgjør ”omløpstiden” for lokomotivføreren.

Når tiden mellom avgangene (frekvensen) er større enn omløpstiden, er det nok med ett togsett per enveisstrekning. Tilsyn mellom ankomst og neste avgang vil da være nødvendig. Når frekvensen tilsvarer omløpstiden, er det også nok med ett togsett per strekning, men det vil da ikke være noe tilsyn mellom avgangene. Når tiden mellom avgangene er mindre enn omløpstiden, vil flere togsett være nødvendige for å dekke avgangene.

Som regel vil driftsdøgnet være så lenge at det ikke vil være aktuelt at tjenesten består av både uttak og innsett uten at det i så fall er et langt opphold mellom disse to aktivitetene. Utover dette har driftsdøgnet lengde ingenting å si for antall dagsverk med uttak/innsett. Men driftsdøgnet har likevel noe å si for kostnadene i forbindelse med uttak og innsett, fordi ulike tillegg avhenger av tidspunkt for uttak og innsett.

Jeg antar at det kun foretas ett uttak og ett innsett av hvert materiellsett per døgn. Dette innebærer at det må føres tilsyn med togsettene mellom ankomst og avgang til og fra endestasjonene.

## **14 Bruk av metodene**

Det er vanskelig å definere nærmere enn allerede gjort hvordan de to metodene skal kunne brukes i praksis, uten å gjøre bruk av metodene for en valgt referansestrekning. Videre følger derfor en del hvor metodene er brukt i praksis for Gjøvikbanen, noe som også gir mulighet med sammenlikning med dagens dagsverkoppssett og ressursbruk.

Beregningsperioden er én uke, der kjøremønsteret vil være det samme fra mandag til fredag, men med avvikende kjøring på lørdag og søndag.

### **14.1 Referansestrekning Gjøvikbanen**

Gjøvikbanen er betegnelsen på den 123,6 kilometer lange banen som går mellom Gjøvik og Oslo S. Banen ble offisielt åpnet 26. november 1902 og elektrifisert 21. august 1963. I 2002 lå trafikkandelen fra Gjøvik/Toten til Oslo på Gjøvikbanen, på 24 prosent, mens andelen av pendlertrafikken fra Hadeland til Oslo var 40 prosent. [www.jernbaneverket.no]

Det er flere grunner til at nettopp Gjøvikbanen ble valgt som referansestrekning. For det første er det en strekning som relativt enkelt lar seg isolere i forhold til andre strekninger. For det andre kjører en svært høy prosentandel av lokomotivførerne som brukes på Gjøvikbanen, kun på denne strekningen. Det gjør at det er relativt enkelt å trekke ut faktiske personalressurser for denne strekningen i dag. Dessuten er kjøretiden på strekningen passe lang, slik at det er mulig å prøve ulike kombinasjoner av dagsverksammensetninger. Sist, men ikke minst, er Gjøvikbanen en av strekningene som skal konkurranseutsettes først, og det er derfor svært relevant for NSB å få oversikt over personalbehovet på denne strekningen.

#### **14.1.1 Begrensninger**

Betegnelsen Gjøvikbanen kan brukes om togavganger mellom andre stasjoner enn Oslo S og Gjøvik, blant annet om tog som trafikkerer strekningene Skøyen – Jaren, Oslo S – Hakadal og Oslo S – Roa.

I denne oppgaven inngår kun avgangene mellom Oslo S og Gjøvik. Denne begrensningen er gjort for å gjøre strekningen så oversiktlig som mulig.

#### 14.1.2 Materiell

Med materiell menes det ”rullende” som benyttes i jernbanen. Det finnes to hovedtyper materiell; motorvognsett og lokomotiver som trekker vogner. I tillegg finnes skiftelokomotiver og skinnetraktorer som brukes ved skjøting og deling av tog. [Veiseth 2002]

Lokomotiver er egne enheter som drar personvogner eller godsvogner. Det finnes både dieseldrevde og elektriske lokomotiver. Fordelen med dieseldrevde lokomotiver er at de gjør etablering og vedlikehold av strømforsyningsanlegg unødvendig, men ellers er de elektriske lokomotivene både sterkere, mer miljøvennlige og rimeligere i drift og vedlikehold, enn diesellokomotivene. Elektriske lokomotiver akselererer dessuten hurtigere og har høyere toppfart. [Veiseth 2002]

Et motorvognsett består som regel av en styrevogn, en eller flere motorvogner og mellomvogner. Motoren i motorvognen sitter under gulvnivået, slik at det kan sitte passasjerer i alle vognene. To eller flere motorvognsett kan kobles sammen og styres fra den første motorvognen eller fra styrevognene. I et motorvognsett kan styringen skje fra begge ender, og settet kan derfor snu uten at motorvognen flyttes fra den ene enden av toget til den andre, slik det må gjøres med lokomotivene. [Veiseth 2002]

