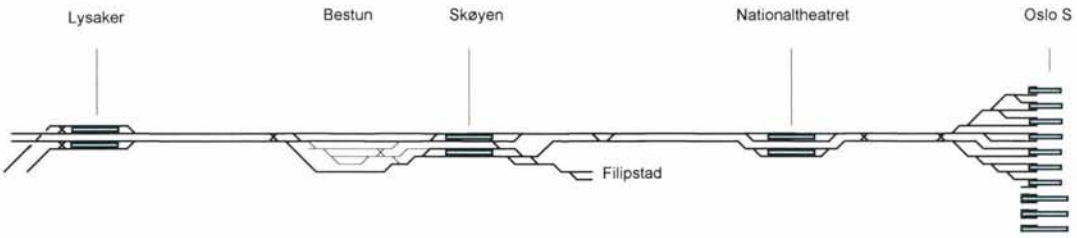
q656.22 JBV Fre

Kapasitet Oslo S – Lysaker

Kapasitetsanalyse av overbelastet infrastruktur



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarbeidet av	Oppdragsgiver
01	Høringsutgave	06.03.2009	Utbygging	Marked
			Strekning	**Tema**
Sign.			Oslo S - Lysaker	Kapasitet 2012 , fase I
Jernbaneverket			DocuLive: 200605595	

Forord

Jernbaneverket Marked Ruteplan (MR) er kommet til at det – selv etter samordning av togselskapenes kapasitetsforespørsler – verken er eller vil være tilstrekkelig ledig kapasitet i Oslotunnelen til å kunne tilfredsstille togselskapenes samlede etterspørsel etter kapasitet. Dette samsvarer med situasjonsbeskrivelsen i "Fordelingsforskriftens" § 7-9. *Overbelastet infrastruktur.*

På grunn av ovennevnte situasjon erklærte Jernbaneverket i 2007 at Oslotunnelen var overbelastet *i rushtid.* Erklæringen utløser en plikt for JBV til å iverksette og sluttføre en nærmere beskrevet prosess innenfor lovbestemte frister. Fordelingsforskriftens § 7-9, beskriver det neste trinnet i prosessen slik:

"For infrastruktur som er blitt erklært overbelastet, skal infrastrukturforvalteren foreta en kapasitetsanalyse i henhold til § 7-13.

Kapasitetsanalysens innhold er gitt i fordelingsforskriftens *§ 7-13 Kapasitetsanalyse av infrastrukturen,* som sier:

"Kapasitetsanalysen skal avklare årsakene til overbelastningen og angi hvilke tiltak som kan treffes på kort og mellomlang sikt for å redusere overbelastningen. Kapasitetsanalysen skal omfatte infrastrukturen, driftsprosedyrene, arten av de ulike trafikkformer på infrastrukturen, samt virkningen av alle disse faktorene på infrastrukturkapasiteten. Tiltakene som skal overveies omfatter særlig omruting av trafikk, endring av ruteplanen, hastighetsendringer og forbedringer av infrastrukturen."

I forbindelse med transportetatenes arbeid med NTP 2010-19 skal Jernbaneverket fordele investeringsbehovene på programområdene Stasjoner/knutepunkter, Sikkerhet og Kapasitet/Gods i Handlingsprogrammet. Som et grunnlag for prioriteringer for Kapasitet/Gods, er det planlagt flere strekningsvise utredninger, hvor herværende utredning Oslo S – Lysaker også er én av disse.

Jernbaneverket Marked har gitt Utbygging i oppdrag å utrede kapasitetsforholdene på strekningen Oslo S – Lysaker. Det skal utarbeides en kapasitetsanalyse og en tilhørende kapasitetsforbedringsplan. Denne utredningen inneholder en kapasitetsanalyse og en kapasitetsforbedringsplan (fase 1) der kortsiktige tiltak er identifisert, men ikke kostnadsberegnet eller tidsplanlagt.

Prosjektet ser på kortsiktige tiltak som kan være gjennomført for ruteplan 2012. Denne utredningen beskriver i en fase I hvilke kapasitetsbegrensninger som i dag finnes på strekningen Oslo S – Lysaker og identifiserer tiltak som kan gjøres innen 2012. En fase II vil beskrive tiltak i mer detalj og investeringsbehov.

Rapporten er utarbeidet av Jernbaneverket Utbygging/Prosjekttjenester/Plan og analyse med følgende prosjektorganisasjon: Prosjektansvarlig Per Arne Fredriksen, prosjektleder Terje S Vegem, ansvarlig kapasitetsanalyse Svein Skartsæterhagen og prosjektledertrainee Monica Fors.

Forslagene til infrastrukturtiltak har blitt utarbeidet av en gruppe bestående av

- Kjell Holter, BTSS
- Morten Rasch, TTG
- Svein Skartsæterhagen, UPP
- Knut Solemsli, BRØBSO
- Rune Vorkinn, BTPS

Det har vært kontakt med NSB og Flytoget.

Oslo, mars 2009

Per Arne Fredriksen
Prosjektansvarlig

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG 5

1 BAKGRUNN, HENSIKT OG MÅLSETTINGER 15

1.1 Bakgrunn 15
1.1.1 Kapasitetsanalyse 15
1.1.2 Kapasitetsforbedringsplan 16

1.2 Hensikt 17

1.3 Målsettinger 17
1.3.1 Overordnede mål 17
1.3.2 Utredningens mål 17

2 PREMISSER OG BEHOV 18

2.1 Analysens strekningsområde 18

2.2 Trafikksituasjonen 18
2.2.1 Dagens trafikksituasjon 19
2.2.2 Ruteplan 2012 19

2.3 Tidsperspektiv 20

3 KAPASITETSPROBLEM I DAG OG NÆR FRAMTID 21

3.1 Forsinket utløsning av signalstrekning 21

3.2 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker) 21
3.2.1 Oslo S – Nationaltheatret 21
3.2.2 Nationaltheatret 22
3.2.3 Nationaltheatret – Skøyen 22
3.2.4 Skøyen med snustasjon 23
3.2.5 Skøyen – Lysaker og forbindelsen til Filipstad 25
3.2.6 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon) 26

3.3 Østlig retning (Lysaker - Oslo S) 27
3.3.1 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon) 27
3.3.2 Lysaker – Skøyen og forbindelsen til Filipstad 27
3.3.3 Skøyen med snustasjon 27
3.3.4 Skøyen – Nationaltheatret 28
3.3.5 Nationaltheatret 28
3.3.6 Nationaltheatret – Oslo S 28
3.3.7 Forholdene på Oslo S 29

3.4 Forhold uavhengig av retning 30
3.4.1 Signalstrekninger med flest stopp i Oslo-området 30
3.4.2 Vending og stalling 31
3.4.3 Oppholdstider 31

4 FORSLAG TIL KAPASITETSFORBEDRENDE TILTAK 32

4.1 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker) 32
4.1.1 Oslo S – Nationaltheatret 32
4.1.2 Nationaltheatret 32
4.1.3 Nationaltheatret – Skøyen 32
4.1.4 Skøyen, uavhengige togbevegelser 34
4.1.5 Skøyen - Bestun, sporvekselendring 37
4.1.6 Skøyen - Bestun, andre tiltak 38
4.1.7 Forbindelse Filipstad 38
4.1.8 Skøyen – Lysaker 39
4.1.9 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon) 39

4.2 Østlig retning (Lysaker - Oslo S) 39
4.2.1 Nytt hovedsignal Stabekk - Lysaker 39
4.2.2 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon) 41
4.2.3 Nytt hovedsignal Lysaker – Skøyen 41
4.2.4 Forbindelse Filipstad 45
4.2.5 Skøyen med Bestun snustasjon 45
4.2.6 Skøyen – Nationaltheatret 45
4.2.7 Nationaltheatret 45
4.2.8 Nytt hovedsignal Nationaltheatret – Oslo S 45
4.2.9 Nye dekningsgivende dvergsignaler mot Oslo S 48
4.2.10 Hastighet i tunneltrakta 50

4.3 Forhold uavhengig av retning 51
4.3.1 Vending og stalling 51
4.3.2 Oppholdstider 51
4.3.3 Andre tiltak for å effektivisere gjennomstrømningen 52
4.3.4 Tiltak for omruting av godstog (færre godstog i kritisk område) 52

5 EFFEKTER AV TILTAKENE 54

5.1 Togfølgetider 54

5.2 Strekningskapasitet 57

5.3 Signalstrekninger med flest stopp 59

6 ANBEFALINGER FOR STREKNINGEN 60

6.1 Tekniske tiltak infrastruktur 60
6.1.1 Fjerne / redusere forsinket utløsning av signalstrekning. 60
6.1.2 Etablere 3 nye hovedsignal for kjøring mot øst. 60
6.1.3 Etablere sikkerhetssone Skøyen for kjøring mot vest 60
6.1.4 Endre automatiske togveglegging 61

6.2 Operative tiltak 61

6.3 Infrastrukturtiltak utenfor prosjektområdet 61

7 ANDRE TILTAK SOM SKAL OVERVEIES 62

7.1 Omruting av trafikk 62

7.2 Endring av ruteplanen 62

7.3 Hastighetsendringer 62

8 VIDERE ARBEID 64

8.1 Kostnadsestimering og detaljering av identifiserte tiltak 64

8.2 Ytterligere tiltak innen R2012 64
8.2.1 Oppholdstider 64
8.2.2 Repeterbaliser 64

8.3 Tiltak på litt lengre sikt 64
8.3.1 Ventespor (magasinspor) for godstog 64
8.3.2 Kortere blokkstrekninger 64
8.3.3 Regelverk 65
8.3.4 ERTMS 65

9 REFERANSER 66

10 VEDLEGG 67

10.1 Beregninger ang. kjøring fra Filipstad 67

10.2 Togfølgegrafer for dette prosjektet 70
10.2.1 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker), nåværende situasjon 71
10.2.2 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker), forbedret 72
10.2.3 Østlig retning (Lysaker - Oslo S), nåværende situasjon 73
10.2.4 Østlig retning (Lysaker - Oslo S), forbedret 74

Sammendrag

Bakgrunn

Jernbaneverket Marked Ruteplan (MR) er kommet til at det – selv etter samordning av togselskapenes kapasitetsforespørsler – verken er eller vil være tilstrekkelig ledig kapasitet i Oslotunnelen til å kunne tilfredsstille togselskapenes samlede etterspørsel etter kapasitet. Dette samsvarer med situasjonsbeskrivelsen i "Fordelingsforskriftens" § 7-9. *Overbelastet infrastruktur.*

Jernbaneverket erklærte i 2007 at Oslotunnelen var overbelastet[1] *i rushtid.* Erklæringen utløser en plikt for JBV til å iverksette og sluttføre en nærmere beskrevet prosess innenfor lovbestemte frister. Fordelingsforskriftens § 7-9, beskriver prosessen slik:

"For infrastruktur som er blitt erklært overbelastet, skal infrastrukturforvalteren foreta en kapasitetsanalyse i henhold til § 7-13.

Utredningens hensikt og mål

Hensikten med utredningen er å studere mulige tiltak som relativt omgående kan forbedre kapasiteten, knyttet opp til ruteplan 2012. Kapasitetsanalysen av utredningen, vurderer dagens infrastruktursituasjon og analyserer togframføringen. Kapasitets*analysens* årsaksforklaringsdel avgrenses *geografisk* til strekningen Oslo S – Skøyen - Lysaker. Manglende kapasitet beskrives og inndeles i vestlig respektive østlig retning og kategoriseres under stasjoner og linjer med følgende inndeling:

- Forholdene på Oslo S
- Oslo S – Nationaltheatret
- Nationaltheatret
- Nationaltheatret – Skøyen
- Skøyen med snustasjon
- Skøyen – Lysaker og forbindelsen til Filipstad
- Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

Kapasitetsmålene er:

- Kort sikt (2012): rutemessig 30 tog/time i rush
- Lengre sikt: rutemessig 30 tog/time hele dagen

- Kort sikt (2012): teknisk minste togfølgetid: 90s
- Lengre sikt: teknisk minste togfølgetid: 72s

[1] Se JBVs årsmelding 2004 s 19 og JBVs Network Statement (2006) art 4.4.3.2.

