



**SINTEF Teknologiledelse**  
Økonomi og logistikk

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: S P Andersens veg 5  
Telefon: 73 59 36 13  
Telefaks: 73 59 02 60

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Vurdering av framtidig stallingsbehov for lokaltog i Oslo**

FORFATTER(E)

Marte Fodstad, Inger-Anne F. Sætermo

OPPDRAKSGIVER(E)

Jernbaneverket Region Øst

RAPPORTNR. STF38 A02607	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Terje Vegem	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02745-4	PROSJEKTNR. 386170	ANTALL SIDER OG BILAG 21+5
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF RAPPORT ASIO.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Inger-Anne F. Sætermo	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Nils Olsson
ARKIVKODE	DATO 2003-01-07	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Anders Stølan, Forsknings sjef	

## SAMMENDRAG

Jernbaneverket Region Øst skal utarbeide en arealstrategi i Oslo-området (ASIO) og i den forbindelse er SINTEF bedt om å bistå med analyser av stallingsbehov knyttet til produksjon.

Analysene tar utgangspunkt i et overordnet driftsopplegg betegnet OS-9 som forutsetter utbygd dobbeltspor Lysaker – Asker og Oslo S – Ski og dobbelt vendespor på Stabekk. Analysene omfatter lokaltogtrafikken som utgjør det største volumet av materiell i sentrumsområdet.

Rapporten dokumenterer arbeidet med og resultater fra analyser av:

- Naturlig stallingsbehov på dagtid
- Sammenligning av naturlig stallingsbehov og stallingskapasiteter
- Vurdering av alternative stallingsmønstre ut fra sportilgang og stallingskapasitet

Beregningene viser at OS-9 resulterer i et stallingsbehov i tilknytning til Oslo S som fyller stallingskapasiteten for de nærliggende områdene. Det er tenkt å forlenge pendler til Stabekk og dette resulterer i en forskyvning av stallingsbehovet vest for Oslostunnelen. Det finnes ikke stallingskapasitet mellom Filipstad og Drammen i dag, men det er mulighet for utbygging på Stabekk eller tomtogkjøring til Filipstad.

Oslostunnelen er en flaskehals for tomtogkjøring både østover og vestover, og fører til behov for stallingsområder på begge sider av tunnelen. Nyland (inkl. Grorud) har stor kapasitet for stalling av lokaltogmateriell, men sporkapasiteten fra Oslo S er ikke tilstrekkelig til å støtte opp om dette som hovedbase for stalling.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Jernbane	Railroad / railway
GRUPPE 2		
EGENVALGTE	Stalling, hensetting	land use
	arealbehov, arealstrategi	

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Formål</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Avgrensninger</b>	<b>4</b>
3.1	Driftsopplegg	4
3.2	Lokaltog	4
3.3	Dagstalling	4
3.4	Aktuelle stallingsområder	4
3.5	Annet	4
<b>4</b>	<b>Metode</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Datagrunnlag og forutsetninger</b>	<b>6</b>
5.1	Ruteplan	7
5.2	Materielltyper	7
5.3	Kjøretider	7
5.4	Rene pendler	8
5.5	Stallingskapasiteter	8
5.6	Sporkapasiteter	8
<b>6</b>	<b>Beregning av naturlig stallingsbehov</b>	<b>9</b>
6.1	Beregning av materiellbehov	9
6.2	Stallingsstrategier	10
6.3	Scenario 1: Konservativ fordeling sett ut i fra stallingsbehov i sentrum	11
6.4	Scenario 2: Fordelingsnøkkel som tilsvarende dagens stallingsmønster	11
<b>7</b>	<b>Sammenligning av stallingsbehov og stallingskapasitet</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Alternative stallingsmønstre</b>	<b>13</b>
8.1	Definisjon av alternative stallingsmønstre	13
8.2	Vurdering av alternative stallingsmønstre	14
8.2.1	Aktuelle flaskehals	14
8.2.2	Antakelser knyttet til vurderinger av alternative stallingsmønstre	15
8.2.3	Gjennomførbarhet av alternative stallingsmønstre	16
<b>9</b>	<b>Oppsummering og diskusjon</b>	<b>18</b>
9.1	Driftsopplegg	18
9.2	Materielltyper	19
9.3	Sporkapasitet	19
9.4	Stallingskapasitet	19
9.5	Oppsummering	20
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>21</b>
	<b>Vedlegg A Skisse av driftsopplegg OS-9</b>	<b>22</b>
	<b>Vedlegg B Oversikt over kjøretider</b>	<b>23</b>
	<b>Vedlegg C Oversikt over stallingskapasitet</b>	<b>24</b>
	<b>Vedlegg D Oversikt over sporkapasiteter</b>	<b>26</b>

## 1 Bakgrunn

Det er et stort press på arealer i sentrale deler av Oslo, og fokus på arealene Jernbaneverket eier er økende. Arealdisponering er forbundet med kostnader og det er viktig å drive så arealeffektivt som mulig. Endringer i jernbanedriften har gitt endrede arealbehov, og i dag har noen av arealene Jernbaneverket disponerer sentralt i Oslo fått en til dels dårlig utnyttelse i forhold til den sentrale beliggenheten. Det er viktig å legge til rette for en mest mulig rasjonell og effektiv togproduksjon.

Med bakgrunn i disse problemstillingene er arbeidet med å lage en arealstrategi i Oslo-området (ASIO) startet. Strategien skal sikre dagens og framtidens togdrift effektive arealer med riktig beliggenhet. Overordnet mål for ASIO er å avklare jernbanedriftens arealbehov/omstrukturering i Oslo-området herunder områdene rundt Oslo S. Dette ved at det gjennomføres en opprydding i bruk av dagens sporområder slik at de arealer som skal anvendes til jernbaneformål begrenses til å oppfylle de funksjonelle krav som stilles til driften av jernbanetrafikken, både på kort og lang sikt. Det vil være nødvendig å vurdere nye områder som aktuelle for jernbanedrift, spesielt sett i relasjon til at noen av dagens arealer kan bli innløst og transformert. Ytterområdene som inngår i arealvurderingene er Drammen – Lillestrøm – Ski [Jernbaneverket, 2002 a].

Driftsopplegg og kapasitet på sporet er styrende for lokalisering og stalling. Det er derfor nødvendig å ha oversikt over en rekke driftsmessige hensyn for å kunne vurdere arealstrategi. I den forbindelse er SINTEF bedt om å bistå arbeidet ved å levere en analyse av stallingsbehov knyttet til produksjon.

## 2 Formål

Formålet med SINTEFs arbeid har vært å analysere sammenhengen mellom produksjon og stallingsbehov sentralt i Oslo. Det var ønskelig med en konkretisering av sammenhengene. Dette kan gjøres ved å ta utgangspunkt i en skisse med hovedprinsippene for togdrift og ruteplaner uten å gå i detaljer på driftsmessige forhold og vurderinger. Følgende problemstillinger er belyst med utgangspunkt i en slik skisse:

- Bestemme naturlig stallingsbehov for lokaltrafikken i overgangen mellom rush og grunnrutekjøring på morgenen/formiddagen som konsekvens av kjøremønster og frekvenser.
- Sammenligning av det naturlige stallingsbehovet med tilgjengelig kapasitet på aktuelle stallingsområder.
- Vurdere flaskehalsen ved alternativ stalling, og spesielt kapasitet ledig for tomtogkjøring.
- Vurdering av gjennomførbarhet fra et driftsperspektiv av fem ulike alternativer for stalling. Alternativene er koordinert med Asplan Viak AS.

### **3 Avgrensninger**

Analysene er fokusert på togproduksjonens virkning på stallingsbehovet sentralt i Oslo. Avgrensninger er gjort med utgangspunkt i dette. Med stalling mener vi her ”parkering”, dvs. alle lengre opphold hvor materiellet er planlagt tatt ut av trafikk. (Stalling omtales også ofte som hensetting.)

#### **3.1 Driftsopplegg**

For en beskrivelse av framtidig situasjon er det tatt utgangspunkt i driftsopplegget betegnet ”OS-9” definert i ”Kapasitetsvurderinger for dobbeltsporutbyggingen Oslo – Ski” [Jernbaneverket, 2002 b] og ”Kapasitetsvurderinger Skøyen – Asker og mulig nytt vendespor Stabekk” [Jernbaneverket, 2002 c]. Der beskrives et driftsopplegg for situasjonen med ferdig dobbeltspor Lysaker – Asker, nytt dobbelt vendespor Stabekk og ferdig dobbeltspor Oslo S – Ski. Valget av dette som utgangspunkt for våre analyser ble gjort i samarbeid med Jernbaneverket Region Øst.

#### **3.2 Lokaltog**

Analysen omfatter stallingsbehov for lokaltogmateriell og ikke øvrig togmateriell. Bakgrunnen for dette valget er at lokaltogtrafikken står for det største volumet i det aktuelle området, og dermed har størst innvirkning på stallingsbehovet. I forbindelse med vurderinger av sporkapasitet og muligheter for tomtogkjøring er også annen togtrafikk tatt i betraktning.

#### **3.3 Dagstalling**

Stallingsbehovet sentralt på dagtid omfatter i hovedsak innsatstog. Innsatstog kjøres i omlag 2-2,5 timer i hver av rushperiodene. Om natten står de hensatt i ytterpunkter av regionen, mens de om dagen hovedsakelig står hensatt sentralt i Oslo, i påvente av rushtrafikken ut av byen [NSB, 1997]. I våre analyser har vi derfor sett på overgangen mellom rushtid og grunnrutekjøring på formiddagen og resulterende stallingsbehov.

Videre vurderes stallingsbehovet i sentrum på nattetid til å være mindre kritisk da det på sikt vil være mulig å tilpasse ruteplanene slik at togene begynner i ytterpunktene av trafikknettet. Dermed blir det behov for å stalle materiellet i ytterpunktene på nattetid, og stallingsbehovet forflyttes vekk fra sentrum.