Tiden som brukes til de materiellavhengige aktivitetene uttak, innsett, sning og skjøting/deling, varierer avhengig av materielltypen. Tabell 5 viser en oversikt over hvilke tider som gjelder for de materielltypene som er av interesse for denne oppgaven. Materiell av Type 69 og Type 70 er motorvognsett, mens El 18 er et lokomotiv som kobles sammen med vogner, for eksempel av type B5. Uttakstidene gjelder for allerede oppkoblet sett.

**Tabell 5: Tidsstudie for enkelte materielltyper [NSB Drift 2002].**

Materielltype	Antall vogner	Uttak	Innsett	Snutid	Skjøting/deling
69	3	35 min	10 min	9 min 30 sek	5 min
69	6	55 min	15 min	10 min 30 sek	5 min
69	9	75 min	20 min	11 min 30 sek	5 min
70	4	25 min	10 min	7 min	5 min
70	8	40 min	15 min	9 min	5 min
70	12	55 min	20 min	11 min	5 min
El 18		15 min	10 min		

I rutetermin 152.1, som ligger til grunn for beregningene i denne oppgaven, trafikkeres Gjøvikbanen av alle disse materielltypene. Tur 202 og 209 til/fra Gjøvik kjøres med El 18-lokomotiv med B5-vogner, tur 200 og 217 til/fra Gjøvik, samt alle turer til/fra Jaren kjøres med type 69, mens alle resterende turer til/fra Gjøvik kjøres med type 70. Det er foreløpig ingen planer om å endre dette i forbindelse med innføring av konkurranse.

I forbindelse med beregningene, antar jeg der kun bruk av materiell av Type 69 med tre vogner. Valget av én materielltype er gjort av hensyn til oppgavens omfang, mens valget av Type 69 fremfor de to andre materiellalternativene, skyldes at denne materielltypen har de lengste tidene for de ulike aktivitetene, slik at reelle verdier ved bruk av en annen materielltype i hvert fall ikke vil overskride verdiene som blir brukt i beregningene.

Det finnes per i dag to lokomotivførere på Jaren som ikke kan kjøre motorvognsett av Type 69. Siden disse og eventuelle andre kun trenger et nødvendig typekurs for å kunne kjøre materiell av denne typen, antar jeg at alle lokomotivførere kan dekke alle turer, uansett hvilken materielltype som benyttes.

Det antas dessuten at de aktuelle materiellsettene kun brukes på denne strekningen.

### 14.1.3 Kjøretid og omløpstid

Kjøretiden fra Oslo S til Gjøvik varierer fra 2 timer og 1 minutt, til 2 timer og 12 minutter, noe som gir en gjennomsnittlig kjøretid på 2 timer og 6 minutter.

Når man ser bort fra langdistansestrekningene, varierer kjøretiden for strekningene NSB trafikkerer fra en drøy time til over fem timer, slik at kjøretiden på Gjøvikbanen kan sies å representere et slags gjennomsnitt.

Ved praktisk bruk av ”folkevognmodellen” blir det nødvendig å definere begrepet omløpstid på en mer nøyaktig måte enn hva som har vært gjort hittil i oppgaven. Omløpstid defineres som tiden det tar fra toget kjører fra avgangsstasjonen, til det er tilbake etter én tur-retur-reise, klart for en ny tur.

$$\text{Omløpstid} = 2 \cdot K + 2 \cdot ST_M + \text{slakk}$$

Slakk defineres som tiden mellom ankomst og avgang, etter at snutiden er trukket fra:

$$\text{Slakk} = \text{Avgang} - \text{Ankomst} - ST_M$$

Minste mulige omløpstid finnes ved å sette denne tiden lik null; omløpstiden for Gjøvikbanen blir da:

$$\text{Omløpstid} = 2 \cdot 126 \text{ min} + 2 \cdot 10 \text{ min} = \underline{272 \text{ min}} = 4 \text{ t } 32 \text{ min}$$

Dersom det er slakk i forbindelse med en vending, må togsettet ha tilsyn under oppholdet.

### 14.1.4 Frekvens og driftsdøgnslengde

Frekvensen og driftsdøgnets lengde er forskjellig på henholdsvis hverdager, lørdag og søndag. Enkelte avganger kjøres med buss, og disse er utelatt her. Tabell 6 viser en oversikt over frekvens, første og siste avgang, samt driftsdøgnslengde for de to enkeltstrekningene på de forskjellige ukedagene.