Forslag til kapasitetsforbedrende tiltak

Vestlig retning (Oslo S - Lysaker)

Oslo S – Nationaltheatret

Alle sporvekslene i trakta tåler 60 km/h, men for å få utnyttet dette er det ikke nok med vanlig (trekantet) hastighetsskilt for 60 km/h fordi det er et sporkryss mellom trakta og neste hovedsignal, og dette tåler bare 40 km/h i avvik. For spor 7 som er rettspor, kan det skiltes fast hastighetsskilt for 60 km/h som gjelder ved kjøring i rettspor, og ved togveg i avvik (som da entydig betyr avvik i sporkrysset) gjelder vanlig hastighet i avvik (40 km/h). For alle de andre sporene vises samme signal (ett grønt) enten togvegen kun inneholder sporveksler som tåler 60 km/h i avvik eller om det også inngår avvikekjøring i sporkrysset som medfører 40 km/h. For å skille mellom disse tilfellene trengs det et variabelt hastighetsskilt (lysende "4" eller "6") på hovedsignalene fra spor 2 - 6 og spor 8 mot tunnelen. På disse signalene er det allerede et variabelt hastighetsskilt som kan vise "3" som betyr 30 km/h *i hele tunnelen*. Den nye hastighetsskiltene må derfor utformes på en måte som skiller seg fra det nåværende, siden disse gjelder for ulike strekninger.

Nationaltheatret

Forsinket utløsning av signalstrekning:
Utløsning av signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 133 / 135) endres til å skje 150m etter signalet. Dette reduserer togfølgetiden med ca. 5s.

Nationaltheatret – Skøyen

På denne delstrekningen ble det fjernet ett signal (for hvert spor og retning) i forbindelse med utbyggingen av Nationaltheatret til 4 spor. Det vil øke kapasiteten på denne delstrekningen å re-etablere den gamle signalplasseringen. Dette er ikke vurdert som presserende på kort sikt, fordi andre forhold og delstrekninger er mer begrensende, men det kan bli aktuelt senere.

Men det som er svært viktig å gjøre snarest mulig er å få vanlig utløsning av blokkstrekningen mellom signalene 161/163 og 141/143.

Denne blokkstrekningen er i dag den klart mest begrensende blokkstrekningen i vestlig retning i Oslo-tunnelen. Tiltaket vil redusere togfølgetiden gjennom tunnelen med ca. 15s. For delstrekningen Nationaltheatret - Skøyen isolert sett er reduksjonen i togfølgetid på hele 25s.

Skøyen, uavhengige togbevegelser

Stasjonen må endres noe slik at sporbruk på stasjonen blir lik den som anvendes på Nationaltheatret med annenhver gang kjøring til plattform, kan innføres. For å gjennomføre dette kreves flytting av signaler og sporsløyfen rett etter plattform for vestgående tog. I dag er det for kort sikkerhetssone for tog fra høyre spor (spor I) til snustasjon som da stenger for samtidig innkjøring til venstre spor (spor II).

Siden dette tiltaket gir tilstrekkelig sikkerhetssone for uavhengig togveglegging, kan begge vestgående spor brukes uavhengig av hvor togene skal videre. Dermed kan alle ruteleier utnyttes like effektivt. For å få full effekt av dette må den automatiske togvegleggingen gjøres på samme måte som for Nationaltheatret i dag.

Tiltaket har en viss sammenheng med sporvekselendring i vestenden av Bestun som vil medføre at det blir omtrent samme kjøretid fra Skøyen til Lysaker, uavhengig av hvilket plattformspor toget benytter.

Skøyen - Bestun, sporvekselendring

Sporvekslene lengst vest på Bestun er bare for 40 km/h i avvik. Dette er vel en gammel sporsløyfe fra den gang dette var de to hovedsporene på Drammenbanen. I R2012 vil imidlertid denne sporsløyfen bli brukt for annethvert tog, og siden den ligger ca. 1 km fra Skøyen plattform, blir det et merkbart tidstap pga. den lave hastigheten.

Tidstapet for et tog i avvik over sporsløyfen med max 40 km/h er ca. 20s, forutsatt at toget akselerer normalt opp til linjehastighet ut fra Skøyen før det bremser ned mot sporsløyfen.

Et slikt tidstap øker togfølgetider for et tog i rettspor etter et tog i avvik (over sporsløyfen) med ca. 20s, mens det blir uendret for et tog i avvik etter et tog i rettspor. Den gjennomsnittlige togfølgetiden reduseres altså med ca. 10s pga. ved utskifting av denne sporsløyfen.

Hvis toget i stedet ikke kjører raskere enn 40 - 50 km/h fra plattform til sporsløyfen, kan tidstapet og endringen i togfølgetid bli opptil dobbelt så stor.

Utskiftingen av denne sporsløyfen til 1:14-sporveksel(er) er forutsatt i de beregninger av togfølgetider som er gjort for andre tiltak på denne strekningen.

Skøyen - Bestun, andre tiltak

I dag forekommer det i blant at materiell fra ankommet tog som skal skiftes til Bestun snustasjon står lengre ved plattform Skøyen enn de gjennomgående togene. Dette kan bl.a. skyldes personalbytte, sluttvisitasjon av toget og/eller at det er kapasitetsproblem i snustasjonen.

Personalbytte, må flyttes til andre steder enn stasjonen Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker.

Etter 2012 vil det bli vesentlig færre tog som bruker Bestun snustasjon, slik at tog da ikke vil bli stående ved plattform Skøyen i påvente av ledig sporplass i snustasjonen. Ev. oppholdstidsforlengelse pga. sluttvisitasjon vil også bli et mindre problem med færre tog som skal ha det på Skøyen.

Forbindelse Filipstad

Ruteleiene på strekningen Oslo S - Lysaker er antagelig blant Norges mest ettertraktede ruteleier. Man bør ikke bruke så verdifulle ruteleier til å kjøre tomtog:

- Hvert tomtog som kjøres fra vendeanlegget (vest for Lysaker) til Filipstad, tar *ett ruteleie* for østgående tog.
- Hvert tomtog som kjøres fra Filipstad til vendeanlegget tar *minst ett ruteleie* for hver av kjøreretningene!

Kjøring av tomtog mellom vendeanlegget og Filipstad for å redusere togstørrelsen i grunnrutetogene fra dobbeltsett til enkeltsett mellom rushtidene, må opphøre før ruteplan 2012. Hensetting må gjøres andre steder, for eksempel på ytterstasjoner der materiellet stalles om natten. På mange av disse stedene er det mangel på stallingsplass, eller det vil bli det nå NSB får flere tog i perioden 2011-13. Hvis tilstrekkelig egnet plass for dagstalling ikke er etablert til ruteplan 2012 starter, må togene i verste fall kjøre med dobbeltsett mellom rushtidene også, ev. med ett sett avlåst.

Hvis trafikk til/fra Filipstad skulle fortsette som i dag, må det bygges et eget spor mellom Stabekk og Filipstad, helt uten å berøre Skøyen - Bestun - Lysaker-anleggene.

Skøyen – Lysaker

Bytte av sporveksler i vestenden av Bestun snustasjon.

Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

På nye 4 spors Lysaker stasjon der trafikken etter avgang mot vest deler seg til to ulike spor, er det viktig av kapasitetshensyn at det planlegges for automatisk togveglegging, på samme måte som det gjøres på Nationaltheatret i dag.

Videre er det viktig at ikke noe annet enn passasjerutveksling skjer på Lysaker st., verken personalbytte, sluttvisitasjon eller bytte av tognr. i GSM-R. Dette kan enklest oppnå ved at alle tog har rutemessig endestasjon vest for Lysaker, også de som snur på vendeanlegget Høvik/Stabekk. De sistnevnte kan ha Stabekk som endestasjon. Tog som skal vende på Høvik vil da bruke ordinære plattformer på Stabekk. Av hensyn til tog som skal vende på Stabekk, må det bygges plattform ved det eksisterende vendesporet. Dette kan senere inngå i ombygging av Stabekk til midtliggende vendespor. Hvis tog likevel har ende- og utgangsstasjon på Lysaker vil det således føre til redusert kapasitet.

Østlig retning (Lysaker - Oslo S)

Nytt hovedsignal Stabekk - Lysaker

Det er her en signalstrekning mindre enn i motsatt retning. Togene må kunne kjøre like tett fra Stabekk til Lysaker som på strekningen Lysaker - Oslo S, fordi det ofte vil være to tog fra denne banen som skal kjøre tett etter hverandre videre til Oslo S. Ved små uregelmessigheter vil det kunne bli tre tog fra denne banen som skal kjøre tett etter hverandre videre fra Lysaker. Ved problemer på tunnelstrekningen Sandvika - Lysaker, vil alle tog komme via Stabekk og tett togfølge er nødvendig mellom alle tog.

Togfølgetiden for strekningen Stabekk - Lysaker blir da ca. 75s, noe som er minst like lav som på øvrige delstrekninger etter tiltak.

Tiltaket gjør også at togfølgetiden over Lysaker stasjon blir mindre følsom for oppholdstiden på Lysaker st. Oppholdstiden på Lysaker kan være opptil 10s lengre enn på Nationaltheatret uten at det gir lengre togfølgetid over strekningen.

Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

På Lysaker st. skal tog fra de to banene fases inn i én togstrøm videre mot Oslo S.
For å øke sannsynligheten for at tog kommer i tide til sitt ruteleie ("slot") på den tett trafikkerte fellesstrekningen, bør alle tog ha et lite tidstillegg i ruta før innfasingspunktet.

Videre er det viktig at ikke noe annet enn passasjerutveksling skjer på Lysaker st., verken personalbytte, prosedyre på utgangsstasjon (konferanse mellom lokfører og konduktør) eller bytte av tognr. i GSM-R. Dette kan enklest oppnå ved at alle tog har rutemessig utgangsstasjon vest for Lysaker, også de som snur på vendeanlegget Høvik/Stabekk. De sistnevnte kan ha Stabekk som utgangsstasjon.

Også for denne kjøreretningen er det viktig av kapasitetshensyn at det planlegges for automatisk togveglegging , samme måte som det gjøres på Nationaltheatret i dag.

Tiltaket med et nytt hovedsignal mellom Stabekk og Lysaker gjør også at togfølgetiden over Lysaker stasjon blir noe mindre følsom for oppholdstiden på Lysaker st.

Nytt hovedsignal Lysaker – Skøyen

Også på denne delstrekningen er det en signalstrekning mindre enn i motsatt retning.

Togfølgetiden for strekningen Lysaker - Skøyen blir da ca. 80s + siktavstand; forutsatt oppholdstid på Skøyen på max 40s. Dette er ca. 20s kortere enn i dag.

Skøyen med Bestun snustasjon

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen i spor 3 som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 112) utløses først ca. 330m etter hovedsignalet. Dette reduseres til ca. 150m, noe som vil redusere togfølgetiden for tog i spor 3 med ca. 7s.

Nationaltheatret

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 138 / 140) utløses ikke ved passering av hovedsignalet, og heller ikke ved passering av sikkerhetssonen på 150m, men først ved passering av motgående hovedsignal, ca. 400m etter signalet. Utløsning av denne signalstrekningen endres til å skje 150m etter signalet.

Dette reduserer togfølgetiden med ca. 10s.

Nytt hovedsignal Nationaltheatret – Oslo S

Det er en signalsterkning mindre ved kjøring fra Nationaltheatret til Oslo S enn i motsatt retning. Avstanden fra hovedsignal 134 (km 0,674; siste hovedsignal før Oslo S) til vestre plattformkant er ca. 825 meter, og signalavstanden til neste signal er minst 1075 meter.

To alternative plasseringer er fremstilt (A og B).Hvilket av alternativene A og B som blir best kapasitetsmessig, avhenger av om det blir bygd returdverger i trakta (se neste avsnitt): Uten returdverger vil alternativ A være best; med returdverger vil alternativ B være best. Imidlertid er det viktig å merke seg begge alternativ (og plasseringer i nærheten av disse) vil gi en markert forbedring i forhold til i dag.