#### **3.4 Aktuelle stallingsområder**

Med bakgrunn i det overordnede prosjektet ASIO [Jernbaneverket, 2002 a] er fokus lagt på vurderinger av kapasiteter og behov i sentrale Oslo-områder. For driftsopplegget som er lagt til grunn, OS-9, betyr dette for lokaltrafikken et særlig fokus på Stabekk, Skøyen og Oslo S sammen med potensielle stallingsarealer nær disse områdene. På tross av dette er også forhold ved mer perifere områder for lokaltogtrafikken tatt med i betraktning når dette har vært nødvendig for å få en helhetlig analyse.

#### **3.5 Annet**

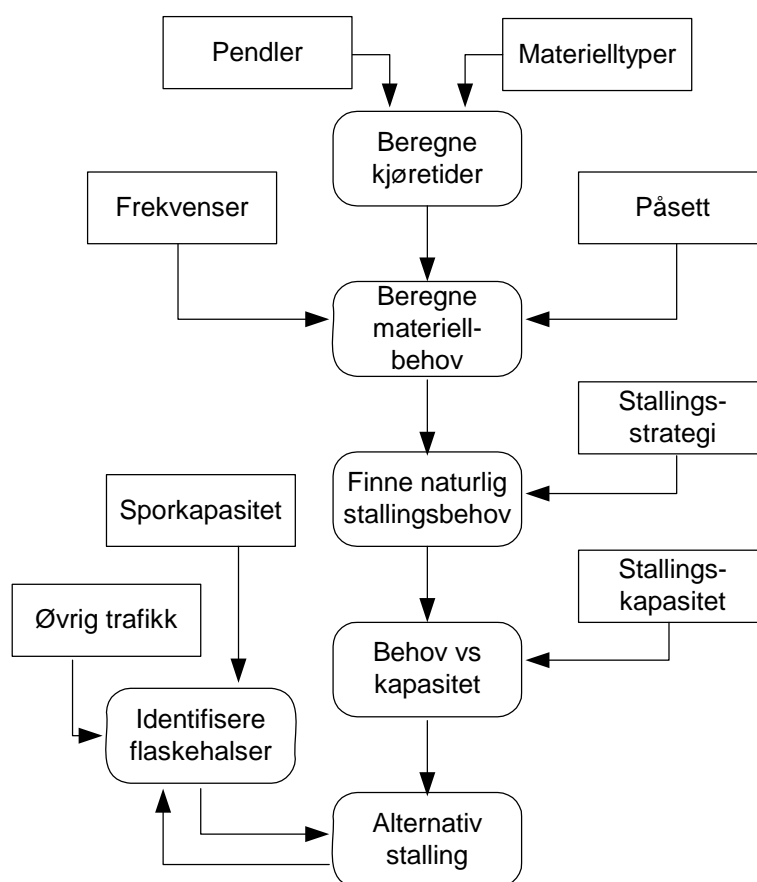
Det er innenfor dette prosjektet ikke gjort vurderinger av hvordan endret arealtilgang påvirker andre faktorer enn stallingsmuligheter. Enkelte av dagens stallingsområder er tilknyttet fasiliteter for ulike typer vedlikehold, noe som ikke er behandlet her. Videre er reduksjoner i operatørens frihetsgrader og hvordan dette kan virke inn på ruteplaner og vedlikeholdsstrategier ikke vurdert.

Ei heller er det gjennomført vurderinger av hvordan driftskostnadene med tanke på tomtogkjøring og stalling påvirkes av resultatene i analysen, eller hvordan redusert arealtilgang i ulike områder påvirker fleksibiliteten ved avvikshåndtering.

Sommeren 2004 konkurransesettes trafikken på de første jernbanestrekningene mens konkurranse om lokaltogtrafikken i Oslo-området er planlagt fra sommeren 2006 [Samferdselsdepartementet, 2002]. Denne endringen legger opp til at flere og nye operatører skal benytte infrastrukturen, noe som kan berøre behovet for stallingsarealer. Dette har vi ikke vurdert i våre analyser.

## 4 Metode

Figur 4-1 gir en oversikt over analysemetoden som er brukt.



**Figur 4-1: Aktivitetene med tilhørende input-data**

Avrundede bokser angir aktiviteter, mens rektanglene angir inngangsdata. Pilene mellom aktivitetene viser hvordan resultatene fra en aktivitet fungerer som inngangsdata for andre.

Analysen tar utgangspunkt i et driftsopplegg som definerer en pendelstruktur med tilhørende frekvenser i og utenom rushtid. For å sikre gyldigheten i resultatene må dette driftsopplegget inkludere all trafikk i området, ikke bare den trafikken man ønsker å vurdere stallingsmønstrene for.

### *Beregne kjøretider*

Pendelstrukturen deles opp i enkeltstående pendler, og for hver pendel med tilhørende stoppmønstre beregnes kjøretider. For å kunne beregne kjøretider trengs opplysninger om materielltype med tilhørende vendetider, buffertider, holdetider og kjøretider mellom plattform og vendested.

### *Beregne materiellbehov*

Materiellbehovet for hver pendel beregnes som en konsekvens av kjøretidene og frekvensene for pendelen, samt antakelser om antall sett som kjøres for hver avgang. Det beregnes materiellbehov både for rushtidstrafikk og grunnrutetrafikk, og differansen mellom disse utgjør stillingsbehovet utenom rush. I tillegg kan man beregne sensitiviteten til resultatet i forhold til endringer i kjøretider.

### *Finne naturlig stillingsbehov*

For å knytte stillingsbehovet fra foregående aktivitet til konkrete områder må det gjøres noen antakelser knyttet til stillingsstrategier. Disse beskriver først og fremst hvordan overgangen fra rushtidstrafikk til grunnrutetrafikk skal håndteres med tanke på hvor innsatstog og påsett tas ut av trafikk. På grunnlag av pendlene med tilhørende stillingsbehov kan man så bruke strategiene til å angi hvor man "ideelt" sett ønsker å stille. Det tas på dette tidspunktet ikke hensyn til stillingskapasitetene på de aktuelle stedene.

### *Sammenligne stillingskapasitet og stillingsbehov*

Denne sammenligningen forutsetter et anslag på stillingskapasitet for lokaltogmateriell på de aktuelle områdene. Enkelte av stillingsområdene benyttes også av materiell fra annen type trafikk som ikke inngår i våre analyser.

### *Identifisere flaskehals*

For å kunne vurdere alternative stillingsmønstre må man sikre at det finnes infrastrukturkapasitet til å kunne gjennomføre de endringene man legger opp til. Dette dreier seg først og fremst om å vurdere sporkapasitet på de aktuelle strekningene. I slike vurderinger er det essensielt at man også tar høyde for annet materiell som trafikkerer strekningen i tråd med driftsopplegget man har tatt utgangspunkt i.

### *Vurdere alternative stillingsmønstre*

I denne aktiviteten skisseres alternative stillingsmønstre eller mer overordnede strategier for stalling. Deretter vurderes om disse alternativene er gjennomførbare med tanke på ledig kapasitet på spor samt forholdet mellom stillingskapasiteter og stillingsbehov.

## **5 Datagrunnlag og forutsetninger**

Utgangspunktet for de gjennomførte beregningene har vært informasjon hentet fra kapasitetsvurderingene av dobbeltsporutbyggingen Oslo – Ski [Jernbaneverket, 2002 b] og vurderingen av Skøyen – Asker og mulig nytt vendespor Stabekk [Jernbaneverket, 2002 c]. Der disse rapportene har presentert grunnlagsdata og antakelser har vi i så stor grad som mulig basert oss på samme antakelser for å oppnå konsistens i resultatene. Der ytterligere antakelser har vært nødvendig er disse gjort i samarbeid med Jernbaneverket Region Øst.

### 5.1 Ruteplan

Resultatene i dette notatet baserer seg på Driftsopplegg OS-9 [Jernbaneverket, 2002 b] (gjengitt i denne rapportens vedlegg A). Kun lokaltogstrekninger er vurdert i vårt arbeide. I områder utenfor Ski – Oslo S – Asker er det som hovedregel antatt dagens stoppmønstre.

### 5.2 Materielltyper

Det er antatt at 2-vognsettene av Type 69 fases ut av drift når nye Type 72-sett tas i bruk. 2-vognsett er derfor ikke tatt med i beregningen. Dette er i tråd med antakelsene i kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c].

I vurderingene av stillingskapasitet og stillingsbehov er det ikke skilt mellom Type 69 (3-vognsett) og Type 72. Dette begrunnes med at forskjellen i lengde (og dermed plassbehov ved stalling) mellom disse to typene er liten.

Ved beregning av kjøretider er det til en viss grad skilt på materielltyper, se neste avsnitt.

### 5.3 Kjøretider

Utgangspunktet for de gjennomførte beregningene har vært informasjon hentet fra kapasitetsvurderingene av dobbeltsporutbyggingen Oslo – Ski [Jernbaneverket, 2002 b] og vurderingen av Skøyen – Asker og mulig nytt vendespor Stabekk [Jernbaneverket, 2002 c]. Der kjøretider fra beregninger i TogKjør er tilgjengelig fra disse rapportene har vi lagt dem til grunn for våre beregninger. For øvrige strekninger er kjøretidene fastsatt i samarbeid med Jernbaneverket Region Øst.

Det regnes med to alternative sett av kjøretider for de TogKjør-beregnete tidene:

- 1) Det første alternativet, kalt ”sannsynlig”, inneholder de mest sannsynlige kjøretidene ut fra forventninger om hvilke materielltyper som vil kjøre hvilke strekninger. Dette alternativet er altså ikke uavhengig av materielltype.
- 2) Det andre alternativet, kalt ”worst-case” baserer seg på kjøretiden for materielltypen med lengst kjøretid for hver strekning<sup>1</sup>.

Holdetidene er definert til 30 sekunder som hovedregel i tråd med forutsetningene i kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c]. For strekninger hvor kjøretidene ikke stammer fra TogKjør er dette brukt som hovedregel, men enkelte steder er holdetiden utvidet etter anvisning fra Jernbaneverket Region Øst.