**Tabell 6: Frekvens og driftsdøgns lengde for ulike ukedager på Gjøvikbanens strekninger.**

Strekning	Ukedag	Antall avganger	Første avgang	Siste avgang	Siste – første avgang
Oslo S - Gjøvik	Hverdag	8	09:07	23:59	14:47
	Lørdag	6	09:07	23:59	14:47
	Søndag	7	09:07	23:59	14:47
	Per uke	53			
Gjøvik - Oslo S	Hverdag	8	04:33	19:39	15:06
	Lørdag	6	06:50	19:39	12:49
	Søndag	5	09:31	19:39	10:08
	Per uke	51			

Det inngår som en del av oppgavens problemstilling å beregne ressursbehovet for ulike frekvenser. Frekvensen defineres her som antall minutter mellom to avganger. Det antas en jevn frekvens gjennom hele driftsdøgnet, samt at avgangstidene og frekvensen er den samme ved begge endestasjonene på strekningen. Beregningene er foretatt for fem forskjellige frekvenser; 30, 60, 90, 120 og 150 minutter. Ved bruk av de to metodene for sammenlikning med dagens faktiske løsning, er 120 minutter den frekvensen som passer best med virkeligheten for hverdager, mens 150 minutter passer best for lørdager og søndager.

Til tross for at det også finnes variasjoner for driftsdøgnet lengde for forskjellige strekninger, vil denne faktoren som oftest variere i mindre grad enn frekvensen. Jeg tar utgangspunkt i at første avgang er klokken 06.00 om morgenen, for alle ukedager, og at seneste tidspunkt for siste avgang er 23.30. Dersom driftsdøgnet på denne måten starter med en avgang en hel time, vil alle senere avganger for de fem aktuelle frekvensene skje enten ved en hel eller halv time, og alle ankomster skjer seks minutter over enten hel eller halv.

For å unngå passreiser, må driftsdøgnet lengde tilpasses den aktuelle frekvensen, slik at materiellet og personalet kommer tilbake til stasjoneringstasjonen igjen. Når faktisk avslutning av driftsdøgnet er, vil avhenge av frekvensen.

Tabell 7 gir en oversikt over ulike variable for de fem forskjellige frekvensverdiene. Verdiene for antall avganger, antall sett og tilsyn mellom avgangene, fremkommer som følger:

Antall avganger per enkeltstrekning = (Siste avgang - første avgang) / frekvens +1

Antall sett = omløpstid / frekvens (avrundet oppover til nærmeste partall)

Tilsyn = [(Antall sett · frekvens) - omløpstid] / 2

**Tabell 7: Variable for de fem forskjellige frekvensverdiene.**

Frekvens	Siste avgang	Siste-første avgang	Antall avganger	Antall sett	Tilsyn m/m avgangene
30	23.30	1 050 min	36	10	14 min
60	23.00	1 020 min	18	6	44 min
90	22.30	990 min	12	4	44 min
120	22.00	960 min	9	4	104 min
150	23.30	1 050 min	8	2	14 min

#### 14.1.5 Stasjonering

Alle avgangene mellom Oslo S og Gjøvik dekkes av lokomotivførere som er stasjonert enten på Gjøvik eller i Oslo.

I forbindelse med bruk av metode 2 inngår hensiktsmessig stasjoneringsmønster som en del av vurderingene. Det er umulig å legge en vilkårlig stasjonering til grunn for en slik vurdering, i hvert fall i en enkel modell som denne. Kun de to endestasjonene og en midtstasjon, som per definisjon befinner seg midt på strekningen, utgjør derfor mulige stasjoneringssteder for denne oppgavens del.

Siden driftsdøgnet begynner og slutter samtidig på begge de to endestasjonene, og det er et uttalt mål å unngå passreiser, vil det være nødvendig med stasjonering av lokomotivførere på begge endestasjonene. Samme konklusjon ville for øvrig blitt resultatet også av en vurdering der passreiser var aktuelt, så lenge jeg har sagt at tog skal brukes til passreiser. Dette vil skape problemer, fordi toget går så tidlig fra endestasjonen at det vil være umulig å foreta en passreise dit på forhånd. Følgelig må det begge endestasjonene være stasjonssteder.

Vurderingen av stasjonsmønster blir da et spørsmål om hvorvidt det i tillegg skal være stasjonering av lokomotivførere på strekningens midtstasjon.

#### 14.1.6 Personalkostnader

For å finne dagens faktiske personalkostnader for Gjøvikbanen, har jeg tatt utgangspunkt i streklistene som viser dagsverkoppsett for de to aktuelle stasjonsstedene.