Togfølgetiden for strekningen Nationaltheatret – Oslo S (isolert sett) blir da ca. 75s + siktavstand for alternativ A. Dette er ca. 30s kortere enn i dag. For alternativ B i kombinasjon med neste tiltak vil togfølgetiden bli ytterligere ca. 3 - 7s kortere, avhengig av sporbruk på Oslo S (kortest togfølgetid for spor 9 og 10).

Nye dekningsgivende dvergsignaler mot Oslo S

For å kunne utløse togveg for innkjøring til et spor på Oslo S etter at foregående tog har passert middel mot nabosporet på Oslo S, krever GS-anlegget at det plasseres motgående dvergsignal ved første middelpunkt (eller et senere punkt).

Ideelt sett bør dvergsignalene plasseres ved første middelpunkt rett etter en sporveksel.

Dette tiltaket vil bidra sammen med foregående tiltak til redusert togfølgetid . Det er imidlertid mye større kapasitetsmessig virkning av å få etablert et nytt hovedsignal enn av disse returdvergene.

Returdvergene gir hovedsaklig effekt i situasjoner hvor det kjøres litt "forsiktig" opp mot plattformen på Oslo S. Med returdverger vil slik kjøring sjelden påvirke togfølgetiden for strekningen og dermed gi bedret robusthet.

Hastighet i tunneltrakta

Alle sporvekslene i trakta tåler 60 km/h.

Ved alternativ A for nytt hovedsignal (øst for sporkryss) må det settes opp hastighetsskilt for avvikehastighet (runde skilt) på det nye hovedsignalet.

Ved alternativ B for nytt hovedsignal (vest for sporkryss) er det ikke tilstrekkelig med et rundt hastighetsskilt fordi hovedsignalet ikke skiller på avvik gjennom sporkrysset (tåler 40 km/h i avvik) og avvik i øvrige veksler (tåler 60 km/h). I dette alternativet må det derfor være variabelt hastighetsskilt på det nye hovedsignalet som viser "4" ved kjøring i avvik over sporkrysset og "6" ved kjøring rett fram i sporkrysset og avvik over øvrige veksler.

Effekter av tiltakene

Togfølgetider

Nedenfor vises togfølgetider. Verdiene inkluderer 5s sikt og "knepunkt ATC" der det er relevant. Det er her sett kun på togfølgetider for *strekningen*; dvs. det forutsettes at alle tog kjører Oslo S - Stabekk / Askerbanen og at det brukes "annen hver gang"-kjøring på Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker.

Kjøreretning	Oppholdstid	Minste togfølgetid	
		Nå	Etter tiltak
Oslo S - Lysaker (- Stabekk)	30s	95s	77-80s*
	45s		84s
	60s		92s
(Stabekk -) Lysaker - Oslo S	30s	110s	82s
	45s		86s**
	60s		93s**

* Høyeste verdi ved kjøring i avvik vest for Lysaker
** Forutsatt oppholdstid Skøyen 5s kortere enn Nationaltheatret, men "tåler" 10s lenger på Lysaker.

I dagens situasjon er signaleringen mellom stasjonene såpass begrensende at oppholdstiden ikke påvirker togfølgetiden når oppholdstiden er mindre enn 60-70s. I tabellen ovenfor blir da togfølgetiden uavhengig av oppholdstiden for de oppholdstidene som er med i tabellen. Med de foreslåtte utbyggingstiltak vil togfølgetiden mellom "stasjonene" bli lavere slik at oppholdstiden blir dimensjonerende allerede ved ca. 45s.

Forskjellen i minste togfølgetid mellom de to retningene i nåsituasjonen skyldes primært at det er 3 flere hovedsignal ved kjøring vestover enn ved kjøring østover. Forskjellen etter tiltak (hvor det er like mange hovedsignal i begge retninger) skyldes dels litt ulik hastighet i de to retningene, dels litt ulik avstand fra "plattformutkjør" på en stasjon til tilsvarende signal på neste stasjon.

Strekningskapasitet

Utfra togfølgetidene ovenfor kan strekningskapasiteten beregnes. Dette er gjort med standard UIC 405E[2]. Døgnkapasitet, etter vanlig UIC 405-norm (60% utnyttelse av teoretisk kapasitet).

Kjøreretning	Oppholdstid	Døgnkapasitet, 60% utnyttelse (tog/h)	
		Nå	Etter tiltak
Oslo S - Lysaker (- Stabekk)	30s	22,5	27-28
	45s		26
	60s		24
(Stabekk -) Lysaker - Oslo S	30s	19,5	26
	45s		25
	60s		23

Inntil det er utført målinger av oppholdstider (ev. innhentet målinger fra togselskapene), antas det at de materielltyper som er tenkt brukt i R2012 gjennomgående vil ha oppholdstider (for passasjer-utveksling) under ca. 45s på de tre viktige stasjonene. Hvis dette skulle vise seg ikke å være tilfelle, øker det behovet for å se på tiltak for å redusere oppholdstidene i en senere fase av dette prosjektet.

Kjøring av tomtog mellom snustasjon Stabekk/Høvik og Filipstad vil ta et ruteleie på samme måte som et rutetog. Denne trafikken påvirker således ikke beregningen av togfølgetid og kapasitet, men må tas hensyn til når antall rutetog skal fastlegges.

Det forutsettes at det i R2012 kun kjøres tomtog til Filipstad av hensyn til verkstedopphold. Dette er anslått til å være 2 -3 tog hver veg pr. dag, antagelig fra vendeanlegget til Filipstad i etterkant av morgenrush, altså omtrent samme antall som rushtog fra vest til Oslo S. "Rushtiden" blir således en del lenger enn vanlig, men ca. 2 tog/time utover grunnrutemengden vil gi en kapasitetsutnyttelse på rundt 65%, noe som burde være akseptabelt over en periode på noen timer.

De foreslåtte tiltak burde derfor kunne forsvare en grunnruteproduksjon på 25-26 tog/time, samt et par tog/time ekstra i rushperiodene, ut fra vanlige normer for strekningskapasitet.

[2] UIC kodex 405E "Methode zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken"

Anbefalinger for strekningen

Fjerne / redusere forsinket utløsning av signalstrekning.

Kjøreretning Oslo S - Lysaker, signalnumre fra tegninger		
Signalstrekning	**Dagens utløsning**	**Endres til**
129-133/135 (plattform National)	Etter passering av motgående dverg 302.	Etter passering av en sone på 150m
161-141 (Elisenberg)	Etter passering av motgående hovedsignal 120	Etter passering av hovedsignal 141 (normal utløsning)

Kjøreretning Lysaker - Oslo S, signalnumre fra tegninger		
Signalstrekning	**Dagens utløsning**	**Endres til**
106-112 (spor 3 Skøyen)	Etter passering av motgående dverg 037	Etter passering av en sone på 150m
122-140/138 (plattform National)	Etter passering av motgående hovedsignal 131.	Etter passering av en sone på 150m
134-plattform Oslo S	Etter passering av motgående hovedsignal ved plattformkant.	Etter passering av returdverger som etableres i trakta mot Oslo S

Etablere 3 nye hovedsignal for kjøring mot øst.

De nye hovedsignalene for kjøring i østlig retning foreslås plassert ved

- ca. km 0.15 / 0.27 (trakta mot Oslo S)
- ca. km 5.67 (Lysaker - Skøyen)
- ca. km 7.64 (vest for Lysaker)

Noen nabosignaler må da også flyttes, som omtalt under det enkelte punkt i kap.4.

Etablere sikkerhetssone Skøyen for kjøring mot vest.

Flytte sporsløyfe vest for plattform til spor I og II på Skøyen mot vest og flytte signal i vestenden av plattformen noe mot øst, slik at sikkerhetssone for uavhengig togveglegging oppnås.

Bytte / endre sporvekselarrangementet i vestenden av Bestun snustasjon.

Endre automatiske togveglegging

Den automatiske togvegleggingen for Skøyen og Lysaker må utformes på samme måte som for Nationaltheatret i dag.

Operative tiltak

For strekningen Oslo S – Lysaker med stasjonene Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker må fokus være å få togene *gjennom* systemet.

Det bør ikke foregå noe annet enn passasjerutveksling på stasjonene. Følgende punkter bør iverksettes:

- Stalling mellom rushtidene må foregå andre steder enn Filipstad slik at tomtogkjøring reduseres til kun det nødvendige for verkstedopphold.
- Planlegging av flytting av verksted Filipstad startes.
- Utgangs- og endestasjon for togene "til/fra Lysaker" må være vest for Lysaker (dvs. Stabekk), for å sikre at disse togene ikke får lengre opphold enn gjennomgående tog.
- Personalbytte må ikke foregå på noen av disse tre stasjonene.
- Standard avgangsprosedyre må benyttes for alle togtyper slik at dette går raskest mulig.
- Materiell hvor døråpning/lukking tar unødig lang tid bør søkes forbedret (jfr. stigtrinn på flytoget).
- Materiell med lange oppholdstider får ikke stoppe på disse tre stasjonene.
- Over den kritiske strekningen bør det være minimum slakk i rutene (slakk bør legges før innfasing: h.h.v. vest for Lysaker og på Oslo S).

Infrastrukturtiltak utenfor prosjektområdet

Det fins også infrastrukturtiltak utenfor prosjektområdet som kan forbedre situasjonen på strekningen Oslo S - Lysaker. En gruppe tiltak er tiltak som kan redusere antall godstog på strekningen. Her er følgende tiltak aktuelle:

- Utbygging av x-sporkapasitet på Gjøvikbanen.
- Vendesløyfe Hønefoss st.
- Tilsving Hokksund st.

Bygging av plattform til nåværende vendespor Stabekk vil muliggjøre at alle tog som snur på vendeanlegget Høvik - Stabekk kan ha Stabekk som rutemessig ende- og utgangsstasjon.

Andre tiltak som skal overveies

Omruting av trafikk

Med omruting av trafikk forstås at toget kjøres over en annen strekning enn den overbelastede. I dette tilfellet kan omruting i prinsippet skje via Randsfjord- og Gjøvikbanen (og for godstog videre på Alnabanen).

Bergensbanens fjerntog ble kjørt over Roa tidligere; men ble for en del år siden flyttet til Randsfjord- og Drammenbanen pga. markedsmessige vurderinger. Alle øvrige persontog vil få uakseptabelt forlengede kjøretider ved å omrute dem til Hønefoss - Roa.

Bergensbanens godstog kjøres dels over Roa, dels over Drammen. Det er ønskelig å kjøre alle over Roa, men dette krever utbygging av x-spor på Gjøvikbanen (pågår). Det er også mulig å kjøre Sørlandsbanens godstog over Hønefoss - Roa, men dette vil kreve vesentlig større utbygginer.

Selv om alle de nevnte tog skulle bli omrutet, utgjør dette imidlertid ikke mer enn 1 (-2) tog/time, og det vil således ikke være nok til å fjerne overbelastningen av strekningen Oslo S - Lysaker.

Endring av ruteplanen

Med endring av ruteplan forstås at toget kjøres over samme strekning, men til en *annen tid* på døgnet enn i dag (time- eller minuttjustering). Nesten alle persontog kjøres i stive ruter, slik at det ikke er mulig å flytte enkelttog.

Opphopingen av tog i rushtidene skyldes at etterspørselen er mye større da. Flyttes et rushtog ut av rushtiden blir mesteparten av markedsgrunnlaget for toget borte.

Godstogene har for tiden ikke stive ruter, men overgang til fast 2-timers frekvens over døgnet er ønsket og planlegges. Godstogene utgjør imidlertid et så lite antall at flyting av samtlige godstog til nattetid ikke vil være nok til å fjerne overbelastningen av strekningen Oslo S - Lysaker.