Vendetider er definert som i kapasitetsrapportene, dvs. 10 min vendetid samt 2 min buffertid. I tillegg kommer kjøretid fra plattform til vendestedet, noe som er stedsavhengig.

Da beregningene i dette notatet tar for seg overgangen mellom rush og grunnrute må det også tas hensyn til splittetid. Denne er i samråd med Jernbaneverket satt til 5 minutter og inkluderes for de strekningene som kjøres med færre sett per tog i grunnrute enn i rush. For at splittetiden skal bli inkludert for en pendel forutsettes det dessuten at pendelen ikke er representert kun ved innsatstog.

---

<sup>1</sup> Kjøretidene som ikke stammer fra TogKjør skiller ikke på materielltype og er derfor like for de to alternativene.

En oversikt over kjøretider samt antakelser knyttet til vendetider, splittetider og holdetider finnes i vedlegg B.

#### **5.4 Rene pendler**

Metoden vi har brukt behandler de ulike pendlene adskilt ved beregningen av materiellbehov. Dette impliserer at materiellturneringene bygger på prinsippet om ”rene pendler”, det vil si at et materiellindivid kun kjører turer knyttet til én pendel. Den eventuelle materiellbesparelsen ved å fravike dette prinsippet er direkte avhengig av en detaljert materiellturnering. OS-9 gir ikke grunnlag for å utarbeide en slik materiellturnering og det er heller ikke ønskelig med en slik detaljeringsgrad i denne sammenheng.

#### **5.5 Stallingskapasiteter**

”Reelle” stallingskapasiteter er oppgitt fra Jernbaneverket som antall motorvognsett for lokaltog (uavhengig av materielltype) som kan stalles på hvert sted (gjengitt i vedlegg C). I praksis avhenger denne stallingskapasiteten av hvor mye ressurser man er villig til å bruke på skiftarbeid. Staller man mye materiell på samme spor kreves generelt mye skiftarbeid og omvendt. I kapasitetstallene fra Jernbaneverket har man antatt at ”reell” stallingskapasitet er 75% av det man teoretisk kan få plass til. Ved sammenligning av stallingsbehov og stallingskapasiteter er antatte framtidige kapasiteter lagt til grunn.

#### **5.6 Sporkapasiteter**

Med sporkapasitet mener vi antall tog som kan kjøres per time og retning. Der kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c] oppgir sporkapasiteter fra sine analyser er disse brukt. For øvrige strekninger er sporkapasitetene fastsatt i samarbeid med Jernbaneverket. En oversikt over kapasitetstallene finnes i vedlegg D.

Det bør bemerkes at kapasitet langs sporet er et tvetydig begrep. Denne kapasiteten er ikke bare avhengig av infrastrukturens utforming, men også av togmiksen, dvs sammensetning og rekkefølge ulike tog med ulike kjøreegenskaper og stoppemønstre kjøres. Jo mer ensartede togslagene som kjører på samme spor er, jo høyere blir kapasiteten. For en innføring i beregning av sporkapasitet se ”Kapasitet på jernbanestrekninger” [Skartsætheragen, udatert].

I dette prosjektet brukes sporkapasitetene kun til å vurdere kapasiteten for tomtogkjøring av tog som skal stalles. (Kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c] inneholder beregninger som skal sikre at trafikken definert i OS-9 ikke overskrider sporkapasitetene.) Vi har forutsatt at tomtog vil ha laveste prioritet og dermed måtte tilpasse seg det kjøremønsteret som er nødvendig for å oppnå best mulig kapasitet på sporet.



## 6 Beregning av naturlig stallingsbehov

Først må det beregnes hvor mye materiell som er nødvendig for å oppfylle driftsopplegget OS-9. Ut fra dette kan man beregne det naturlige stallingsbehovet dette opplegget genererer.

### 6.1 Beregning av materiellbehov

Med utgangspunkt i de antatte kjøretidene (se vedlegg B) kan man beregne total mengde materiell som er nødvendig for å ha et driftsnivå i henhold til OS-9. Våre analyser viser at dette kan oppnås med 113 sett basert på antakelser om kjøretider som er ”sannsynlig” og 115 sett med ”worst case” kjøretider. Dagens ruteplan kjøres med 58 motorvognsett og 4 lokomotiver med vogner, der motorvognsettene er både 2-vognsett og 3-vognsett. Dersom de 4 togene med lokomotiv og vogner skulle erstattes med motorvognsett behøves ytterligere 7 motorvognsett for å opprettholde tilnærmet samme setekapasitet [Aschehoug og Lauritzen, 2002]. Med ”sannsynlig” kjøretider får man et totalt stallingsbehov på dagtid på 70 sett. Alternativet med ”worst case” kjøretider krever ett sett mer på pendelen Asker – Lillestrøm, dvs totalt 71 sett. I dag er stallingsbehovet på 30 sett.

Beregningene viser en betydelig økning i materiellbehovet sammenlignet med i dag, noe som forutsetter utvidelser av materiellparken. Økningen skyldes i hovedsak antakelsen om økt trafikk i OS-9. I tillegg kjøres det i dag med kortere vendetider på enkelte steder enn det vi har lagt til grunn i analysene. Kortere vendetider bidrar også noe til lavere materiellbruk.

Tabell 6-1 og Tabell 6-2 viser resultatenes følsomhet for endringer i kjøretider (inkludert vendetider, buffertider, splittetider, holdetider og kjøring mellom plattform og vendested). Kolonnen ”Margin spare” angir hvor mye kjøretiden må reduseres for å dekke pendelen med et tog mindre. ”Margin ekstra” angir hvor mye kjøretiden kan øke uten at et nytt tog må settes inn på pendelen for å opprettholde ønsket frekvens. De to tabellene viser følsomheten for de to gruppene av kjøretider, ”sannsynlige” og ”worst-case”.

**Tabell 6-1: Robusthet for ”sannsynlige” kjøretider**

Pendel	Matr.type	Margin spare [min]	Margin ekstra [min]
Ski – Stabekk	69	1,40	13,60
Kolbotn – Oslo S	69	14,60	0,40
Ski – Asker	69	4,98	10,02
Moss – Oslo S	72	10,80	4,20
Moss – Spikkestad	72	12,43	2,57
Mysen - Oslo S	72	1,92	28,08
Mysen – Stabekk	72	18,58	11,42
Årnes - Oslo S	72	29,42	0,58
Årnes – Stabekk	69	15,92	14,08
Kongsberg – Eidsvoll	72	3,12	11,88
Eidsvoll - Oslo S	72	4,47	25,53
Eidsvoll - Skøyen	69	13,68	16,32
Lillestrøm – Stabekk	69	11,22	3,78
Lillestrøm – Asker	69	14,80	0,20
Jaren - Oslo S	69	26,23	3,77
Roa - Skøyen	69	20,60	9,40

**Tabell 6-2: Robusthet for ”worst-case” kjøretider**

Pendel	Margin spare [min]	Margin ekstra [min]
Ski – Stabekk	2,13	12,87
Kolbotn – Oslo S	14,85	0,15
Ski – Asker	6,92	8,08
Moss – Oslo S	12,07	2,93
Moss – Spikkestad	13,70	1,30
Mysen - Oslo S	1,92	28,08
Mysen – Stabekk	18,58	11,42
Årnes - Oslo S	29,42	0,58
Årnes – Stabekk	16,08	13,92
Kongsberg – Eidsvoll	3,18	11,82
Eidsvoll - Oslo S	4,47	25,53
Eidsvoll - Skøyen	13,85	16,15
Lillestrøm – Stabekk	11,38	3,62
Lillestrøm – Asker	1,17	13,83
Jaren - Oslo S	26,23	3,77
Roa - Skøyen	20,77	9,23

I tabellene ser man at Lillestrøm – Asker er nær grensen for å kreve et ekstra tog (”Margin ekstra”) ved sannsynlige kjøretider og nær ved å spare (”Margin spare”) i worst-case tilfellet. Dette betyr at kjøretidene ligger på hver sin side av en terskelverdi slik at worst-case alternativet krever et ekstra tog på pendelen. Siden denne pendelen er antatt å kjøre med to motorvognsett i rush og ett motorvognsett utenom rush innebærer dette at forskjellen i stallingsbehov er på ett sett.

## 6.2 Stallingsstrategier

Stallingsstrategien definerer overordnede prinsipper for hvordan man geografisk ønsker å fordele materiellet som skal stalles etter morgenrushet. Generelt vil stalling bli foretatt etter hva som vurderes til å være hensiktsmessig og hva som har nytteverdi for togdriften [NSB, 1997].

Nytteverdien består i:

- innsparing av kjørekostnader ved at tomkjøring reduseres
- tilpassing av togdriften til kapasiteten i sporsystemet
- frigjøring av kapasitet på sporstrekninger med begrenset kapasitet, for å kunne håndtere uregelmessigheter

Dette munner ut i et generelt ønske om at stallingsarealer bør lokaliseres nær de stasjoner der pendelruter vender [NSB, 1997].

Det er valgt to alternative strategier, videre omtalt som scenario 1 og scenario 2.

### *Scenario 1: Konservativ fordeling sett ut i fra stallingsbehov i sentrum*

I morgenrushet er det ønskelig å ha mest mulig setekapasitet inn mot sentrum. På ettermiddagen er behovet mest mulig setekapasitet ut fra sentrum. Med dette som utgangspunkt baserer Scenario 1 seg på en antakelse om at alle pendler som har en endestasjon på Oslo S, Skøyen eller Stabekk vil ta ut et eventuelt materielloverskudd etter rushtiden på disse stedene. For øvrige pendler er det også ønskelig å ta ut materiellet i sentrum, og her er Skøyen valgt. Dette scenarioet kan sees på som et ”worst-case” med tanke på arealbehov i sentrum.