De 104 avgangene som er i løpet av en uke, dekkes av til sammen 54 dagsverk. Det vil si at hvert dagsverk i gjennomsnitt dekker 1,9 avgang. I tillegg til å dekke de 104 avgangene mellom Gjøvik og Oslo S, inneholder en del av strekningene også arbeid knyttet til andre strekninger. Kun 15 av dagsverkene inneholder kun aktiviteter knyttet til avgangene mellom Gjøvik og Oslo S.

For å få et noenlunde realistisk sammenlikningsgrunnlag i forhold til tjenestetid og personalkostnader, må all tid som brukes på andre strekninger, trekkes fra den totale tjenestetiden i hvert av de aktuelle dagsverkene, noe som er svært tidkrevende og dessuten vanskelig, fordi det ikke alltid er like lett å avgjøre hvilken strekning som skal belastes en gitt tid. Dette er altså ikke gjort.

#### **14.2 Bruk av metode 1; utgangspunkt i total kjøretid**

Beregninger av total kjøretid ut fra gjennomsnittlig kjøretid på strekningen, samt antall ukentlige avganger og driftsdøgnet lengde, lar seg enkelt gjøre for de ulike frekvensene, og total kjøretid og kostnader fremgår av tabell x.



**Tabell 8: Kostnader for de ulike frekvensene; bruk av metode 1.**

Frekvens	Totalt antall avganger	Total kjøretid per dag	Totale kostnader per dag	Totale kostnader per uke
30 min	72	9 072 min	Kr. 23 587,2	Kr. 165 110,4
60 min	36	4 536 min	Kr. 11 793,6	Kr. 82 555,2
90 min	24	3 024 min	Kr. 7 862,4	Kr. 55 036,8
120 min	18	2 268 min	Kr. 5 896,8	Kr. 41 277,6
150 min	16	2 016 min	Kr. 5 241,6	Kr. 36 691,2

Gjennom å anta en frekvens på 120 minutter på hverdager og 150 minutter på lørdager og søndager, gir dette følgende kostnad for en hel uke:

$$\text{Kostnad} = 5\,896,8 \cdot 5 + 5\,241,6 \cdot 2 = \underline{39\,967,2}$$

Den totale kjøretiden for den faktiske ruteterminen med 104 avganger per uke, blir:

$$K_{\text{tot}} = K \cdot N_{\text{uke}} = 126 \text{ min} \cdot 104 = \underline{13\,104 \text{ min}}$$

Lokomotivførererkostnadene for dette tilsvarer, med bruk av en gjennomsnittlig timelønn for lokomotivføreren på 156 kroner:

$$\text{Kostnad} = K_{\text{tot}} \cdot L_T = 13\,104 \text{ min} \cdot (156/60) \text{ kr/min} = \underline{34\,070,4 \text{ kroner}}$$

En sammenlikning mellom kostnaden for de antatte frekvensene og den faktiske ruteterminen, viser et tilnærmet likt kostnadsnivå. Antakelsen om bruk av frekvens 120 minutter på hverdager og 150 minutter i helger, kan dermed sies å stemme ganske godt.

Dette representerer altså en nedre grense for personalkostnadene.

### 14.3 Bruk av metode 2; "folkevognmodellen"

Beregningene av det totale personalbehovet må deles i beregning av dagsverk med kjøretjeneste og beregning av dagsverk bestående av tjeneste med uttak/innsett.

#### 14.3.1 Kjøretjeneste

Det første som kan slås fast, er at Gjøvikbanens kjøretid på 126 minutter ikke utelukker noen av "folkevognmodellens" grunnvarianter, men at kjøretiden er for lang til at dagsverket kan bestå av flere enn én tur-retur-reise mellom de to endestasjonene. Dette fremgår av sammenlikning med  $(K_{X \rightarrow Y})_{\text{maks}}$  for de ulike modellvariantene, slik det fremgår av tabellene i kapittel x.

I tråd med de definerte retningslinjene for valg av modellvariant, velger jeg i utgangspunktet å sette opp dagsverk bestående av kun variant 1, altså én hel tur-retur-reise. Jeg skiller videre mellom tjeneste med og uten pause.