Hastighetsendringer

Det er ett sted som har lavere hastighet enn resten av strekningen. Dette gjelder trakta ved Oslo S hvor sporgeometrisk tillatt hastighet er 60 km/h, men hvor dette ikke er skiltet. Endring av dette er foreslått. En ytterligere hastighetsøkning her ville vært kapasitetsmessig fordelaktig, men hindres av det forhold at alle sporvekslene i trakta tillater maksimalt 60 km/h i avvik, og det er bare ett spor i hver retning som ikke inneholder avvikende sporveksler. En hastighetsøkning på bare ett spor vil ikke bety noe. En utskifting til sporveksler som tillater større hastighet i avvik er ikke mulig uten å gjøre trakta bredere og lengre, fordi sporvekslene allerede ligger maksimalt tett.

Redusert hastighet over strekningen uten at det foretas endringer i signalsystemet vil redusere kapasiteten. Men en hastighetsreduksjon kombinert med kortere blokkstrekninger vil kunne medføre en kapasitetsøkning. Dette ville imidlertid kreve re-signalering av hele strekningen Oslo S - Lysaker, noe som ikke anses realistisk å få til før R2012. Dette kan det imidlertid være aktuelt å vurdere på litt lengre sikt.

Videre arbeid

Kostnadsestimering og detaljering av identifiserte tiltak

De foreslåtte tiltak som vedtas og ønskes gjennomført må detaljeres ytterligere og videreføres i en hovedplan, hvor tiltaket planlegges ytterligere, kostnadsberegnes og det gjennomføres nødvendig RAMS-vurdering av forslaget. Sammen med foreliggende utredning vil man da ha en komplett kapasitetsforbedringsplan.

1 Bakgrunn, hensikt og målsettinger

1.1 Bakgrunn

Jernbaneverket Marked Ruteplan (MR) er kommet til at det – selv etter samordning av togselskapenes kapasitetsforespørsler – verken er eller vil være tilstrekkelig ledig kapasitet i Oslotunnelen til å kunne tilfredsstille togselskapenes samlede etterspørsel etter kapasitet verken i eller utenfor rushtiden, kl. 06.30 – 09.00 og 15.00 – 17.30. Dette samsvarer med situasjonsbeskrivelsen i "Fordelingsforskriftens" § 7-9. *Overbelastet infrastruktur*, 1. ledd, som sier:

"Dersom det etter samordning av søknadene om ruteleier ikke er mulig å imøtekomme alle søknader om infrastrukturkapasitet i tilstrekkelig omfang, skal infrastrukturforvalteren umiddelbart erklære den berørte del av infrastrukturen som overbelastet. Det samme gjelder for infrastruktur der det kan forventes kapasitetsmangel i nær framtid."

På grunn av ovennevnte situasjon erklærte Jernbaneverket i 2007 at Oslotunnelen var overbelastet[3] *i rushtid.* Erklæringen utløser en plikt for JBV til å iverksette og sluttføre en nærmere beskrevet prosess innenfor lovbestemte frister. Fordelingsforskriftens § 7-9, 2. ledd beskriver det neste trinnet i prosessen slik:

"For infrastruktur som er blitt erklært overbelastet, skal infrastrukturforvalteren foreta en kapasitetsanalyse i henhold til § 7-13, med mindre en kapasitetsforbedringsplan i henhold til § 7-14 allerede er under gjennomføring."

Anbefalingene skal være i tråd med strategier i Jernbaneverkets Stamnettutredning, Godsstrategien og forslag til Nasjonal Transportplan 2010–19 (NTP).

1.1.1 Kapasitetsanalyse

Kapasitetsanalysens innhold er gitt i fordelingsforskriftens *§ 7-13 Kapasitetsanalyse av infrastrukturen,* 1. og 2. ledd, som sier:

"Kapasitetsanalysen skal avklare årsakene til overbelastningen og angi hvilke tiltak som kan treffes på kort og mellomlang sikt for å redusere overbelastningen. Kapasitetsanalysen skal omfatte infrastrukturen, driftsprosedyrene, arten av de ulike trafikkformer på infrastrukturen, samt virkningen av alle disse faktorene på infrastrukturkapasiteten. Tiltakene som skal overveies omfatter særlig omruting av trafikk, endring av ruteplanen, hastighetsendringer og forbedringer av infrastrukturen."

Denne rapporten inneholder en kapasitetsanalyse av strekningen Oslo S - Lysaker. Årsakene til overbelastningen - utover det høye togantallet - omtales i kap. 3.

[3] Se JBVs årsmelding 2004 s 19 og JBVs Network Statement (2006) art 4.4.3.2.

Tiltakene som skal overveies er behandlet på følgende steder i rapporten:

Tiltakstype	Behandles i kapittel:
Driftsprosedyrer	4.1.1 + 4.1.6-7 -9+ 4.3.2-3 + 6.2 m.fl.
Arten av ulike trafikkformer på infrastrukturen ("togmiks")	2.1 + 4.3.4
Omruting av trafikk	7.1 + 4.3.4 + 6.2
Endring av ruteplanen	7.2
Hastighetsendringer	7.3
Forbedringer av infrastrukturen	4.1 - 4.2, oppsummert i 6.1
Andre tiltak	4.3 + 6.2

1.1.2 Kapasitetsforbedringsplan

Kapasitetsforbedringsplan er definert i fordelingsforskriftens § 1-2 Definisjoner, litra g, som sier:

"kapasitetsforbedringsplan: et tiltak eller en rekke tiltak med en tidsplan for gjennomføringen som tar sikte på å avhjelpe kapasitetsbegrensningene som fører til at en del av infrastrukturen blir erklært som «overbelastet infrastruktur»,"

Kapasitetsforbedringsplanens innhold er gitt i fordelingsforskriftens *§ 7-14 Kapasitetsforbedringsplan for infrastrukturen,* som sier:

"*Innen seks måneder etter at kapasitetsanalysen er avsluttet, skal infrastrukturforvalteren ha utarbeidet en kapasitetsforbedringsplan.*

En kapasitetsforbedringsplan skal utarbeides etter samråd med brukerne av den aktuelle overbelastede infrastrukturen. Den skal angi:

a) årsakene til overbelastningen,

b) den sannsynlige framtidige trafikkutvikling,

c) begrensninger på infrastrukturutviklingen,

d) muligheter for og kostnader ved å forbedre kapasiteten, herunder sannsynlige endringer av infrastrukturavgifter.

Kapasitetsforbedringsplanen skal også, på grunnlag av en nytte- og kostnadsanalyse av de mulige tiltakene som angis, fastlegge hvilke tiltak som skal treffes for å forbedre infrastrukturkapasiteten, herunder en tidsplan for gjennomføring av tiltakene."

Forskriften anviser minimumskrav til innhold og absolutte krav til fremdrift. Det er således mulig å utvide innholdet med flere elementer hvis behovet tilsier det.

Denne utredningen legger til grunn og derigjennom tar utgangspunkt i at punktene a) og b) er avklart og slik initiert videre arbeid med punktene c) og d). Denne rapporten inneholder starten på en kapasitetsforbedringsplan, i og med at kortsiktige tiltak er identifisert, men de er til nå ikke kostnadsberegnet, og det er heller ikke laget en tidsplan ennå. Dette vil bli gjort i fase 2 av prosjektet.

Tiltakene som utredningen har foreslått er innenfor nåværende regelverk med mindre annet er sagt.

1.2 Hensikt

Hensikten med utredningen er å studere mulige tiltak på strekningen Oslo S - Lysaker som relativt omgående kan forbedre kapasiteten. Studien omfatter en kapasitetsanalyse og en kapasitetsforbedringsplan for ruteplan 2012. Kapasitetsanalysen som er fase 1 av utredningen, vurderer dagens infrastruktursituasjon og analyserer togframføringen, slik at nødvendige og mulige tiltak kan gjennomføres for å gi framtidlig øket ønsket kapasitet til togselskapene. Det pekes også på enkelte tiltak som kan kreve lengre gjennomføringstid, men som kan ha betydning for kapasitetssituasjonen.

Kapasitetsforbedringsplanen som en fase 2, inneholder tiltakene som skal øke kapasiteten for ruteplan 2012 og gir et kostnadsanslag på disse.

1.3 Målsettinger

Utredningens mål er inndelt i overordnet mål og utredningens egne mål. Målsettingene presenteres under.

1.3.1 Overordnede mål

Fordi strekningen er erklært overbelastet, skal det utføres en kapasitetsanalyse og lages en kapasitetsforbedringsplan (se kap. 1.1.1 - 2).

Det overordnede samfunnsmålet er å overføre både person – og godstransport fra veg til bane, noe som gir miljø- og sikkerhetsgevinster, samt mindre belasting på vegene.

1.3.2 Utredningens mål

Tiltakene skal gi bedre kapasitet og togframføring, derigjennom mulighet for økt antall tog på strekningen Oslo S – Lysaker. Målsettingen kapasitetsmessig er:

- Kort sikt (2012): rutemessig 30 tog/time i rush
- Lengre sikt: rutemessig 30 tog/time hele dagen

Rutemessig kapasitet er i denne sammenhengen definert på standard måte, nemlig 75% av teoretisk kapasitet i rush (ca. 1 times varighet) og 60% av teoretisk kapasitet ved lengre tidsperioder (typisk driftsdøgn). Omgjort til togfølgetid blir da målene:

- Kort sikt (2012): teknisk minste togfølgetid: 90s
- Lengre sikt: teknisk minste togfølgetid: 72

Prosjektet kan anbefale, men ikke bestemme, hvor mye av den teoretiske kapasiteten JBV bør benytte, dvs. hvilken utnyttelsesgrad JBV bør bruke i R2012.

Kapasitetsanalysen (fase 1) identifiserer tiltak for økt kapasitet. I fase 2 (kapasitetsforbedringsplan) identifiseres kostnadene som er knyttet til disse.

2 Premisser og behov

2.1 Analysens strekningsområde

Kapasitets*analysens* årsaksforklaringsdel avgrenses *geografisk* til strekningen Oslo S – Skøyen - Lysaker.

Oslo S avgrenses til stasjonsgrensen i øst og syd. Dette fordi togenes bevegelser gjennom Oslo S (i.e. *bort fra Oslotunnelen*) er en faktor som påvirker kapasiteten Lysaker - Oslo S.

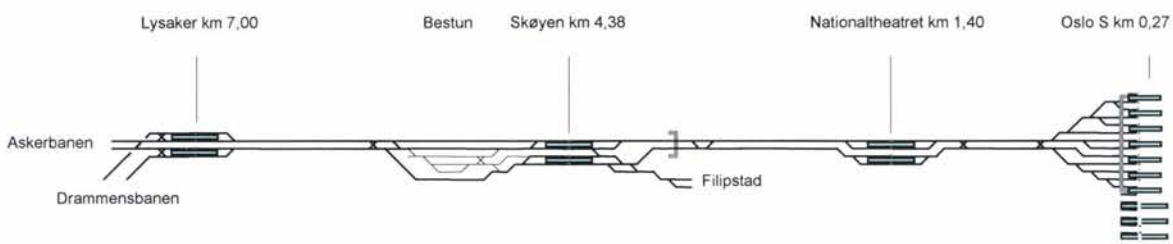
For Skøyen omfatter analysen hele stasjonen og Bestun snustasjon.

Utredningen avgrenses i vest av Lysaker stasjons vestre ende. I analysen er Lysaker den nye firesporsstasjonen.

Oslo S – Lysaker er antagelig den jernbanestrekning i Norge som er nærmest til å ha ensartet trafikk. Dette vises gjennom at:

- Alle persontog oppnår linjehastighet
- Nesten alle persontog stopper ved alle stasjoner (dette vil bli enda mer ensartet i R2012)
- Strekningen trafikkeres hovedsaklig av motorvognsett med god akselerasjon og retardasjon (dette vil bli enda mer fremtredende i R2012)
- Godstogene skiller seg ut, men er svært få i sammenligning med persontogene (< 5%). Godstogene er vesentlig lengre, og har dårligere akselerasjon/retardasjon, men stopper til gjengjeld ikke, slik at de bør kunne holde persontogenes ruteleier på denne strekningen.