### *Scenario 2: Fordelingsnøkkel som etterligner dagens stallingsmønster*

Dette scenariet er en tilnærming til dagens stallingsmønster. Vi har definert dagens parallell til de ulike pendlene definert i OS-9. For hver gjennomgående pendel, det vil si pendel som ikke ender

på Stabekk, Skøyen eller Oslo S, er andelen materiell som stalles et sted likt dagens andel på dette stedet. For hver pendel som ender på Stabekk, Skøyen eller Oslo S er fordelingen av stalling mellom periferi og sentrum lik dagens fordeling, men stallingssted i sentrum er satt lik endestasjonen for pendelen. For de pendlene som i dag ikke genererer noen stalling på dagtid (antall togsett er det samme i rush og grunnrute) det vil si Skøyen – Eidsvoll og Skøyen – Kongsvinger, er endestasjonen i sentrum valgt som stallingssted. Stalling på Skøyen betyr i praksis stalling på Filipstad.

### 6.3 Scenario 1: Konservativ fordeling sett ut i fra stallingsbehov i sentrum

Tabell 6-3 angir stallingsbehov på dagtid ved stallingsscenario 1.

**Tabell 6-3: Antall motorvognsett pr sted som stalles ved stallingsscenario 1**

Sted	Sannsynlige kjøretider	Worst-case kjøretider
Oslo S	21	21
Skøyen	34	35
Stabekk	15	15
Totalt	70	71

Antakelse om worst-case kjøretider gir behov for ett ekstra sett på pendelen Asker – Lillestrøm, og det er ønskelig å stalle dette på Skøyen etter morgenerushet.

### 6.4 Scenario 2: Fordelingsnøkkel som tilsvarer dagens stallingsmønster

Tabell 6-4 angir stallingsbehov på dagtid ved stallingsscenario 2.

**Tabell 6-4: Antall motorvognsett pr sted som stalles ved stallingsscenario 2**

Sted	Sannsynlige kjøretider	Worst-case kjøretider
Oslo S	18,7	18,7
Skøyen	14,0	14,3
Stabekk	12,7	12,7
Kolbotn <sup>1)</sup>	0,8	0,8
Kongsberg	6,5	6,5
Lillestrøm	3,0	3,3
Moss	4,0	4,0
Ski	2,2	2,2
Drammen <sup>2)</sup>	8,2	8,5
Totalt	70	71

1) Stalling i periferien for pendelen Kolbotn – Oslo S er satt til Kolbotn for å sikre konsistens med kapasiteten på sporet gitt i kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c]. Andelen stalling på Kolbotn er 20%, noe som tilsvarer andelen stallet på Ski for dagens pendel Skøyen – Ski.

2) Pendelen Eidsvoll – Kongsberg står for 6,5 av settene stallet i Drammen. Øvrige sett stammer fra Lillestrøm – Asker (i tråd med dagens stallingsmønster for samme pendel). Pendelen Lillestrøm – Stabekk har også Lillestrøm – Asker som parallell blant dagens pendler, men her er både stallingsandelen for Drammen og Skøyen plassert på Stabekk for å sikre konsistens med kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b, Jernbaneverket, 2002 c].

Verdiene i Tabell 6-4 angir antall motorvognsett, men er likevel ikke heltallige. Dette kommer av at verdiene er beregnet ut i fra andeler av materiellet som stalles på ulike steder i dagens mønster. Hvordan disse verdiene bør avrundes til heltall avhenger av de detaljerte materielle turneringene som ikke kan utarbeides uten en mer detaljert ruteplan. Selv om verdiene ikke er heltallige gjenspeiler de hvordan behovet for stallingsplass fordeler seg på de ulike stallingsstedene.

## 7 Sammenligning av stallingsbehov og stallingkapasitet

Jernbaneverket Region Øst har gitt oss anslag på kapasitet for aktuelle stallingssområder (se vedlegg C). Med bakgrunn i dette er det mulig å sammenligne stallingssbehovet utledet i kapittel 6 med kapasiteten til rådighet.

Oslo S (selve stasjonen) og Skøyen stasjon har ikke noen stallingsskapasitet. For Oslo S er de mest nærliggende områdene med kapasitet for lokaltogmateriell Loenga (10 sett) og Haven (10 sett). Det er i tillegg mulig å oppnå en kapasitet på 8 sett i Lodalen, men dette forutsetter at man flytter verkstedvirksomheten. For Skøyen regnes Filipstad<sup>2</sup> (40 sett) som stallingssområde.

Tabell 7-1 viser at kapasiteten for Stabekk og Oslo S inkludert omliggende stallingssområder ikke tilfredsstiller behovet i stallingssscenario 1. I tilknytning til Oslo S mangler det plass til 1 togsett, mens Stabekk med utbygd stallingsskapasitet vil mangle plass til 3 sett.

**Tabell 7-1: Stallingsbehov versus stallingsskapasitet for scenario 1**

Sted	Stallings- kapasitet	Sannsynlige kjøretider		Worst-case kjøretider	
		Stallings- behov	Differanse	Stallings- behov	Differanse
Oslo S <sup>1)</sup>	20	21	-1	21	-1
Skøyen <sup>2)</sup>	40	34	6	35	5
Stabekk <sup>3)</sup>	12	15	-3	15	-3
Totalt	72	70		71	

1) Kapasitet inkluderer Loenga og Haven.

2) Kapasitet inkluderer Jernbaneverkets del av Filipstad og Bestum

3) Dette forutsetter utbygging av stallingsskapasitet på Stabekk, i dag er det ingen kapasitet til stalling her

Også for scenario 2 er det for lav stallingsskapasitet på Stabekk. I tillegg har Kolbotn et lite stallingssbehov som ikke innfris.

**Tabell 7-2: Stallingsbehov versus stallingsskapasitet med scenario 2**

Sted	Kapasitet	Sannsynlige kjøretider		Worst-case kjøretider	
		Stallings- behov	Differanse	Stallings- behov	Differanse
Oslo S <sup>1)</sup>	20	18,7	1,3	18,7	1,3
Skøyen <sup>2)</sup>	40	14,0	26	14,3	25,7
Stabekk <sup>3)</sup>	12	12,7	-0,7	12,7	-0,7
Kolbotn	0	0,8	-0,8	0,8	-0,8
Kongsberg	7	6,5	0,5	6,5	0,5
Lillestrøm	13	3,0	10	3,3	9,7
Moss	4	4,0	0	4,0	0
Ski	25	2,2	22,8	2,2	22,8
Drammen <sup>4)</sup>	30	8,2	21,8	8,5	21,5
Totalt	151	70		71	

1) Kapasitet inkluderer Loenga og Haven

2) Kapasitet inkluderer Jernbaneverkets del av Filipstad og Bestum

3) Dette forutsetter utbygging av stallingsskapasitet på Stabekk, i dag er det ingen kapasitet til stalling her

4) Kapasitet inkluderer Skamarken og Sundland

Sammenligningen viser at de tilgjengelige stallingssarealene på de aktuelle stedene er nær, men ikke tilstrekkelige til å dekke det naturlige stallingssbehovet OS-9 genererer.

<sup>2</sup> Med Filipstad mener vi her den delen av området som Jernbaneverket eier

## 8 Alternative stallingsmønstre

Med alternative stallingsmønstre menes her alternativer til de naturlige stallingsbehovene fra kapittel 6.

### 8.1 Definisjon av alternative stallingsmønstre

For analysene av aktuelle stallingsmønstre er det i samarbeid med Asplan Viak AS og Jernbaneverket Region Øst definert fem alternativer som ønskes vurdert:

- 1a) All stalling på Nyland<sup>3</sup>
- 1b) Lodalen fylles opp, resten kjøres til Nyland
- 2a) Filipstad fylles opp, resten kjøres til Nyland
- 2b) Filipstad fylles opp, deretter fylles Lodalen opp og resten kjøres til Nyland
- 3) Desentralisering; materiellet fordeles på en rekke områder

Enkelte av disse stallingsområdene er aktuelle for verksteddrift, noe som har stor innvirkning på stallingskapasiteten. Hvert alternativ er derfor også definert med en tilhørende struktur for verksteddriften som skal foregå sentralt i Oslo.

De fire første alternativene er oppsummert i Tabell 8-1 og tallene i matrisa angir i hvilken rekkefølge de ulike stallingsområdene prioriteres og dermed fylles opp.

**Tabell 8-1: Stallingsalternativer med sentralisering**

Alternativ	Stallingssted			Verkstedstruktur	
	Filipstad	Lodalen	Nyland	Lodalen/Nyland	Kun Nyland
<i>1a</i>			1	X	
<i>1b</i>		1	2		X
<i>2a</i>	1		2	X	
<i>2b</i>	1	2	3		X

I alternativene 1a og 1b skjer all stalling på øst-siden av Oslostunnelen, mens i alternativene 2a og 2b fordeles materiellet på begge sider av tunnelen. Forøvrig er det felles for begge "a"-alternativene at all stalling på øst-siden foregår på Nyland mens verkstedet fordeles mellom Nyland og Lodalen. "b"-alternativene forutsetter en samling av verkstedkapasiteten på Nyland og stalling fordelt mellom Lodalen og Nyland.

Tabell 8-2 viser stallingskapasitetene for de ulike alternativene. Når hele verkstedet samles på Nyland reduseres stallingskapasiteten der fra 70 til ca 40. Samtidig oppnår man kun stallingsplass for 8 sett i Lodalen ved å flytte verkstedet derfra til Nyland. Med samlet verksted på Nyland får man dermed kun plass til å stalle 48 sett totalt på Nyland og Lodalen.

**Tabell 8-2: Stallingskapasiteter**

Alternativ	Stallingssted				Verkstedstruktur	
	Filipstad	Lodalen	Nyland	Totalt	Lodalen/Nyland	Kun Nyland
<i>1a</i>	-	-	70	70	X	
<i>1b</i>	-	8	40	48		X
<i>2a</i>	40	-	70	110	X	
<i>2b</i>	40	8	40	88		X

<sup>3</sup> I denne rapporten er det ikke skilt mellom Grorud og Nyland, betegnelsen Nyland dekker begge områdene.