Tiden som brukes til de forskjellige aktivitetene vil være den samme for lokomotivførerne som er stasjonert på Gjøvik og i Oslo, siden gangtidene er 5 minutter begge disse stedene, både når det gjelder mellom ordrerom og stasjon, og mellom stasjon og pauserom [Norsk Lokomotivmannsforbund 2002]:

$$\begin{aligned} DV &= FOK + 2 \cdot GT_x + 2 \cdot SMP + 2 \cdot K + 2 \cdot ST_M + \text{evt.}(P + 2 \cdot GT_x) \\ &= 5 \text{ min} + 2 \cdot 5 \text{ min} + 2 \cdot 2 \text{ min} + 2 \cdot 126 \text{ min} + 2 \cdot 10 \text{ min} + \text{evt.}(40 \text{ min} + 2 \cdot 5 \text{ min}) \\ &= 19 \text{ min} + X \cdot 136 \text{ min} + \text{evt.}50 \text{ min} \end{aligned}$$

X står i denne forbindelse for antall enveisreiser på strekningen. Ut fra de tidligere beregnede grenseverdiene, har jeg allerede fastslått at X ikke kan være et partall høyere enn 2 for tilfellet med Gjøvikbanen. Da blir dagsverklengden 291 minutter (4 t 51 min) for dagsverk uten pause og 341 minutter (5 t 41 min) for dagsverk med pause, forutsatt at det ikke er noe innlagt slakk i forbindelse med vending.

##### 14.3.1.1 Dagsverk uten pause

Lokomotivføreren kan selv se til togsettet dersom det er et opphold (slakk) mellom ankomst og avgang, så lenge tilsynstjenesten ikke gjør at dagsverket overstiger 5,5

timer, for da vil det være nødvendig med en liten pause. Oppholdet mellom ankomst og avgang kan altså være:

$$5,5 \text{ t} - 4 \text{ t } 51 \text{ min} = \underline{39 \text{ min}}$$

Dagsverkene kan dermed bygges opp slik kun for frekvens tilsvarende 30 eller 150 minutter, fordi disse frekvensvariantene er de eneste som stiller lave nok krav til tilsyn (14 min) mellom ankomst og avgang. For frekvensene 60, 90 og 120 minutter, vil tilsynstiden bli for lang til at dagsverket lar seg gjennomføre uten pause.

For begge de aktuelle frekvensvariantene (30 og 150 min), vil dagsverkslengden totalt bli:

$$DV = 291 \text{ min} + 14 \text{ min} = \underline{305 \text{ min}} = 5 \text{ t } 5 \text{ min}$$

Målet om at alle dagsverk bør være lenger enn 5 timer, er dermed innfridd med denne varianten, og dagsverkene avsluttets, da det ikke vil være mulig å utvide disse med kjøring, verken til midt- eller endestasjonen, så lenge det ikke skal være pause.

Antall slike dagsverk som trengs for å dekke den totale strekningen (altså begge veier), avhenger av antall avganger. For en frekvens på 30 minutter, vil det være behov for totalt 36 slike dagsverk, mens det for en frekvens på 150 minutter, vil være behov for 8 slike dagsverk. Dette er oppsummer i tabell x.

**Tabell 9: Ressursforbruk for kjøretjeneste uten pause**

Frekvens	Dagsverklengde	Antall dagsverk
30	305 min	36
150	305 min	8

En slik personalplan medfører at det ikke er noen togbytter, noe som i seg selv gjør planen robust. Men den er ikke særlig effektiv, med tanke på at svært mange dagsverk

kreves. Det vil være sjelden et dagsverk uten pause vil kunne utnyttes fullt ut, og det kan lett ende med et for kort dagsverk som må lønnes som 5 timer likevel.

#### 14.3.1.2 Dagsverk med pause

Selv med pause og dagsverkbegrensninger på henholdsvis 8 og 10 timer, rekker lokomotivføreren kun én tur-retur-reise i løpet av dagsverket. Variantene uten pause foretrekkes da for de frekvensene dette er mulig for, det vil si for frekvens 30 og 150 minutter, og antall dagsverk som trengs, tilsvarer beregningene gjort under dagsverk uten pause.

For de tre andre frekvensene, må dagsverkene derimot inneholde pause, og det må foretas beregninger for dette. Antall dagsverk som trengs tilsvarer også her antall avganger på enkeltstrekningen for den aktuelle frekvensen. Dagsverklengden tilsvarer summen av de nødvendige aktivitetene, inkludert tid til pause, total kjøretid og tilsyn. Dette gir dagsverklengder som vist i tabell x.

**Tabell 10: Ressursforbruk for kjøretjeneste med pause**

Frekvens	Dagsverklengde	Antall dagsverk
60 min	385 min (6 t 25 min)	18
90 min	385 min (6 t 25 min)	12
120 min	445 min (7 t 25 min)	9

For å øke effektiviteten i dagsverkkoppsettene og utnyttelsen av ressursene, er det da mulig å bygge opp dagsverk som består av bruk av flere modellvarianter. Eksempelvis kan dagsverket bygges opp slik at det består av både variant 1 og 2.