Alle stasjoner har 4 spor, og det er brukbar kapasitetsmessig balanse mellom "strekning" (2 spor) og "stasjoner" (4 spor). Hele strekningen ses i figuren nedenfor.



Figur 1. *Sporplan over utredningsområdet*

I 2012 åpner det nye dobbeltsporet mellom Lysaker og Sandvika. Det vil da være etablert nytt dobbeltspor på hele strekningen Lysaker – Asker i vestkorridoren, noe som åpner for betydelig større togtrafikk på strekningen. Kapasiteten mellom Oslo S – Lysaker er likevel bestemmende for antall tog korridoren i praksis kan handtere.

2.2 Trafikksituasjonen

I arbeidet med å finne tiltak for å øke kapasiteten på denne strekningen har både dagens trafikksituasjon og den framtidlige trafikksituasjon i 2012 blitt vurdert. Trafikksituasjonen i 2012 baseres på togselskapenes ruteønsker.

Utredningen har kun vurdert kapasitet i normalsituasjonen. Dette innebærer at en situasjon der til eksempel spor er ute av bruk eller annet avvik i trafikken ikke har vært undersøkt.

2.2.1 Dagens trafikksituasjon

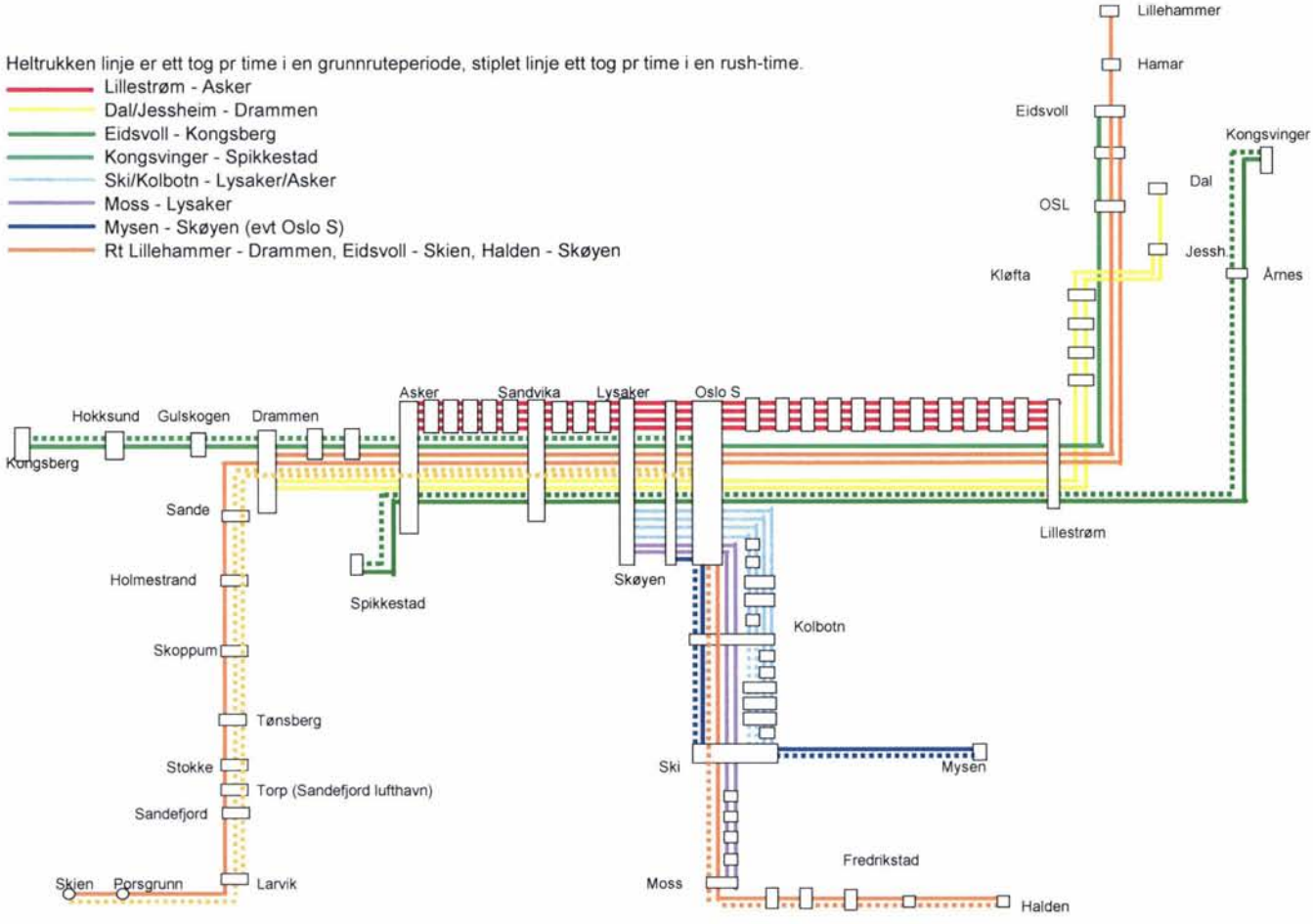
På strekningen Oslo S – Lysaker består trafikken av følgende tog:

- Fjerntog
- Regiontog (IC)
- Lokaltog (knutepunktstoppende)
- Lokaltog (fullstoppende)
- Flytog
- Godstog (ikke i rush)

Skøyen fungerer i dag som endestasjon for mange tog i vestlig retning. Øvrige tog er gjennomgående for strekningen. Angående togantall, se tabell i neste avsnitt.

2.2.2 Ruteplan 2012

NSBs ruteønsker for Østlandet i 2012 er vist skjematisk i figuren nedenfor.



Figur 2. *NSBs ruteønsker for 2012 (en strek representerer ett tog/time i begge retninger)*

I tillegg kommer fjerntog i noen timer (aldri mer enn 1 pr. time og retning Oslo S - Lysaker).

Den planlagte ruteproduksjon som NSB AS har meddelt til JBV gjelder fra tidspunktet for vestkorridorens ferdigstillelse.

Innsatstog vestfra skal (iflg. NSB) "mest mulig" kombineres med grunnrutetog som allerede går strekningen Lysaker – Oslo S, og det er derfor foreløpig ikke helt avklart hvor mange resterende innsatstog det blir. Det er her antatt at innsatstog fra Spikkestad og Kongsberg kan kombineres med andre tog, men at innsatstogene fra Vestfold (2 i makstimen) ikke kan det. NSB har også forutsatt at alle innsatstog til/fra øst snur på Oslo S.

Flytoget AS har ifm. den årlige kapasitetsfordelingsprosessen[4] meddelt at selskapet "*så snart det lar seg gjøre*" vil øke sin etterspørsel etter infrastrukturkapasitet på strekningen Oslo S – Lysaker fra 3 til 6 tog per retning per time.

CargoNet AS har bekjentgjort sin strategi om å kjøre ett godstog per retning annenhver time på samtlige hovedstrekninger.

Øvrige togselskapers planlagte ruteproduksjon i årene fremover er også i noen grad kommunisert til JBV.

Antall tog pr. time og retning i 2008 og ønsket togantall i 2012 er vist i etterfølgende tabell.

	2008: Oslo S - Skøyen	**2012: Oslo S -Lysaker**
NSB "Østlandet"	10 (+7)	17 (+2?)
NSB fjerntog	0 - 1	0 - 1
NSB Gjøvikbanen	0 (+1)	1?
Flytoget	3	6
Godstog	1 - 2 (ikke rush)	1 - 2
Sum	14 (+7)	25 (+2?)

NSBs 17 "Østlandstog" i 2012 (se figur 1.) består av:

- 6 knutepunktstoppende tog Lillestrøm-Asker
  (disse omfatter IC Lillehammer-Drammen, IC Eidsvoll - Vestfold, Eidsvoll - Kongsberg, Kongsvinger - Spikkestad og 2 tog/time Dal - Drammen)
- 4 lokal Lillestrøm – Asker
- 4 lokal Ski/Kolbotn – Lysaker
- 2 Moss – Lysaker
- 1 østre line – Skøyen (ev. Lysaker)

Gjøvikbanens har laveste prioritet blant NSBs ønsker og kan ev. snu på Oslo S (slik de stort sett gjør i dag). Likeledes er det forutsatt at alle innsatstog fra øst snur på Oslo S.

2.3 Tidsperspektiv

Utredningen har hatt som utgangspunkt å kartlegge tiltak som kan bli gjennomført til start av ruteplanen for 2012. I utredningen fremkommer også tiltak som krever større endringer både fysisk og organisatorisk. Disse tiltakene kan gjennomføres i et lengre tidsperspektiv, men presenteres likevel i utredningen.

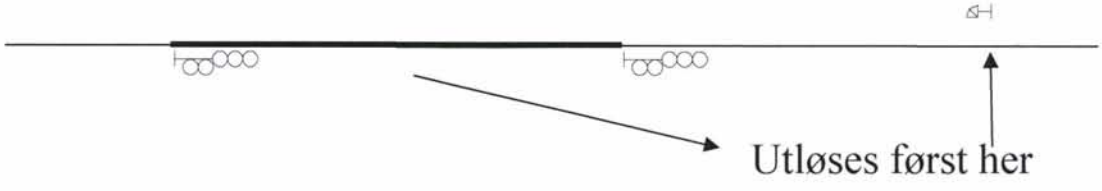
[4] Se sak 200604077 dok 11 (Flytoget AS' brev av 22. mai 2006).

3 Kapasitetsproblem i dag og nær framtid

I dette kapitlet beskrives de kapasitetsproblemer som utredningen har identifisert. Tiltak omtales i kap.4. Manglende kapasitet beskrives og inndeles i vestlig respektive østlig retning og kategoriseres under stasjoner og linjer.

3.1 Forsinket utløsning av signalstrekning

Vanligvis blir en signalstrekning (strekning mellom to hovedsignaler) utløst (frigitt) straks et tog har forlatt signalstrekningen. Noen steder forekommer det imidlertid at signalstrekningen utløses først etter passering av et motstående signal, se figur under.



Figur 3. *"Forsinket utløsning av togvei" (kjøreretning mot høyre)*

Det motstående signal kan være et hovedsignal eller et dvergsignal.

Dette forhold forekommer flere steder i dette området og har sammenheng med den måten et GS-anlegg er konstruert på. Denne informasjonen fremkommer ikke på signaltegninger.

3.2 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker)

3.2.1 Oslo S – Nationaltheatret

Kjøretiden fra et tog starter ved plattform til det har passert første hovedsignal er ca. 48s (forutsatt at det kan akselereres fritt til 60km/h). Denne blokkstrekningen er ikke spesielt lang, men belegges likevel såpass lenge pga. akselerasjonsfasen og at hastigheten er begrenset til 60km/h.

I tillegg kommer det at avgangsprosedyren for toget ikke tillates å starte før toget har fått grønt i hovedsignal[5]. Det ser ut til at avgangsprosedyren tar lengre tid ved Oslo S enn på Nationaltheatret og liknende stasjoner. Dette antas å skyldes at det på Oslo S er 7 spor som leder inn mot Oslo-tunnelen, og det er dermed ofte flere tog som venter på å få kjøre. Fordi personalet da ikke vet noe om hvilken rekkefølge togleder vil kjøre togene i, kan dette føre til at de ikke har samme oppmerksomhet rettet mot signalet som i enklere situasjoner. Typisk tidsforbruk fra et tog med type 72 får grønt hovedsignal til toget kjører, er oppgitt til ca. 25s[6].

Til sammen gir disse to forhold at togfølgetiden ut fra Oslo S vanligvis ikke kommer under 75s.

Dette forhold er ikke det mest begrensende i dag, men kan bli det når det utføres forbedringer andre steder på strekningen.

[5] Forskrift om togframføring på det nasjonale jernbanenettet (togframføringsforskriften) §6-8 og §6-9; 13.12.2009.