Det femte alternativet (Alternativ 3) baserer seg i større grad på en desentraliseringstanke. Alternativet baserer seg på at man i minst mulig grad skal endre på det naturlige stallingsmønsteret. Samtidig defineres det hvilke stallingsområder det er ønskelig å bruke som erstatning for de stedene som ikke har tilstrekkelig kapasitet i henhold til resultatene vi presenterte i Tabell 7-2. Alternativ 3 er spesifisert i Tabell 8-3. Antall sett i tabellen overstiger stallingsbehovet på 71 (kapittel 6.1). Dette kommer av at det er lagt en konservativ holdning til grunn ved at alle verdiene fra stallingsscenario 2 (Tabell 6-4) er rundet oppover. Det er ikke definert noen bestemt verkstedstruktur knyttet til dette alternativet da de aktuelle områdene for verksteddrift ikke berøres av alternativet.

**Tabell 8-3: Stallingsalternativ 3**

Opprinnelig stallingssted	Nytt stallingssted	Stallingsbehov
Oslo S	Nyland	10
Oslo S	Loenga	10
Stabekk	<sup>1)</sup>	12
Kolbotn	Myrvoll	1
Kongsberg		7
Lillestrøm		4
Moss		4
Ski		3
Drammen		9
Skøyen	Filipstad	15
<b>Totalt</b>		<b>75</b>

1) Ett sett stalles på Filipstad på grunn av mangel på kapasitet på Stabekk.

## 8.2 Vurdering av alternative stallingsmønstre

I forbindelse med alternative stallingsmønstre må både kapasitet på aktuelle stallingsområder og sporkapasiteter vurderes. Det beregnede stallingsbehovet angir et antall motorvognsett som tas ut av trafikk per sted, mens sporkapasiteten angis i antall tog per retning. Dermed vil antall sett man kan forflytte avhenge av hvor mange sett som kan skjøtes sammen for tomtogkjøring. For lokaltogmateriellet er denne grensen 3 sett per tog. I tillegg må det vurderes om det kan være aktuelt å kjøre med påsett på noen av togene som inngår i den ordinære trafikken i driftsopplegget. Begge disse faktorene påvirker skiftarbeidet som blir nødvendig å gjennomføre når materiell tas ut av trafikk etter rush og når det settes inn igjen ved ettermiddagsrushet, noe som igjen påvirker arealbehovet.

### 8.2.1 Aktuelle flaskehals

Hvor det er mulig å stalle materiell avhenger av kapasitet i de gjennomgående korridorene. Vi har tatt utgangspunkt i situasjonen etter at dobbeltsporet mellom Lysaker og Asker er ferdig, nytt dobbelt vendespor på Stabekk er utbygd og dobbeltsporet mellom Oslo S og Ski er ferdigstilt. De viktigste flaskehalsene i infrastrukturen i dagens situasjon som ikke berøres av den planlagte infrastrukturutbyggingen er Brynsbakken på Hovedbanen og Oslotunnelen.

Brynsbakken er en betydelig flaskehals for tomtogkjøring mellom Oslo S og Nyland. I dette området skal togene til og fra Hovedbanen, Gardermobanen og Gjøvikbanen taktet og sorteres samtidig som sporvalgene avhenger av hvor på Oslo S togene skal til eller kommer fra. Dette fører til konflikterende kjøreveier som reduserer sporkapasiteten. Brynsbakken er utnyttet fullt ut i dagens situasjon, og dette endres ikke vesentlig før det eventuelt skjer en omlegging av alle hovedspor inn til / ut fra Oslo S i Gamlebyen [NSB, 1997]

En alternativ rute til Nyland kan gå via godssporet fra Loenga via Lodalen. En sentral hindring ved dette er at godssporet i dag munner ut i sørenden av Alnabru slik at materiellet må kjøre gjennom skifteområdet på Alnabru for å komme til Nyland. Alternativt må man bruke overkjøringsløyvene på Bryn for å få materiellet over på Hovedbanen. Dette alternativet forutsetter videre en ekstra vendeoperasjon på Loenga som er lite ønskelig.

Et tredje alternativ til veivalg er å kjøre tomtog langs Gjøvikbanen til Grefsen og deretter godssporet til Alnabru. Også dette alternativet forutsetter en ekstra vending (på Grefsen) og kjøring gjennom skifteområdet på Alnabru slik dagens infrastruktur er utformet. Dessuten er Gjøvikbanen enkeltsporet på kritiske deler slik at banen i praksis kun har kapasitet som et enkeltspor med 6 tog per time.

En siste alternativ rute er å kjøre via Romeriksporten til Lillestrøm og Hovedbanen tilbake til Nyland. Dette forutsetter også en vending på Lillestrøm. Kapasiteten for dette alternativet begrenses av den ledige sporkapasiteten på Hovedbanen som er på 5 tog foruten at togene må passere Brynsbakken. Dessuten vil vendingen og overkjøringen mellom Gardermobanen og Hovedbanen påvirke kapasiteten på Lillestrøm.

Oslotunnelen er en særlig omdiskutert strekning når det gjelder sporkapasitet. Vi har sett flere ulike anslag på kapasitet, men i kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c] som er lagt til grunn for våre analyser er det antatt en kapasitet på 26 tog per time hver retning i rushtrafikken. I tillegg har OS-9 ett mulig/ønskelig godstog hver vei per time også i rushtiden, noe som vil kreve en kapasitet i tunnelen på 27 tog. Dette er et høyt kapasitetstall for tunnelen sammenlignet med tall som har vært lagt til grunn i andre analyser, og må antas være maksimal kapasitet. Det ligger imidlertid utenfor dette prosjektet å gjøre ytterligere detaljerte analyser av kapasiteten på denne strekningen. For å oppnå konsistens med driftsopplegget som ligger til grunn for denne rapporten er 26 tog per time hver retning regnet som kapasitet gjennom tunnelen forutsatt at godstogene ikke inngår blant disse 26.

Oslotunnelen er sentral i vurderingen av alternative stillingsarealer, da det i praksis er umulig å få flere tog vestover gjennom tunnelen og den ledige kapasiteten østover er begrenset til 4 tog per time.

### **8.2.2 Antakelser knyttet til vurderinger av alternative stillingsmønstre**

Vurderingen av alternative stillingsmønstre baserer seg på stillingsbehovene fra worst-case kjøretider som gir stillingsbehov for 71 sett. Bakgrunnen er at dette tilfellet er uavhengig av materieltype og mest konservativt med tanke på plassbehov.

De fire første alternativene bygger på en sentraliseringstanke og kombineres derfor med det konservative stillingsscenario 1 (beskrevet i avsnitt 6.2). Det femte alternativet (Alternativ 3) baserer seg i større grad på en desentraliseringstanke og kombineres med stillingsscenario 2.

Vi har basert analysene på restriksjonene som ligger i dagens infrastruktur inkludert planlagte utbygginger (se stillingskapasiteter i vedlegg C og sporkapasiteter i vedlegg D). Unntak fra dette er en nødvendig utbygging av Stabekk stasjon for å gi den forutsatte stillingskapasiteten i stillingsalternativ 3 og forflytninger av verksteddrift tilknyttet stillingsalternativ 1 og 2. Flaskehalsene som er relevante for de ulike stillingsalternativene er identifisert.

I våre analyser er det lagt til grunn at en betydelig andel av den ekstra setekapasiteten som settes inn i rush kommer i form av påsett. Dette medfører at en stor andel av stillingsbehovet tas ut i form av enkeltsett (45 av 71 for det konservative scenariet), noe som krever skiftarbeid på de stedene hvor materiell tas ut av trafikk. Når sporkapasiteten setter begrensninger på antall tomtog

kan skjøting til færre og lengre tomtog bedre på situasjonen, men dette krever ytterligere skiftearbeide.

For mest mulig kapasitet til forflytning av materiell som skal stalles har vi antatt at motorvognsettene skjøtes sammen til maksimal lengde som er tre sett per tog. I tillegg har vi antatt at tomtog kan kjøres som påsett til tog i ordinær trafikk. Også her antas det at maksimal toglangde på tre sett vil bli benyttet. Det siste er mulig, men er en løsning som er lite ønskelig fra et driftsperspektiv da det gir et driftsopplegg som er svært sårbart.

I tråd med antagelsene over belastes de fleste naturlige stillingsstedene med skiftearbeid og behov for vending. Behovet for slike operasjoner er særlig stort på steder hvor mye materiell tas ut av trafikk. Både for scenario 1 og scenario 2 betyr dette at Oslo S og Skøyen er hardt belastet. I tillegg kjennetegnes disse områdene av at materiellet må kjøres til omkringliggende områder for å stalles. Dette betyr at spor-, vende- og skiftekapasiteten til disse stasjonene må vurderes som en helhet og sees i sammenheng med kapasiteten for de tilknyttede stillingsområdene man ønsker å benytte. For Oslo S betyr dette en detaljert vurdering av Oslo S, Haven (som et mulig skifteområde), Loenga og Lodalen. Tilsvarende må Skøyen sees i sammenheng med Bestum og Filipstad. Slike vurderinger kan samtidig vise om stillingskapasiteten til Loenga, Lodalen og Filipstad er begrenset av stillingsarealene eller av adkomstmuligheten. Vurderinger av denne typen forutsetter detaljerte sporbruksplaner og ruteplaner, og ligger derfor utenfor dette prosjektet, men bør gjennomføres ved vurderinger av nye driftsopplegg og stillingsmønstre i Oslo-området.

Gjennomførbarheten til de ulike stillingsalternativene er vurdert under forutsetning av at man finner kapasitet på Skøyen og Oslo S til å utnytte de omkringliggende stillingsarealene. For dagens ruteplan kjøres kun 5 tog per time fra Skøyen til Filipstad med bakgrunn i at vendekapasiteten på Bestum er begrensende. Tilsvarende påpekes det i kapasitetsrapporten for Oslo – Ski [Jernbaneverket, 2002 b] at vendekapasiteten på Oslo S er kritisk. Med det betydelige skiftebehovet som er skissert her økes belastningen ytterligere. Dette tyder på at begge disse områdene er potensielle flaskehalser som bør utredes nærmere.