For tjeneste som gjennomføres i et tidsrom som tilsier at dagsverksbegrensningen er 8 timer, vil det for frekvens 120 minutter ikke være tid til stort flere aktiviteter i dagsverket. Med tanke på at dagsverk som maksimalt kan være 8 timer lange, i tillegg utføres på tider hvor det gis tidsberegning, noe jeg ikke har tatt hensyn til i beregningene her, vil sannsynligvis dagsverket være enda nærmere grensen på åtte

timer, enn hva som fremgår av tabellen. Heller ikke for de to andre frekvensene vil det være sannsynlig å anta at dagsverket vil kunne utvides med modellvariant 2. Bare kjøretiden i seg selv, vil for dette utgjøre én time og tre minutter, og med tanke på at det også her vil være aktuelt med tidsberegning, kommer grensen på 8 timer svært nær. Ut fra de valgte frekvensene, og med gitt kjøretid, driftsdøgn og materielltype, gir dermed bruken av modellvariant 1 dagsverkoppsett som vist i tabell 9 og 10.

Med en dagsverkbegrensning på 10 timer, bør det derimot være mulig å utvide dagsverkene i tabell 10 med kjøring til midtstasjonen og tilbake.

### 14.3.2 Tjeneste med uttak/innsett

Dersom dagsverket kun består av uttak av materiell, får dagsverket følgende sammensetning:

$$DV = FOK + GT_1 + X \cdot (USK_M + PK_X + SIP_F + SMP + GT_2) + GT_3$$

der  $GT_1$  = gangtid fra fremmøtested til uttakssted

$PK_X$  = tiden det tar å kjøre togsettet fra uttaksstedet til avgangsstasjonen

$GT_2$  = gangtid fra avgangsstasjonen til uttaksstedet

$GT_3$  = gangtid fra stasjonen til fremmøtestedet

X står for antall materiellsett som tas ut i løpet av dagsverket. Gangtiden fra avgangsstasjonen til uttaksstedet, legges bare til dersom tjenesten består av flere uttak. Hvis den ikke gjør det, avsluttes dagsverket med gangtid fra stasjonen til fremmøtestedet. Samtalen mellom personalet kunne muligens ha inngått som en del av ståtiden i plattform før avgang, men jeg har her valgt å ta med begge aktivitetene hver for seg.

Med  $PK_X = 30$  minutter for stasjon Gjøvik og 35 minutter for stasjon Oslo [Streklistet], samt  $GT_2 = 5$  minutter for Gjøvik og 20 minutter for Oslo [Gangtider], blir dagsverkoppsettet seende ut som følger:

Uttak på Gjøvik, der det siste leddet er ment som siste uttak, hvor gangtid tilbake til uttaksstedet ikke inngår:

$$DV = 15 \text{ min} + X \cdot 82 \text{ min} + 77 \text{ min}$$

Tilsvarende for uttak i Oslo:

$$DV = 30 \text{ min} + X \cdot 102 \text{ min} + 82 \text{ min}$$

For disse dagsverkene er det ikke selve dagsverklengden som utgjør den begrensende faktor, men tiden de totale antall uttakene skal skje i løpet av, og tid som går med til hvert uttak.

Med en frekvens på 30 minutter, skal det tas ut 5 togsett på hvert av de to uttaksstedene. Dette innebærer at alle togsettene er tatt ut i løpet av en periode på to timer, pluss tiden som går med til uttak av det første settet. For at det første toget skal kunne kjøret klokken seks, må det første uttaksdagsverket på Gjøvik starte klokken 04.33, og det første i Oslo klokken 04.13. Begge disse lokomotivførerne rekker å ta ut ett togsett til i løpet av dagsverket. Omløpstiden for lokomotivføreren er 82 minutter på Gjøvik og 102 minutter i Oslo. Når flere sett tas ut i løpet av samme tjeneste, må disse settene ha tilsyn frem til avgangstiden for settene. I stedet for 82 minutter, bruker derfor lokomotivføreren på Gjøvik 90 minutter på å ta ut sett nummer to, mens lokomotivføreren i Oslo må bruke 120 minutter i stedet for 102 minutter. Etter å ha tatt ut to togsett, må dagsverket avsluttes, fordi det ikke er flere sett som disse lokomotivførerne vil kunne rekke å ta ut. Dagsverket på Gjøvik vil da bestå av totalt 182 minutter (87min + 90 min + 5 min), mens dagsverket i Oslo vil bestå av 232 minutter.

På Gjøvik vil det bli 2 dagsverk á 182 minutter og 1 dagsverk á 92 minutter, mens det i Oslo vil være 1 dagsverk á 232 minutter og 3 dagsverk á 112 minutter, for å ta ut de til sammen 10 togsettene. Alle disse dagsverkene er under minstegrensen på 5 timer, slik at de totale kostnadene for uttak av settene vil være 7 dagsverk á 5 timer.