[6] Informasjon fra Iver Wien, NSB

Skiltet hastighet inn mot Oslo S fra øst og syd er 40 km/h når man kommer fra Brynsbakken, men 60 km/h når man kommer fra ØB (inkonsekvent skilting). Det er ingen hastighetsskilt ved kjøring fra plattform mot trakta.

Alle sporveksler i trakta er 1:12 og tillater således 60 km/h i avvik. Men det er et sporkryss (mellom hovedsporene) med 1:9-veksler som bare tillater 40 km/h. Hovedsignalet ved plattform viser ikke om togvegen går i avvik over disse eller ikke (unntatt for spor 7 som er "rettspor"). ATC viser her ingen hastighet (DATC).

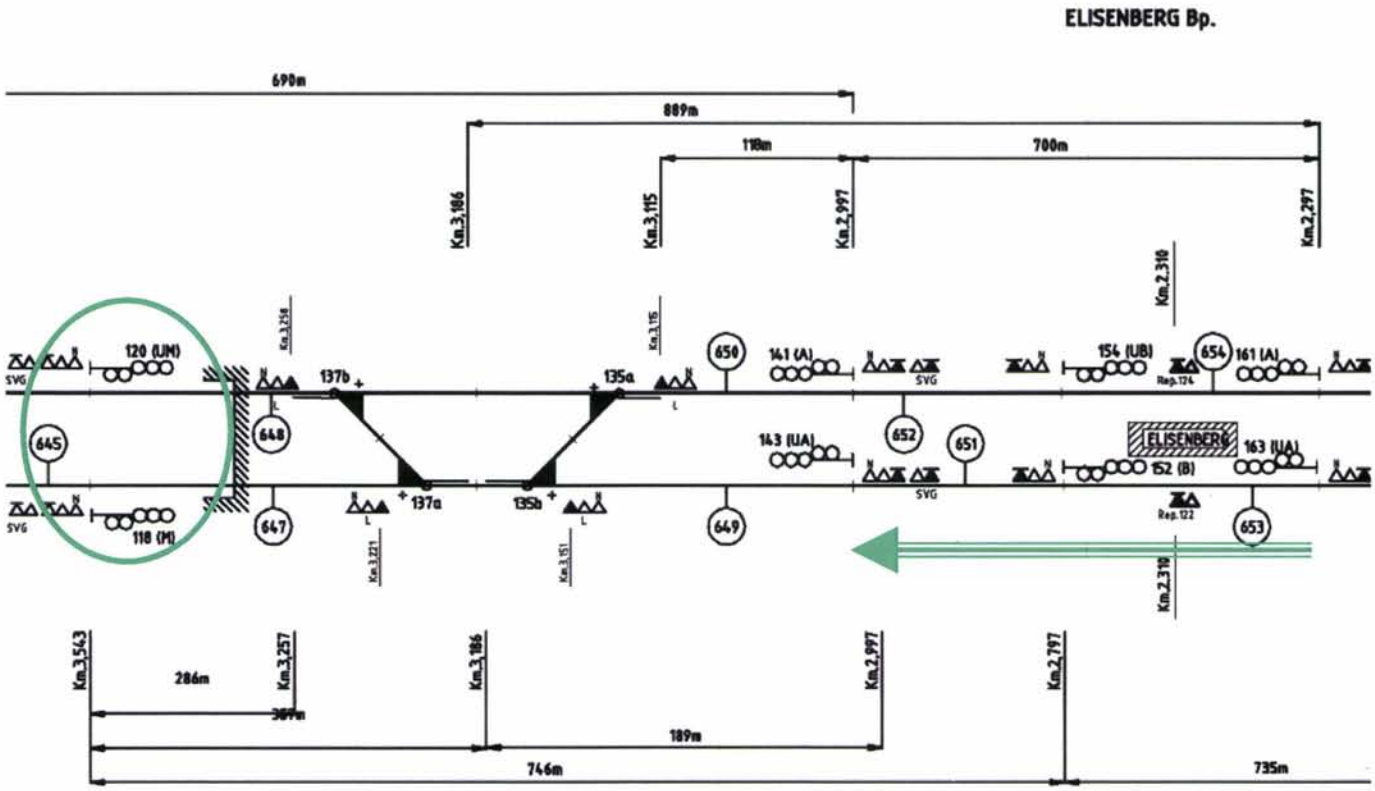
3.2.2 Nationaltheatret

Sporbruk på stasjonen fungerer stort sett etter intensjonen.

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 133 / 135) utløses ikke ved passering av hovedsignalet, og heller ikke ved passering av sikkerhetssonen på 150m, men først ved passering av første motgående dverg, knappe 300m etter signalet). Dette øker togfølgetiden med ca. 5s i forhold til utløsning etter sikkerhetssonen på 150m.

Det mangler hastighetssignal for hastighet over sporveksel i avvik (runde hastighetsskilt). ATC-hastighet er kodet 70 km/h i avvik for den vestlige delen og 60 km/h i avvik for den østlige delen. Den østre sporvekselen for kjøring vestover tillater 70 km/h, men den ble kodet til det samme som den andre østlige vekselen for å spare penger til ATC-utstyr.

3.2.3 Nationaltheatret – Skøyen



Figur 4. *Togveg markert med grønn pil, utløses ikke som forventet ved den grønne pilspissen, men først ved passering ved grønn oval.*

Togveg markert med grønn pil, utløses ikke som forventet ved passering av signal 141/143 (ved den grønne pilspissen), men først ved passering av motgående signal 120/118 (markert med grønn oval).

Problemet med "forsinket utløsning av signalstrekning" finns flere steder på strekningen Oslo S - Lysaker, men dette er det stedet som gir størst konsekvenser i denne kjøreretningen. Dette er også det enkeltstedet som er dimensjonerende for togfølgetiden på hele strekningen Oslo S - Lysaker (for gjennomgående tog).

For øvrig ble det fjernet et hovedsignal etter utbygging av Nationaltheateret stasjon til 4 spor, noe som har redusert kapasiteten noe på denne delstrekningen.

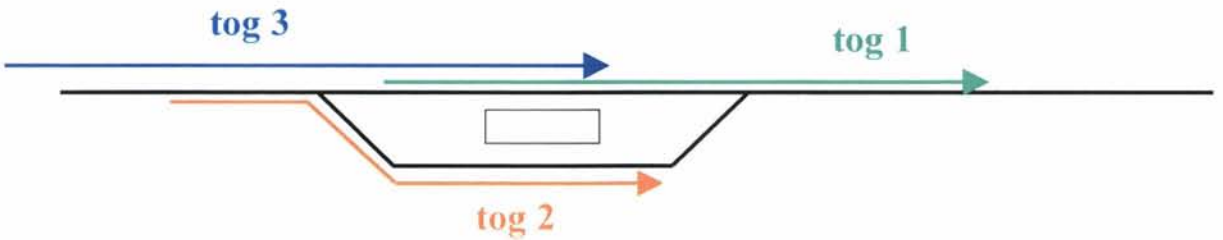
3.2.4 Skøyen med snustasjon

På Skøyen avslutter visse tog sin rute før de kjører til snustasjonen Bestun. Tog som avslutter sin rute har visse prosedyrer som kan forlenge oppholdstiden. Togpersonalet må kontrollere at toget er tomt for passasjerer før toget kjøres videre til snustasjonen. Det er ikke lov å "sette av folk i pukken" så kontrollen må gjøres før/mens toget står ved plattform. På Skøyen kan dette føret til lengre oppholdstid for tog som skal til snustasjonen enn for tog som skal videre.

Togselskapene har også personalbytte på Skøyen stasjon. Dette innebærer ofte at togene får lengre oppholdstid enn om det kun var stopp for passasjerutveksling. Hvis togpersonalet ikke møter presis, vil det kunne føre til ytterligere opphold ved plattform.

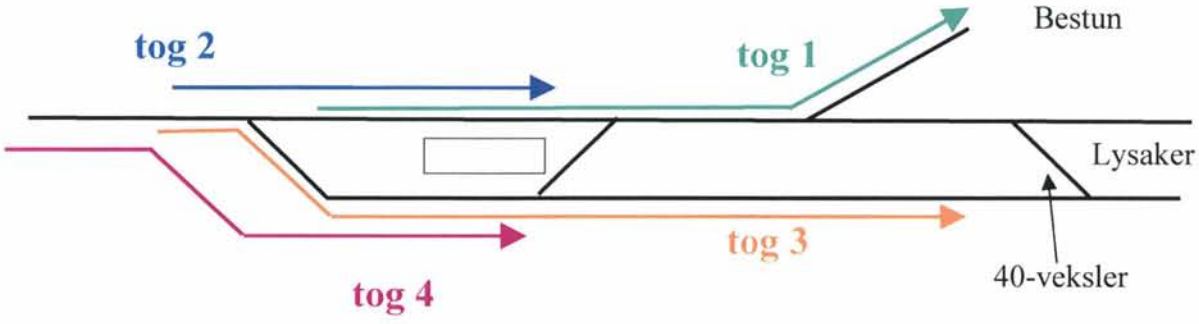
Det forekommer også at tog blir stående ved plattform på Skøyen fordi det ikke er plass på snustasjonen eller fordi det ledige sporet er "bak" en lagt skifteveg fra snustasjonen til avgangsplattformen.

På Nationaltheatret stasjon er den automatisk togveglegging programmert til alltid å søke ledig spor, slik at to etterfølgende tog alltid bruker hvert sitt spor ("flip-flap"), se figur under.



Figur 5. *Prinsipp for automatisk togveglegging på stasjoner av type som Nationaltheatret*

Dette konsepter anvendes ikke på Skøyen stasjon. Her velges spor ut fra hvor toget skal videre: tog til Bestun snustasjon kjøres i venstre spor og tog til Lysaker kjøres i høyre spor, som vist i etterfølgende figur 6.



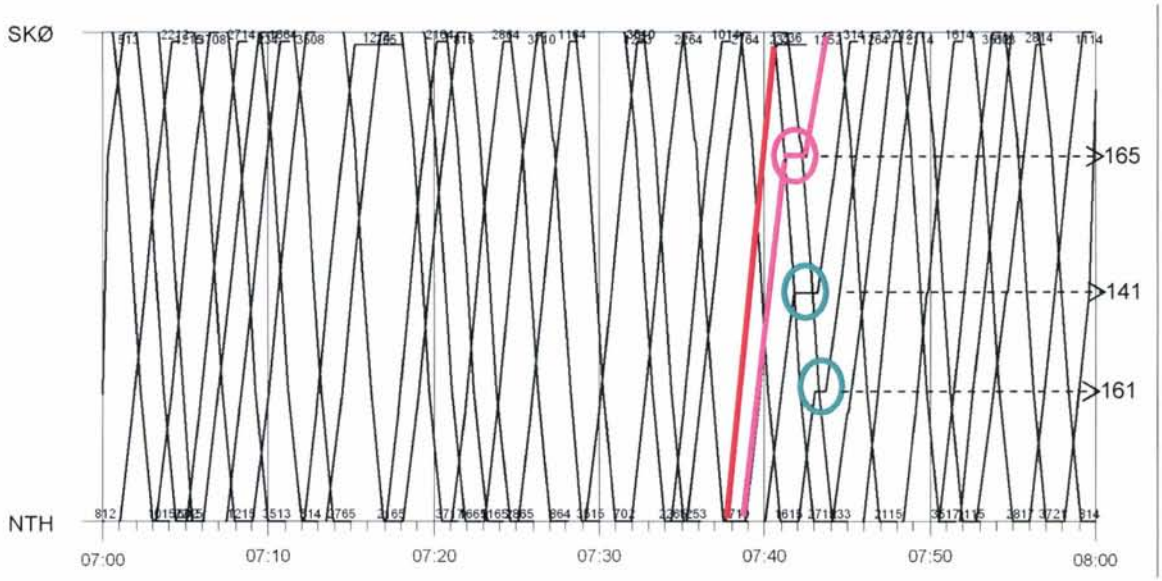
Figur 6. *Automatisk togveglegging på Skøyen i dag*

Dette kan medføre at to tog etter hverandre må benytte samme plattformsspor. Hver gang dette skjer "kaster man bort" ett ruteleie. På foregående figur er det dobbelt så lang togfølgetid mellom tog 1 og 2 (og mellom 3 og 4) enn det er mellom tog 2 og 3.