Når det gjelder å avlaste Skøyen og Bestum er det mulig å kjøre materiellet videre vestover til Drammen da det finnes ledig spor- og stillingskapasitet. For Oslo S er det mer problematisk å finne et tilsvarende alternativ da Oslotunnelen er en flaskehals vestover og medfører at materiellet må vendes og stalles på østsiden.

### **8.2.3 Gjennomførbarhet av alternative stillingsmønstre**

Som nevnt i avsnitt 8.2.2 har vi forutsatt at det kjøres påsett på togene i ordinær trafikk dersom dette er nødvendig for å forflytte materiellet som tas ut av trafikk. Med de stillingsalternativene som foreligger er dette relevant for å bedre kapasiteten gjennom Oslotunnelen og på Hovedbanen. OS-9 inneholder to pendler på Hovedbanen og begge disse går gjennom Oslotunnelen. Begge pendlene har en frekvens på 2 tog per time utenfor rush og ett sett per tog. Innenfor den maksimale toglangden gir dette mulighet for å kjøre inntil 8 påsett til Nyland fra vestsiden av tunnelen, eller alternativt fra Oslo S. En bør være oppmerksom på at dette forutsetter både en skjøteoperasjon og en splitteoperasjon i løpet av samme tur. Dette innebærer ekstra tidsbruk og vil dermed påvirke rutetidene.

Analysen av de alternative stillingsmønstrene gir følgende resultater:



*1a) All stalling på Nyland*

Dette alternativet lar seg ikke gjennomføre i praksis, da det ikke er kapasitet til å få alle 71 settene som skal stalles opp til Nyland. 50 sett ender opp naturlig vest for Oslotunnelen og det er kun ledig kapasitet til å få 4 tog gjennom tunnelen. Med maks 3 sett pr tog gir dette 12 sett gjennom tunnelen. I tillegg antas det at 8 sett kan kjøres gjennom tunnelen som påsett. (Se beskrivelse av dette i slutten av dette avsnittet.) Til sammen er det da mulig å få 20 sett igjennom, noe som gir en kapasitetsmangel østover gjennom Oslotunnelen på 30 sett.

Videre fra Oslo S til Nyland er det også mangel på kapasitet. 21 sett ender opp naturlig på Oslo S og gitt at man hadde nødvendig kapasitet i Oslotunnelen til de 50 settene gir dette et totalt behov på 71 sett til Nyland. Det finnes ledig kapasitet for 5 tog langs Hovedbanen til Nyland, noe som med skjøting gir 15 sett. I tillegg kommer 8 sett som påsett omtalt over. Dette tilsier at det mangler kapasitet for 48 sett fra Oslo S til Nyland.

Dersom man klarte å finne sporkapasitet for alle 71 sett til Nyland ville uansett stillingskapasiteten bli et problem da vi har fått oppgitt en stillingskapasitet på 70 sett der.

*1b) Lodalen fylles opp, resten kjøres til Nyland*

Dette alternativet er heller ikke praktisk gjennomførbart av samme årsaker som nevnt over. Kapasitetsmangelen gjennom Oslotunnelen blir den samme som for alternativ 1a).

Av de totalt 71 settene som skal stalles på østsiden fylles Lodalen opp med 8 sett mens de resterende 63 settene ønskes kjørt opp til Nyland. Som beskrevet for 1a) er kapasiteten langs Hovedbanen 15 sett pluss 8 påsett hvilket gir et kapasitetsunderskudd på 40 sett.

På tross av de 8 ekstra stillingsplassene på Lodalen sammenlignet med alternativ 1a) mangler også dette alternativet stillingskapasitet på Nyland. Bakgrunnen for dette er forskjellen i verkstedstruktur for de to alternativene (se Tabell 8-2) som fører til at den totale kapasiteten for Nyland og Lodalen er på 48 sett. Dermed mangler det stillingsplass for 23 sett.

*2a) Filipstad fylles opp, resten kjøres til Nyland*

For kapasitetsvurderingene har vi lagt til grunn den delen av Filipstad som Jernbaneverket eier, hvilket gir plass til 40 sett. Dessuten har vi antatt at kapasiteten på Skøyen og Bestum og adkomsten til Filipstad gjør det mulig å utnytte hele denne stillingskapasiteten (se avsnitt 8.2.2). I dette alternativet fylles Filipstad med 40 av de 50 settene som naturlig ender på vestsiden av Oslotunnelen. De øvrige 10 settene kan kjøres gjennom tunnelen med den ledige kapasiteten på 4 tog pluss 8 påsett.

På Oslo S ender det naturlig 21 sett som sammen med de 10 settene vestfra gir et sporbehov for 31 sett til Nyland. Det finnes som nevnt for alternativ 1a) kapasitet til 15 sett pluss 8 påsett på Hovedbanen. Dermed mangler man sporkapasitet for 8 sett fra Oslo S til Nyland.

*2b) Filipstad fylles opp, deretter fylles Lodalen opp og resten kjøres til Nyland*

Også i dette alternativet antar vi at Filipstad fylles opp med 40 sett og Oslotunnelen har tilstrekkelig kapasitet for de resterende 10 settene som naturlig ender på vestsiden av tunnelen.

Som for alternativ 2a) gir dette behov for stalling av 31 sett på østsiden av tunnelen. Lodalen fylles med 8 sett hvilket gir behov for sporkapasitet for 23 sett til Nyland. Dette tilsvarer akkurat kapasiteten med 15 sett i form av 5 tomtog i tillegg til 8 påsett.

Basert på disse antakelsene er dette alternativet mulig. Ved å utnytte infrastrukturkapasiteten maksimalt er det nøyaktig nok plass til å gjennomføre stallingsmønsteret slik dette alternativet er definert. Det er imidlertid ikke en løsning som kan anbefales fra et driftsmessig perspektiv – de stramme rammebetingelsene gjør at dette alternativet i drift vil være svært lite robust.

### 3) *Desentralisering; materiellet fordeles på en rekke områder*

Da dette alternativet ble satt opp ble det tatt utgangspunkt i resultatene i Tabell 6-4 og det ble avrundet oppover for å gjøre antakelsene konservative. Dette stallingsbehovet er således etablert med bakgrunn i en løsning med stalling etter dagens mønster hvor det er tatt høyde for kapasitet i Oslostunnelen. I dag er det ingen stalling på Nyland. Dette er således et alternativ som er gjennomførbart forutsatt utbygging av Stabekk for stalling eller tomtogkjøring til Filipstad.

Analysene våre viser at det er tilstrekkelig sporkapasitet til at to av alternativene, alternativ 2b) og alternativ 3, er mulige. Det er imidlertid tvilsomt om alternativ 2b) kan gjennomføres i praksis. Alternativet utnytter tilgjengelig kapasitet maksimalt, og vil gi et lite robust driftsopplegg. Videre er det usikkert hvorvidt det lar seg gjøre å fylle opp Filipstad som antatt. Etter vår vurdering er det derfor kun alternativ 3 som vil være gjennomførbart.

## 9 Oppsummering og diskusjon

Endringer i arealtilgangen kan ha stor innvirkning på muligheten for effektiv togvirksomhet på sikt. Samtidig er det lite rom for feilsteg, da det er svært liten mulighet for å kjøpe tilbake områder som er avstått, særlig i attraktive områder som Oslo sentrum. Dette er bakgrunnen for at antakelsene i dette prosjektet har vært relativt konservative med tanke på arealbehov sentralt. I dette kapitlet ønsker vi å diskutere litt rundt betydningen av antakelsene vi har basert analysene på, samt oppsummere hovedresultater.

### 9.1 Driftsopplegg

Jernbaneverkets arealstrategi vil ha konsekvenser på betydelig lengre sikt enn hva det finnes produksjonsplaner for. Derfor er det viktig å ikke ta beslutninger som hindrer muligheten for andre driftsopplegg i framtiden. Driftsopplegget er styrende for både materiellbehov og stallingsbehov slik at et stallingsmønster ikke kan bestemmes uten antakelser om et driftsopplegg. For å kunne konkretisere stallingsbehovet var det derfor nødvendig å ta utgangspunkt i et bestemt driftsopplegg, og det ble i disse analysene valgt å ta utgangspunkt i OS-9. Kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c] inneholder flere driftsopplegg som dekker ulike faser i de planlagte utbyggingene av dobbeltspor Oslo S – Ski og Lysaker – Asker og nytt dobbelt vendespor på Stabekk. OS-9 er et alternativ som er langsiktig og tar utgangspunkt i situasjonen etter at disse utbyggingene er fullført. Et annet driftsopplegg, OS+B-11, forutsetter i tillegg utbygging av Bryndiagonalen. Denne utbyggingen er usikker og forventes få liten innvirkning på stallingsbehovet i sentrum ettersom Bryndiagonalen i stor grad er tenkt å skulle benyttes av godstog og togene på denne strekningen ikke kjører inn til sentrum i det hele tatt.

Ettersom øvrige deler av driftsopplegget for OS+B-11 er identisk med OS-9 har vi i samråd med Jernbaneverket valgt å legge OS-9 til grunn for analysene.

OS-9 bygger på en rutestruktur som i stor grad ligner på dagens ruteplaner, men med økte frekvenser. Målet ved utviklingen av driftsopplegget har vært en tilpasning til et forventet markedsbehov og ikke en maksimal utnyttelse av sporkapasiteten. Dette innebærer at en full dobbeltsporutbygging i Vest- og Sørkorridoren vil gi rom for høyere frekvenser enn det som er angitt i OS-9. Dette gjelder særlig i Sørkorridoren, og høyere frekvenser vil gi økt stallingsbehov. Dette er en faktor som bør tas med i betraktningen ved strategiske beslutninger rundt Jernbaneverkets arealer i Oslo-området.