For en frekvens på 150 minutter, vil det bare være behov for å ta ut to sett; ett på hvert sted, noe som tilsvarer 1 dagsverk på Gjøvik á 92 minutter og 1 dagsverk i Oslo á 112 minutter. Kostnadmessig blir dette totalt 2 dagsverk á 5 timer.

Kostnadene ved innsett av togsettene, vil bli omtrent de samme, fordi det da er like mange sett og akkurat samme frekvensen som ved uttak. Siden det brukes mindre tid på selve aktiviteten innsett enn på aktiviteten uttak, vil utnyttelsen av innsettdagsverkene kunne bli enda mindre enn uttaksdagsverkene.

## 15 Konklusjon

På bakgrunn av erfaringer fra andre bransjer og bedrifter, gjeldende rammebetingelser for personalutnyttelse og definisjoner av effektivitets-, robusthets- og følsomhetsbegreper, var hensikten med denne diplomoppgaven å forsøke å utvikle en eller flere metoder til bruk for å gjøre overslagsberegninger for personalkostnader i forbindelse med anbudskonkurranser. En vurdering av hensiktsmessig stasjoneringensmønster skulle inngå som en del av beregningene.

Som ventet, var det lite litteratur å finne om erfaringer fra andre bransjer og bedrifter når det gjelder konkurranseutsetting, men det som var, bygget oppunder hva NSB selv har sagt, om at det gjelder å være godt forberedt, og at den forestående konkurransesituasjonen vil stille nye krav til effektivitet og økonomiske resultater.

Hypotesen om at de tre faktorene omløpstid, frekvens og driftsdøgnslengde er grunnleggende og drivende for bruken av personalressurser, står sentralt i oppgaven. Denne hypotesen utgjør, sammen med rammebetingelsene for personalutnyttelse og de ulike begrepsdefinisjonene, hovedgrunnlaget for utviklingen av de to metodene til bruk for overslagsberegninger for personalkostnader.

Metode 1 tar utgangspunkt i total kjøretid for en gitt strekning og antakelsen om 100 prosent effektivitet. Da dette er umulig, både praktisk og teoretisk, er denne metoden kun egnet til å gi en formening om en nedre teoretisk kostnadsgrense, og ikke egnet til å si noe om det faktiske kostnadsnivået. Gjennom å legge til et prosentvis tillegg, tilsvarende antatt effektivitet på strekningen, blir metoden mer realistisk, og dermed også langt mer nyttig. Ulike effektivitetsmål bør utarbeides for forskjellige typer strekninger og produkter dersom denne metoden ønskes brukt.

”Folkevognmodellen” er en langt mer omstendelig modell enn den første metoden. Samtlige lokomotivføreraktiviteter er i denne oppgaven definert og kategorisert i forhold til hvorvidt aktiviteten er nødvendig eller ikke nødvendig å utføre. Dagsverk bestående av kun nødvendige aktiviteter, er blitt brukt til å definere grenseverdier for kjøretider og effektivitet for ulike varianter av modellen. Grenseverdiene for



kjøretider setter en grense for hvilke strekninger den enkelte modellvarianten kan brukes for.

Bruk av metode 1 på referansestrekningen Gjøvikbanen, gikk greit og gav de forventede svar. Bruk av ”folkevognmodellen” var noe mer plundrete og resulterte også i dagsverk som var ganske ineffektive. Dette skyldes nok i stor grad at kjøretjeneste i denne oppgaven var skilt fra uttaks- og innsett-tjeneste. Det bør foretas beregninger for tjenester som ikke er delt på denne måten, for å se hva resultatet da blir.

Et alternativ til å bruke de to metodene hver for seg, vil være å kombinere dem, ved å ta utgangspunkt i kjøretidsberegningene fra metode 1 og bruke ”folkevognmodellens” effektivitetsmål som tilleggssats.

Avslutningsvis må det sies at begge metodene på hver sine måter var egnet til å overslagsberegninger av personalkostnader. En videreutvikling av metodene, samt tester på flere strekninger, er likevel nødvendig før metodene vil kunne sies å være pålitelige. Når det gjelder ”folkevognmodellen”, er det et stykke igjen til målet om å kunne slå opp personalkostnadene i en tabell ut fra kjøretid og frekvens for en strekning, men det bør absolutt være mulig å få til.