Årsaken til dette er primært at når det legges togveg fra høyre plattformspor til snustasjonen, sperres det for innkjøring i venstre spor fordi sikkerhetssonen (avstand fra hovedsignal til middelpunktet) er bare ca. 70m, mens kravet er minimum 150m; se etterfølgende bilde tatt fra plattform mot vest.

Bilde 1. *Hovedsignal mot vest fra Skøyen stasjon*

I etterfølgende figur vises resultater fra en simulering hvor to tog etter hverandre kjører i venstre spor (spor II) på Skøyen. Figuren er hentet fra prosjekt "Oslo S - kapasitet, sporbruk, signal".



Utgangsmønster: Annenhver gang ("flip-flap")

1. Tog 1 kjører inn på spor II
2. Tog 2 skal også bruke spor II og blir stoppet ved innkjørsignal
3. Forsinkelsen forplanter seg bakover til tog 3 og 4

Figur 7. *To tog etter hverandre til samme spor på Skøyen medfører forsinkelser for 3 tog*

På ovenstående figur ser man tydelig hvordan et tog (kalt "tog 2") må vente når det fraviker sporbruken med annenhver gang. Videre ser man at forsinkelsen forplanter seg bakover slik at ytterligere to tog også må stoppe helt opp. Også toget deretter blir litt berørt (må bremse), men trenger ikke stoppe helt.

I tillegg har sporvekslene lengst vest på Skøyen / Bestun-området kun 40 km/h i avvik (se figur 6). Et tog fra venstre spor mot Lysaker vil derfor bruke noe lengre tid enn et tog fra høyre spor mot Lysaker.

Sporvekslene for valg av plattformspor på østsiden av Skøyen er 1:14. Det mangler hastighetssignal for hastighet over sporveksel i avvik (runde hastighetsskilt). ATC-hastighet er kodet 70 km/h i avvik.

3.2.5 Skøyen – Lysaker og forbindelsen til Filipstad

I dag kjøres tomtog mellom Filipstad og Bestun i etterkant av morgenrushet og i forkant av ettermiddagsrushet. Dette gjelder dels innsatstog, dels sett til å forsterke grunnrutetogene. I dagens situasjon fører ikke dette forholdet til økt belastning av strekningen Oslo S - Lysaker i vestlig retning. Men når vending skal skje på Stabekk/Høvik i stedet for Bestun, vil disse togene belaste strekningen Skøyen - Lysaker i tillegg til ordinære tog, og hvert tomtog vil da ta ett ruteleie for hele strekningen Oslo S - Lysaker.

I ruteplan 2012 er det vesentlig færre innsatstog enn i dag, men det er fortsatt behov for å redusere togstørrelsen på mange grunnrutetog fra dobbelt- til enkeltsett. I planleggingen av ruteplan 2012 ble det i første omgang skissert behov for å kjøre 20 sett (ca 10 tog) mellom vendesporene på Stabekk/Høvik og Filipstad pga. mangelen på egnede stallespor vest for Lysaker.

Plassering av disse settene på Filipstad vil føre til at det er tiden etter morgenrush og tiden før ettermiddagsrush som får størst belastning, som illustrert i etterfølgende figur.

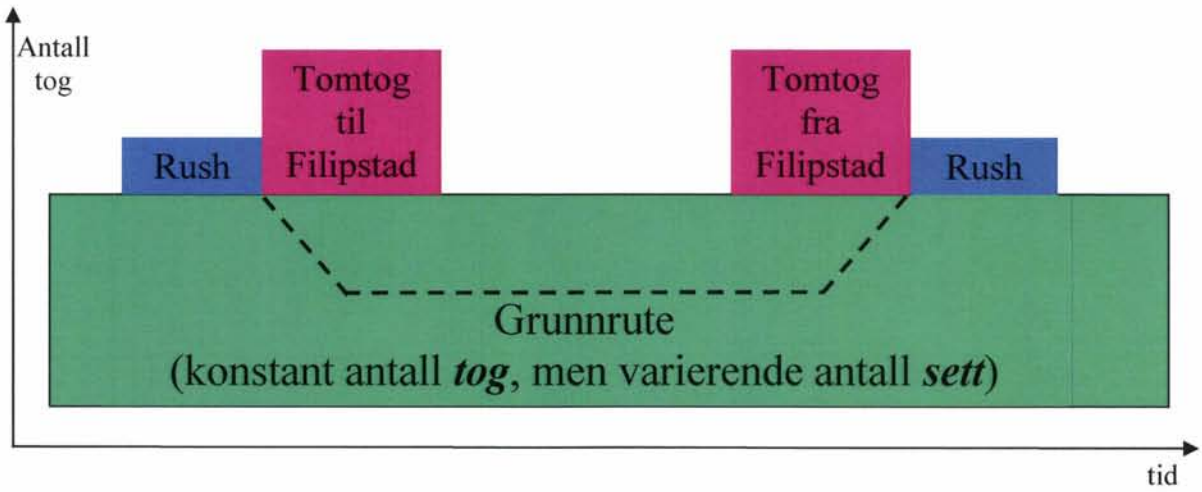


Fig 8. *Antall tog til og fra Filipstad*

Av disse togsettene skal noen ha verkstedopphold på Filipstad. For type 69 utføres "10000 km-service" på Filipstad. Togselskapet (NSB) har i dag behov for å kjøre 2 - 3 togsett per arbeidsdag til Filipstad pga. slikt verkstedopphold.

Hvert tomtog fra Filipstad til vendeanlegget vest for Lysaker tar altså *minst ett ruteleie* for vestgående tog! Se også kap. 3.3.3 og detaljert beskrivelse i kap.10.1.

3.2.6 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

Selv om kapasiteten øker på Lysaker stasjon ved utbyggingen til 4 spor, så øker belastningen mer, i h.h.t. de ruteønsker som er fremkommet.

Sporvekslene i vestenden av Lysaker stasjon tillater bare 40 km/h i avvik (mens de i østenden tillater 70).

Plattformene ligger som kjent i kurve, og det er litt usikkert om dette vil føre til lengre oppholdstider.

Dessuten er det en del organisatorisk forhold som kan påvirke oppholdstiden; dette er dels forhold som i dag forekommer på Skøyen st., siden den er endestasjon for mange tog i dag, dels nye ting som følger av at tog som ender sin rute på Lysaker, må fortsett som tomtog til snustasjonen, mens de fra Skøyen fortsetter som skift. Dette gjelder:

- Før toget kjører fra den rutemessige endestasjonen, skal personalet kontrollere at toget er tomt for passasjerer før det kjører til et sted som er uegnet for passasjerer å stige av.
- Personalbytte forekommer i dag ofte på Skøyen siden mange tog ender eller starter sin rute der.
- På den rutemessige utgangsstasjonen skal lokføreren og den ombordansvarlige informere hverandre om forhold av betydning for togframføringen[7].
- På Lysaker vil togene bytte tognummer mellom rutetog og tomtog (disse skal ha ulike nummerserier). Lokføreren må da melde det gamle tognummeret ut av GSM-R og melde inn det nye tognummeret. Dette gjelder i begge kjøreretninger.

[7] Forskrift om togframføring på det nasjonale jernbanenettet (togframføringsforskriften) §6.5; 13.12.2009

Disse problemene vil forsvinne hvis rutemessig ende- og avgangsstasjon for togene som snur vest for Lysaker, blir Stabekk i stedet for Lysaker.

3.3 Østlig retning (Lysaker - Oslo S)

3.3.1 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

Sporvekslene i vestenden av Lysaker stasjon tillater bare 40 km/h i avvik. Litt usikkert om plattformer i kurve vil føre til lengre oppholdstider.

På nye Lysaker stasjon vil det skje innfasing av tog fra de to banene (Drammenbanen og Askerbanen).

Med nåværende ruteønsker (R2012) vil det komme flere tog fra Stabekk enn fra Askerbanen, fordi det er så mange tog som kommer fra vendeanlegget. Det vil derfor forekomme forholdsvis ofte at to tog som kommer etter hverandre fra Stabekk, skal fortsette rett etter hverandre Lysaker - Oslo S. Togene må derfor kunne kjøre like tett fra Stabekk til Lysaker som på strekningen Lysaker - Oslo S. Dette er ikke mulig med dagens signalering Stabekk - Lysaker; det er nemlig ett hovedsignal mindre i denne retningen enn i motsatt retning.

Organisatoriske forhold som kan påvirke oppholdstiden på Lysaker, er omtalt i kap. 3.2.6.

3.3.2 Lysaker – Skøyen og forbindelsen til Filipstad

Denne delstrekningen har ett hovedsignal mindre enn i motsatt retning. Denne delstrekningen har derfor merkbart lengre togfølgetid (og dermed lavere kapasitet) enn motsatt kjøreretning. Dette er ikke nødvendigvis så merkbart i dag, siden det i dag går færre tog på denne delstrekningen enn på Skøyen - Oslo S, men i ruteplanforslaget for 2012 vil det bli omtrent like mange tog på denne delstrekningen som på Skøyen - Oslo S, og da vil denne begrensningen bli sterkt følbar.

På denne delstrekningen er det fare for at en del av kapasiteten vil bli brukt av tomtog som skal fra vendeanlegget vest for Lysaker til Filipstad i etterkant av morgenrushet, problemstillingen er den samme som beskrevet i kap. 3.2.5. Tomtoget vil da forlate vendeanlegget og kjøre østover på samme måte som øvrige tog. Ved avkjøringen mot Filipstad blokkerer det ikke nevneverdig mer for andre tog enn det ville ha gjort ved kjøring videre mot Oslo S. Hvert tomtog fra vendeanlegget til Filipstad vil altså ta ett ruteleie for østgående tog!

Også tomtog fra Filipstad til vendeanlegget (i forkant av ettermiddagsrush) vil belaste denne delstrekningen i østlig retning fordi tomtog fra Filipstad til vendeanlegget må krysse hovedsporet fra Lysaker til Oslo S i plan. Hvert tomtog fra Filipstad til vendeanlegget vest for Lysaker tar *minst ett ruteleie* for østgående tog; i tillegg til minst ett ruteleie for vestgående tog! (Det kan være mulig å legge "hull" i rutene for ordinære tog begge veger på en slik måte at man i gunstige tilfeller bare mister ett ruteleie i hver retning, men normalt må man regne med at ett tomtog fra Filipstad til vendeanlegget tar ett ruteleie i hver retning samt ytterligere ett ruteleie i minst en av retningene.)

Å fjerne (eller i det minste minimere) tomtogkjøring til/fra Filipstad er derfor et vesentlig punkt med tanke på å lykkes med R2012. Se detaljerte ebregninger i kap. 10.1.

3.3.3 Skøyen med snustasjon

Til plattformene ved Skøyen kommer tog både fra snustasjonen og Lysaker og alle tog skal videre mot Oslo S.

På en enkel befaring ble det observert at togene ankommer plattform og står der forholdsvis lenge (3-5 min.) før de går fra Skøyen. Årsaken til så lange oppholdstider er ikke fullstendig klarlagt. Det kan skyldes plassmangel på snustasjonen, prosedyre før avgang fra utgangsstasjonen og/eller at togleder tar toget tidlig til plattform for at det skal være tidlig klart. Uansett er slike lange oppholdstider svært kapasitetsreduserende.

Enkelte av de togene som passerer Skøyen stasjon i østlig retning går endog på spor avsatt for den trafikk som går i vestlig retning. Østgående tog bruker altså tidvis tre spor på stasjonen. Dette medfører kapasitetsbegrensninger for vestgående tog og kan ikke gjøres med det togantall det planlegges for i R2012.

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen i spor 4 som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 190) utløses ikke ved passering av hovedsignalet, men etter passering av en sikkerhetssone på litt over 150m. Signalstrekningen i spor 3 som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 112) utløses imidlertid først ca. 330m etter hovedsignalet. Dette øker togfølgetiden for tog i spor 3 med ca. 7s i forhold til utløsning etter en sikkerhetssone på 150m.