Det arbeides med flere ulike driftsopplegg for framtidig togdrift. I forbindelse med utredninger knyttet til Oslopakke 2 vurderes i ett av alternativene et driftsopplegg med en ny type materiell som er mindre og lettere enn Type 69 og 72 som vi har brukt. Dette driftsopplegget har ikke egne rushtidspendler, det antas høyfrekvente pendler med samme frekvens både i og utenfor rush. Imidlertid ønsker man å splitte togene i vendepunktene slik at mengden materiell som benyttes utenfor rush er mindre. Stallingsarealer må da tilrettelegges ved pendlenes ytterpunkter. I forhold til vurdering av arealbehov i sentrale deler av Oslo er dette alternativet svært ulikt det vi har lagt til grunn, dette driftsopplegget vil resultere i minimalt behov for stalling i sentrale deler av Oslo og er således ikke konservativt med hensyn på vurdering av stallingsbehov i Oslo-området.

## **9.2 Materielle typer**

Antakelse om bruk av materiell har betydning for kjøretider, sporkapasitet og plassbehov ved stalling. Vi har lagt egenskapene til dagens lokaltogmateriell (Type 69 3-vognsett og Type 72) til grunn i våre beregninger. Materiell med vesentlig andre egenskaper vil gi andre kjøretider, sporkapasiteter og plassbehov. Eksempelvis vil mindre og lettere materiell med høy akselerasjon kunne redusere kjøretidene og dermed også materiellbehovet. Sammenhengen mellom kjøretider og materiellbehov avhenger av terskelverdier, og Tabell 6-1 og Tabell 6-2 viser at relativt små endringer (1-2 min) vil virke inn på materiellbehovet for mange pendler. I forhold til stallingskapasitet vil lengden på settene ha betydning. Dersom man kan kjøre med kortere sett uten å øke antallet vil dette naturligvis kunne redusere arealbehovet ved stalling.

## **9.3 Sporkapasitet**

I analysene vi har gjort har vi lagt til grunn antakelser om kapasitet på infrastrukturen tilsvarende det som er lagt til grunn ved utarbeidelse av OS-9. Endringer i infrastruktur som resulterer i økt kapasitet for flaskehalsene vi har identifisert kan resultere i at flere av de skisserte stallingsalternativene blir gjennomførbare. En eventuell gevinst ved arealavgivelse kan anvendes til utbedring av flaskehalsen i infrastrukturen. Vi har ikke tatt stilling til hvilke infrastrukturtiltak som kan gjennomføres for å unngå flaskehalseffektene. Ved langsiktige beslutninger rundt arealstrategi med betydelige økonomiske konsekvenser bør også slike vurderinger ligge til grunn.

## **9.4 Stallingskapasitet**

I beregningene har Jernbaneverket levert stallingskapasiteter for de ulike områdene. Utnyttingsgraden av sporarealene avhenger av utformingen, sporarealene, tilknytning til øvrig infrastruktur, rutetabell, materielltyper med mer. Det har ikke vært mulig å gå inn på dette i dette prosjektet, men analyser av sammenhengen mellom disse faktorene og reell stallingskapasitet er interessant i diskusjon av arealbehov og arealutnytting.

### 9.5 Oppsummering

Innenfor rammene av antakelsene beskrevet i denne rapporten kan følgende observasjoner gjøres fra analysene i prosjektet:

- Det naturlige stallingsbehovet på Oslo S fyller stallingskapasiteten for de nærliggende områdene
- En betydelig andel av stallingsbehov vest for Oslostunnelen forskyves til Stabekk og krever utbygging av stallingskapasitet her eller tomtogkjøring til Filipstad.
- Det vil fortsatt være behov for stallingskapasitet for lokaltogmateriell på begge sider av Oslostunnelen da tunnelen er en flaskehals for tomtogkjøring i begge retninger.
- Det er betydelige mangler i sporkapasitet mellom Oslo S og Nyland som hindrer god utnyttelse av Nyland som stallingsområde.
- Områdene Oslo S og Skøyen med tilknyttede stallingsområder blir hardt belastet og kapasiteter her bør studeres nærmere.

## 10 Referanser

Aschehoug og Lauritzen

*Kvantifiserte effekter vedrørende innfasing av Type 72 i lokaltrafikken på Østlandet.*  
Rapport datert 12.11.02.

Jernbaneverket

*Prosjektprogram for prosjektet "Arealstrategi i Oslo-området (ASIO)"*  
Utredning utarbeidet av Jernbaneverket Region Øst Plan 98/840 IO 034 av 20. juni 2002 a.

Jernbaneverket

*Kapasitetsvurderinger for dobbeltsporutbyggingen Oslo – Ski.*  
Rapport utarbeidet av Jernbaneverket Utbygging i juni 2002 b.

Jernbaneverket

*Kapasitetsvurderinger Skøyen – Asker, og mulig nytt vendespor Stabekk.*  
Rapport utarbeidet av Jernbaneverket Utbygging i juli 2002 c.

NSB

*Revidert arealstrategi for NSB i Osloområdet*  
Notat utarbeidet av NSB Drift og Teknikk og NSB Eiendom datert 29.05.00

NSB

*Arealstrategi for styrket togdrift. NSB Eiendoms forslag til arealstrategi for eiendommene i Oslo. Handlingsplan og prinsipper for fremtidig arealbruk.*  
Notat utarbeidet av NSB Eiendom datert 24.03.98

NSB

*Arealstrategi for styrket togdrift. NSB Eiendoms forslag til arealstrategi for eiendommene i Oslo.*  
Rapport utarbeidet av NSB Eiendom i samarbeid med AS Civitas datert 17.12.97

Samferdselsdepartementet,

*Anbud og konkurranse om sporet.*  
Rapport fra en arbeidsgruppe nedsatt av Samferdselsdepartementet. Fase 1.  
September 2002.

Skartsæterhagen, S,

*Kapasitet på jernbanestrekninger.*  
NSB Banedivisjon, udatert.

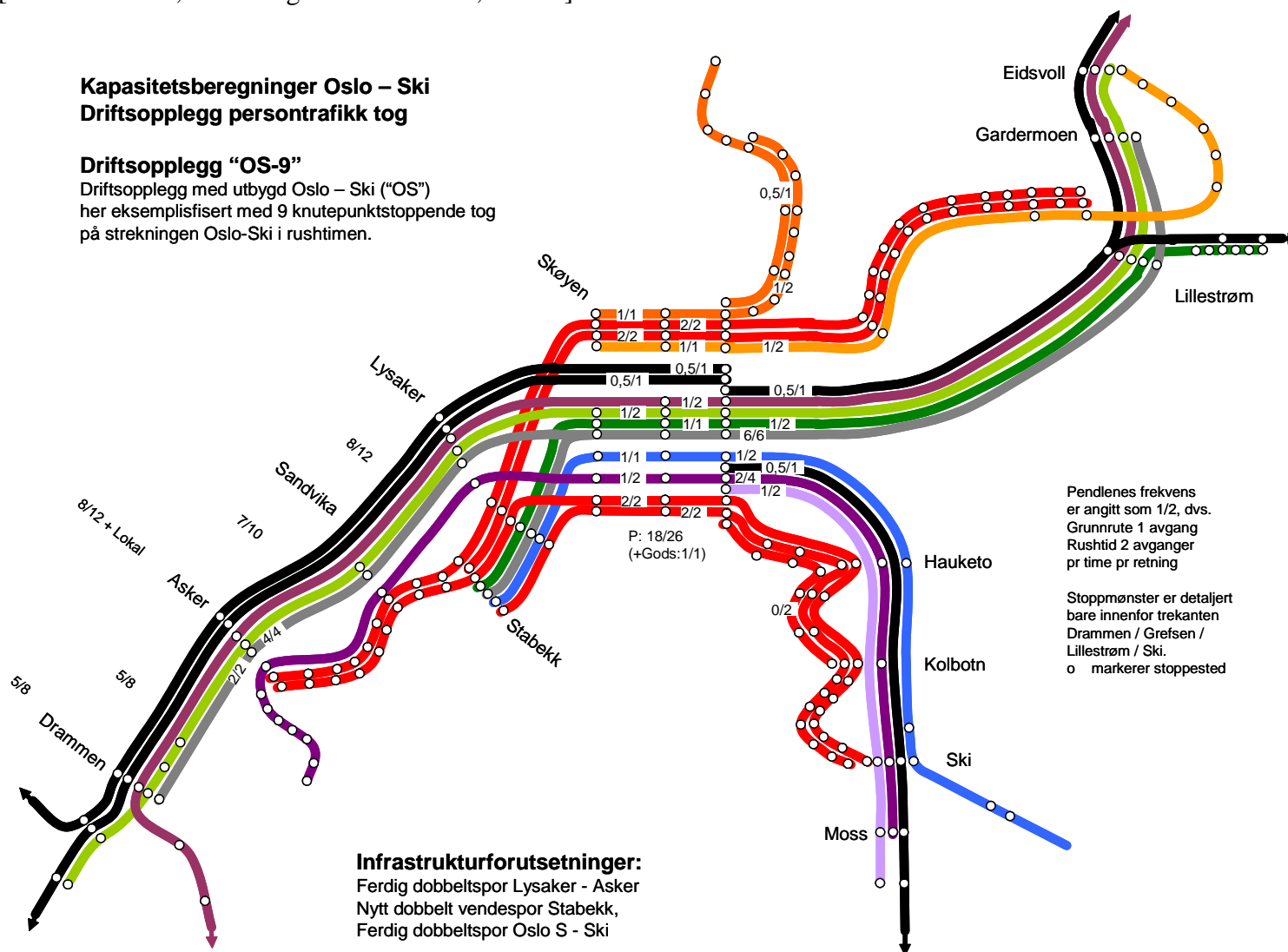
## Vedlegg A Skisse av driftsopplegg OS-9

[Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c]

### Kapasitetsberegninger Oslo – Ski Driftsopplegg persontrafikk tog

#### Driftsopplegg "OS-9"

Driftsopplegg med utbygd Oslo – Ski ("OS") her eksemplifisert med 9 knutepunktstoppende tog på strekningen Oslo-Ski i rushtimen.