## 16 Referanser

**Adamson, M. et al**, Competition issues in privatisation: Lessons for the railways

**Aschehoug, K.**, e-post, 05.06.2003

**Aschehoug, K.**, e-post, 22.05.2003

**Aschehoug, K.**, e-post 28.10.2002

**Avtale om gangtider ved NSB BA**, aksessert via [www.lokmann.no](http://www.lokmann.no)

**Cordeau, J.-F., et al**, Benders decomposition for simultaneous aircraft routing and crew scheduling, Transportation Science, s. 375-388, 2001

**Grøvdal, Anker, Hjelle, Harald M**, Innføring i transportøkonomi, Fagbokforlaget, 1998

**Haugen, R. A.**, Arkitektur og komponenter i turnussystemer, hovedoppgave ved UiO, Institutt for informatikk, 2001

**Jernbanetilsynet**, [www.jernbanetilsynet.no](http://www.jernbanetilsynet.no), sist aksessert 29. januar 2003

**Jernbaneverket**, [www.jernbaneverket.no](http://www.jernbaneverket.no), sist aksessert 08. april 2003

**Kroon, L., Fischetti, M.**, Crew scheduling for Netherlands Railways “Destination: Customer”, udatert, 1

**Kroon, L., Fischetti, M.**, Scheduling train drivers and guards: The Dutch “Noord-Oost” Case, udatert, 2

**Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø**, aksessert via [www.lovdata.no](http://www.lovdata.no)

**Nordlid, H. D.**, Bruk av optimering og simulering i kostnadsanalyse og risikostyring for NSB , Hovedoppgave ved NTNU, 2000

**Norsk Lokomotivmannsforbund**, [www.lokmann.no](http://www.lokmann.no), sist aksessert 10. juni 2003

**NSB Drift**, Tidsstudie for alle materielltyper, DR-00-DR-T-VP250.1, 2002

**NSB Intranet**, sist aksessert 23.10.2002

**NSB AS' Årsrapport 2002**, aksessert via [www.nsb.no](http://www.nsb.no)

**NSB**, [www.nsb.no](http://www.nsb.no), sist aksessert 10. juni 2003

**NSB BA Lokførerenheten**, Kjøre- og stasjoneringsmønster, 1999

**Overenskomst mellom NSB BA og Norsk Jernbaneforbund**, udatert

**Overenskomst mellom NSB AS og Norsk Lokomotivmannsforbund**, gjeldende fra 01.04.2002, med endringer av 01.04.2003.

**Ruteplan**, Gjøvikbanen, gyldig fra 15. juni 2003, aksessert via [www.nsb.no](http://www.nsb.no)

**Stortingsproposisjon nr. 1 (2002-2003)**, Statsbudsjettet, Samferdselsdepartementet 2002

**Streklister for Lokførere**, Rutetermin periode 152.1, Stasjoneringsssted Oslo, Jaren og Gjøvik, 2003

**Sætermo, I.-A. et al**, Planleggingspraksis i NSB, Sintef Teknologiledelse, Rapport STF38 F00610, 2000

**Sætermo, I.-A. et al**, NSB Drift og teknikk –forslag til endringer i planprosessen, Sintef Teknologiledelse, Rapport STF38 F01616, 2001, 2

**Sætermo, I.-A., Fodstad, M.**, Arbeidsmøte ifm prosjekt om personalplanlegging  
14.02.2003, Sintef Teknologiledelse, Møtereferat 17.02.2003

**Sætermo, I.-A. , Tomasgard, A.**, Planleggingspraksis innenfor jernbane og relaterte  
bransjer, Sintef Teknologiledelse, Rapport STF38 F01615, 2001, 1

**Turnering for elektriske motorvogner**, Rutetermin periode 152.1, Skøyen-Oslo S-  
Hakadal-Jaren-Gjøvik, 2003

**TØI-rapport**, Konkurransen på det norske jernbanenettet, Transportøkonomisk  
institutt, 1999

**Veiseth, M.**, Punktlighet i jernbanedrift, Hovedoppgave ved Institutt for produksjons-  
og kvalitetsteknikk, NTNU, 2002

## 17 Bibliografi

**Aschehoug, A., Fodstad, M.**, Optimeringsmodeller innen materiellturnering for NSB, Hovedoppgave ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, 2002

**Firing, G. S., Tørnby, B. I. S.**, Kostnadsstyring med vekt på Naboløst, Prosjekt ved Institutt for Industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, 2002

**Hellerud, Jan Erik et al**, Norske lok og motorvogner 1.1.2001, Norsk Jernbaneklubb

**Strekliste for Lokførere**, Rutetermin 151.2, stasjoneringsted Gjøvik, Jaren og Oslo

**Wren, Anthony**, Scheduling, timetabling and rostering – a special relationship?, udatert