## Vedlegg B Oversikt over kjøretider

Strekning	Materielltype	Sannsynlig <sup>1)</sup>	Worst-case <sup>2)</sup>
Ski – Stabekk	69	00:43:54	00:44:38
Kolbotn – Oslo S	69	00:17:36	00:17:51
Ski – Asker	69	01:03:29	01:05:25
Moss – Oslo S	72	00:41:18	00:42:34
Moss – Spikkestad	72	01:27:56	01:29:12
Mysen - Oslo S	72	00:49:55	00:49:55
Mysen – Stabekk	72	01:02:05	01:02:05
Årnes - Oslo S	72	00:47:25	00:47:25
Årnes – Stabekk	69	00:59:25	00:59:35
Kongsberg – Eidsvoll	72	01:48:37	01:48:41
Eidsvoll - Oslo S	72	00:52:28	00:52:28
Eidsvoll - Skøyen	69	00:58:41	00:58:51
Lillestrøm – Stabekk	69	00:39:43	00:39:53
Lillestrøm – Asker	69	00:59:18	01:00:40
Jaren - Oslo S	69	00:14:14	00:14:14

1) Kjøretiden med den forventede materielltypen på strekningen (angitt i kolonnen ”Materielltype”)

2) Kjøretiden for den av lokaltogtypene (Type 69 og 72) som bruker mest tid på strekningen.

I tråd med kapasitetsrapportene [Jernbaneverket, 2002 b og Jernbaneverket, 2002 c] er det ikke skilt på retning ved beregning av kjøretid.

Tabellen inneholder kjøretider inkludert holdetider. I tillegg kommer vendetid på 10 minutter, buffertid på 2 minutter. De pendlene hvor det trengs splitting kommer også en splittetid på 5 minutter.

For enkelte stasjoner har man en kjøretid fra plattform til vendestedet. Dette gjelder:

- Skøyen: 3 min
- Stabekk: 2 min
- Asker: 1 min
- Ski: 1 min

## Vedlegg C Oversikt over stallingskapasitet

Antall motorvognsett for lokaltogtrafikk (i ”generelle sett” der 69 og 72 anses som likeverdige) som kan hensettes i naturlige driftspauser.

	I dag	Framtidig	Kommentar
1. Oslo S	0	0	<b>PÅ</b> Oslo S. Tilliggende arealer (Gudbrandsida, arealer mot Haven, Klypen etc. forutsettes ikke lenger tilgjengelige)
2. Lodalen	0	0/8	Ikke ledige arealer utover det som disponeres av Flytog, Signatur, Agenda. Dersom toghallen frigjøres for stalling: 8 Se kommentar nedenfor
3. Loenga	11	10	Hva skal vi forutsette av ’oppdrydding’ i <sup>1)</sup> spor og <sup>2)</sup> hensetting av ting og tang ? Hvilken annen bruk av Loenga skal vi forutsette ? Se merknader nedenfor.
4. Haven	10	10	Forutsetning: Haven IKKE ’øremerket’ for én mtrl.type. Men hva vil prioriter-/fordelingskriteriene være ?
5. Skøyen	0	0	På selve stasjonsområdet og tilliggende spor.
6. Bestum	<b>0</b> (23)	<b>0</b> (13?)	I praksis <b>0</b> – se kommentar nedenfor
7. Filipstad	67	67/40	67 Forutsetter at rubb&rake av spor benyttes, og 75% av tilgjengelige spormetre er praktisk utnyttbart. 40 når kun JBV’s 11 spor regnes.
8. Stabekk	0	0/12	Vil ikke gi plass for hensetting – bare snuing av tog med planen fra OS-9. Mulig utbygging for stalling kan gi kapasitet 12.
9. Alnabru	25??	25??	Hva er rimelig å regne kan disponeres til lokaltogmateriell ?
10.Nyland		40-50/70	Med verksted 40-50, uten verksted inntil ca. 70. Se kommentar nedenfor
11.Alle områder til og med Gulskogen	30	30	I Drammensområdet. Se kommentar nedenfor
12.Alle ...tom. Lillestrøm	13	13 ??	I praksis bare Lillestrøm. Se kommentar nedenfor
13.Alle ... tom. Ski	25	25 ???	På Ski. Se kommentar nedenfor
14.Langsg Spikkestadlinja	0	0	Se kommentar nedenfor
15.Langsg Gjøvikbanen til og med Nittedal	0	0	Se kommentar nedenfor
16.Kongsberg		7	Se kommentar nedenfor
17.Moss		4	Se kommentar nedenfor
18.Myrvoll		1	Asplan Viak



**Noe mer utdypende kommentarer:**

Alle steder gjelder at 'antall togsett' er et temmelig teoretisk tall. Full utnyttelse av alle spor kan bety svært mye ekstra skiftearbeid. Mer jo flere lange spor man har. En svært grov 'tommelfingerregel' er at man i praksis kan operere med 75% av det antall sett som det teoretisk er plass til. Denne regelen er benyttet på Filipstad, som teoretisk kan ha plass til et meget stort antall togsett (ca 90).

Vurderingene er i all hovedsak gjort ut fra sportegninger i Region Østs tegningsarkiv. Det er i tillegg gjort noen kontroller mot andre kilder. (Numrene på kommentarene refererer til radnumre i tabellen over.)

2. Kilde: AVAS/RBS
3. Disponeringen av sporarealer på **Loenga** er ikke nærmere studert her. Mange ukjente faktorer ift. hva som kan bli behovet. Vi forutsetter en sporplan for Loenga der det etter sanering finnes 10 spor på Loenga. Brukerne av Lodalen (lang- og mellomdistanse osv.) disponerer også spor på Loenga, som i hovedsak benyttes til vogner (dvs. ikke motorvognsett) – f.eks. med skader, til helginnsats osv. Dessuten noe trafikk til/fra havna (drivstofftog etc.). Det synes relativt forsiktig å regne at 3-4 korte spor på Loenga (spor 2-5) kan disponeres til hensetting av lokaltog-materiell. Dette gir plass for 10-12 vognsett.
6. **Bestum** har i dag 6 spor, hvorav 2 trafikkspor, og vil (etter dagens planer) få 7 spor, hvorav 4 blir trafikkspor. Hvis vi kaller 'ikke trafikk-sporene' for 'snuspor', kan vi altså regne å ha 4 snuspor i dag, og 3 i framtida. I følge sportegninger har disse plass for hensetting av ca 23 lokaltogsett. Sporbehov ifm. snuing av tog og tog inn/ut av trafikk til/fra Filipstad gjør at denne sporplassen i praksis ikke kan benyttes til hensetting av togmateriell. Altså **0** – null – hensettingskapasitet.
10. Nye spor og god sportilkomst (fra sørvest) anlegges. Kilde: AVAS/RBS
11. På **Drammenbanen** Oslo S – Gulslogen er det (foruten Skøyen, Bestum og Stabekk som allerede er omtalt) bare sporplass for hensetting i Drammensområdet (Skamarken, Sundland osv.). Uten å skille nærmere mellom enkeltområdene i Drammen angis hensettingskapasiteten til 'minst 30 togsett'.
12. På den gamle **Hovedbanen** Oslo S – Lillestrøm synes det å være noe sporplass på Strømmen og Lillestrøm (foruten Grorud og Alnabru som er omtalt under egne punkt (9 og 10)). På Strømmen er det en del sporplass knyttet til sidespor til Strømmen verksted (kan neppe disponeres) + plass til 1 lokaltogsett. Som på Grorud (se ovenfor) vil det gjøres en sporsanering som vil fjerne evt. ledige hensettingsområder. På Lillestrøm anslås tilgjengelig sporplass (nordøst for stasjonen, langs Kongsvingerbanen) til å kunne gi plass for maks. 13 togsett.
13. På **Østfoldbanen** Oslo S – Ski synes det bare å være sporplass for hensetting på Ski. I følge en 'ikke ajourholdt sporplan' er det på Ski plass til hensetting av ca. 25 lokaltogsett.
14. På **Spikkestadlinja** er det i praksis ikke tilgjengelig sporplass for hensetting.
15. På **Gjøvikbanen** til og med Nittedal synes det å være noe sporplass på Grefsen, Movatn og Nittedal. På Grefsen gjøres det en ombygging for å gi plass for T-baneringen. Etter ombyggingen vil det ikke bli plass for hensetting på Grefsen. Movatn og Nittedal synes å kunne gi plass til hhv. 3 og 2 togsett hver. Pga. behov for sikring og annen tilrettelegging antar vi at disse stedene blir for små til å kunne utnyttes.
16. Noe sporarbeid nødvendig (innlegging av 1 sporveksel). Kilde: togeksped. Kongsberg
17. Elektrifisering av 1 hensettingsspor. Kilde: TogeKsped. Moss

## Vedlegg D Oversikt over sporkapasiteter

	Drammen - Asker	Spikkestad - Asker	Asker - Sandvika	Sandvika - Stabekk	Stabekk - Lysaker	Lysaker - Skøyen	Skøyen - Oslo S	Oslo S - Kolbotn	Kolbotn - Ski	Oslo S - Lillestrøm	Oslo S - Jaren	Godsspor til Alnabru Sør
Nytt spor / Romeriksp			14	14	14			14	14	<b>16</b>		
Gml. spor / Hovedb.			<b>12</b> <sup>1)</sup>	<b>12</b>	<b>12</b>			<b>12</b> <sup>2)</sup>	<b>12</b>	<b>10</b>		
<b>Totalt</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	26	26	26	26 <sup>3)</sup>	26	26	26	26	<b>6</b>	<b>4</b>

1) På grunn av stor forskjell i kjøretid (knutepkt Spikkestadlinja vs fullstopp) har kapasitetsrapportene kun 6 tog. Utenom rush reduseres frekvensen på knutepkt-togene slik at kapasiteten øker

2) Kapasiteten på denne strekningen begrenses av vendekapasiteten på Oslo S hvor kapasiteten er 6 (kapasitetsrapportene). Øvrig del av strekningen er kapasiteten 12.

3) Denne kapasiteten er ikke 100% klarlagt (BanePartner jobber med saken), men det antas 26 vil være mulig med enkle infrastrukturendringer

Tall angitt i fet skrift er gitt fra Jernbaneverket ved H. P. Krane, N. Hansegård og A. Hovland. Øvrige verdier stammer fra kapasitetsrapportene.