Sporvekslene på vestsiden (hvor det velges mellom spor 3 og 4) er 1:12 kurveveksler. Hastighet i avvik er 50 eller 60 km/h. Sporvekslene på østsiden er 1:14, som tillater 70 km/h. Det mangler hastighetssignal for hastighet over sporveksel i avvik (runde hastighetsskilt). ATC-hastighet er kodet 70 km/h i avvik for østsiden.

3.3.4 Skøyen – Nationaltheatret

Forsinket utløsning, som omtalt i kap. 3.1, gjaldt også for hovedsignal 112 og 190 (signal i østenden av plattform Skøyen), men dette er fjernet etter at dette prosjektet ble startet.

Det ble fjernet et hovedsignal på denne delstrekningen etter utbygging av Nationaltheateret stasjon til 4 spor, dette har redusert kapasiteten noe på denne delstrekningen.

3.3.5 Nationaltheatret

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 138 / 140) utløses ikke ved passering av hovedsignalet, og heller ikke ved passering av sikkerhetssonen på 150m, men først ved passering av motgående hovedsignal, ca. 400m etter signalet. Dette øker togfølgetiden med ca. 10s i forhold til utløsning etter sikkerhetssonen på 150m.

For øvrig samme forhold som i vestlig retning.

3.3.6 Nationaltheatret – Oslo S

Også på denne delstrekningen er det ett hovedsignal mindre enn i motsatt retning.
Det er her en kombinasjon av

- lang blokkstrekning
- reduksjon til hastighet 60 km/h
- retardasjon til stopp ved plattform, ofte kombinert med litt "forsiktig" kjøring
- den siste blokkstrekningen før Oslo S utløses først når hele toget er forbi motgående hovedsignal ved plattformkant; ikke ved middel der sporene deler seg i trakta slik som man skulle forvente ut fra sporplanen

Sistnevnte punkt skyldes mangel på motgående dvergsignaler, såkalte "returdvergsignaler".

3.3.7 Forholdene på Oslo S

Angående ev. kapasitetsproblemer på selve Oslo S og deres påvirkning på trafikken fra Oslo-tunnelen, henvises til prosjekt "Oslo S - kapasitet, sporbruk, signal" som ikke har påvist noen slike problemer.

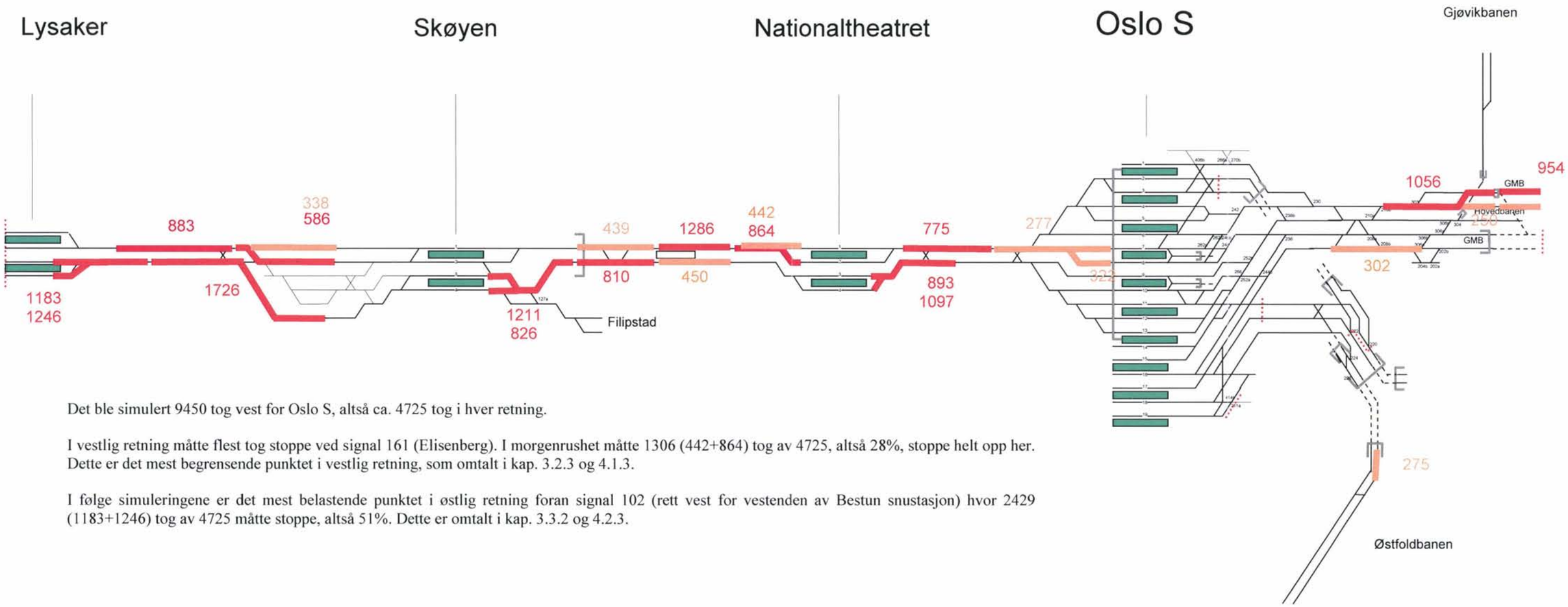
3.4 Forhold uavhengig av retning

3.4.1 Signalstrekninger med flest stopp i Oslo-området

I prosjekt "Oslo S - kapasitet, sporbruk, signal" ble det gjennomført simuleringer av forventet trafikk i Oslo-området med og uten Follobanen. Modellen ble bygd opp for et annet formål enn å undersøke kapasiteten på strekningen Oslo S - Lysaker. Dette viser seg bl.a. i at bare halve Lysaker st. er med; skift (Bestun / Lodalen) og tomtog til/fra Filipstad er ikke modellert; forsinket utløsning av signalstrekning er bare med for de to på fri linje. For å begrense arbeidsmengden ble heller ikke ATC modellert.

Simulert trafikk på strekningen Oslo S - Lysaker i dette prosjektet omfatter omtrent det som er planlagt trafikk for R2012. Det ble simulert morgenrushet for 50 analysedager med totalt ca. 13000 tog i analyseområdet, hvorav 9450 vest for Oslo S (sum begge retninger).

Et av resultatene fra dette prosjektet er etterfølgende figur som viser de signalstrekninger hvor flest tog måtte stoppe helt op for rødt lys. Her vises situasjonen med infrastrukturen pr. medio 2008, men med ruteplan slik den er planlagt for 2012, dvs. NSBs forslag, samt at flytog som i dag snur på Oslo S er forlenget til Lysaker. Tog som kommer inn i simuleringsområdet, kommer med tilfeldig (stokastisk) forsinkelse i området 0 - 20 minutter, med et gjennomsnitt på ca. 2 min. pr. tog. Signalstrekningene hvor mer enn 500 tog måtte stoppe helt opp, er markert med rødt i etterfølgende figur (15 i alt). Tallene viser antall tog som måtte stoppe. Signalstrekningene markert med oransje er de hvor 250-500 tog måtte stoppe (9 i alt).



Det ble simulert 9450 tog vest for Oslo S, altså ca. 4725 tog i hver retning.

I vestlig retning måtte flest tog stoppe ved signal 161 (Elisenberg). I morgenrushet måtte 1306 (442+864) tog av 4725, altså 28%, stoppe helt opp her. Dette er det mest begrensende punktet i vestlig retning, som omtalt i kap. 3.2.3 og 4.1.3.

I følge simuleringene er det mest belastende punktet i østlig retning foran signal 102 (rett vest for vestenden av Bestun snustasjon) hvor 2429 (1183+1246) tog av 4725 måtte stoppe, altså 51%. Dette er omtalt i kap. 3.3.2 og 4.2.3.

Figur 9. *Simuleringsresultater: De 15 blokkstrekningene hvor mer enn 500 tog måtte stoppe, er markert med rødt. De 9 blokkstrekningene hvor 250-500 tog måtte stoppe er oransje.*

3.4.2 Vending og stalling

Jernbaneverket vurderer nye anlegg for vending og stalling. Det er underskudd på stallingskapasitet i dag, og med NSBs 50 nye lokal- og regionsett (Stadler Flirt) vil dette bare øke. Tilgang på nye tog tilsvarer ca 5 km spor, mens utfasing av gamle tilsvarer ca 1 km tog. Nettotilgang blir da ca 4 km nye spor.

Noe sted i sporsystemet må det være reservekapasitet. Kapasiteten på den fremtidige Lysaker st. og strekningen Lysaker - Oslo S bør utnyttes så mye som mulig. Derfor må vendeanlegg vest for Lysaker ha reservekapasitet, dvs de må tåle planlagt ruteopplegg og handtere tog i avvik / forsinkelser. Om reservekapasiteten ikke etableres, vil problemene forskyve seg til Lysaker og området med kapasitets- og driftsproblemer utvides.

3.4.3 Oppholdstider

Oppholdstider har til nå ikke blitt undersøkt i prosjektet. Dette skyldes at oppholdstidene som oftest ikke er begrensende med dagens signalering og andre begrensninger.

Med de forbedringer som foreslås i denne rapporten, vil oppholdstidene få større betydning for kapasiteten enn de har i dag. En senere fase av dette prosjektet bør måle oppholdstider og se på tiltak for å redusere dem.

4 Forslag til kapasitetsforbedrende tiltak

I dette kapittelet beskrives de tiltak som er vurdert til nå, og som kan forbedre kapasiteten på strekningen Oslo S – Lysaker fram til ruteplan 2012.

4.1 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker)

4.1.1 Oslo S – Nationaltheatret

For å sikre effektiv avgang fra Oslo S er det viktig at lokpersonalet blir informert om at de må være klar til å iverksette avgangsprosedyren med det samme signalet ved plattform viser grønt lys.

Alle sporvekslene i trakta tåler 60 km/h, men for å få utnyttet dette er det ikke nok med vanlig (trekantet) hastighetsskilt for 60 km/h fordi det er et sporkryss mellom trakta og neste hovedsignal, og dette tåler bare 40 km/h i avvik. For spor 7 som er rettspor, kan det skiltes fast hastighetsskilt for 60 km/h som gjelder ved kjøring i rettspor, og ved togveg i avvik (som da entydig betyr avvik i sporkrysset) gjelder vanlig hastighet i avvik (40 km/h). For alle de andre sporene vises samme signal (ett grønt) enten togvegen kun inneholder sporveksler som tåler 60 km/h i avvik eller om det også inngår avvikekjøring i sporkrysset som medfører 40 km/h. For å skille mellom disse tilfellene trengs det et variabelt hastighetsskilt (lysende "4" eller "6") på hovedsignalene fra spor 2 - 6 og spor 8 mot tunnelen. På disse signalene er det allerede et variabelt hastighetsskilt som kan vise "3" som betyr 30 km/h *i hele tunnelen*. Den nye hastighetsskiltene må derfor utformes på en måte som skiller seg fra det nåværende, siden disse gjelder for ulike strekninger.

Prosjektet har vurdert kapasitetsmessig virkning av et nytt hovedsignal i bunnen av trakta for kjøring vestover. Dette er ikke presserende på kort sikt og er derfor ikke med i foreliggende forslag. Men det kan være aktuelt å komme tilbake til dette senere når øvrige tiltak er gjennomført. (Hvis det skulle bli problemer med å få gjennomført ovennevnte skilting av variabel hastighet, vil det øke behovet for et nytt hovedsignal i bunnen av trakta, dvs.før første sporkryss).

4.1.2 Nationaltheatret

Forsinket utløsning av signalstrekning:
Utløsning av signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 133 / 135) endres til å skje 150m etter signalet.

Dette reduserer togfølgetiden med ca. 5s. Kravene er for øvrig som beskrevet i kap. 4.1.3.

Det mangler hastighetssignal for hastighet over sporveksel i avvik (runde hastighetsskilt).

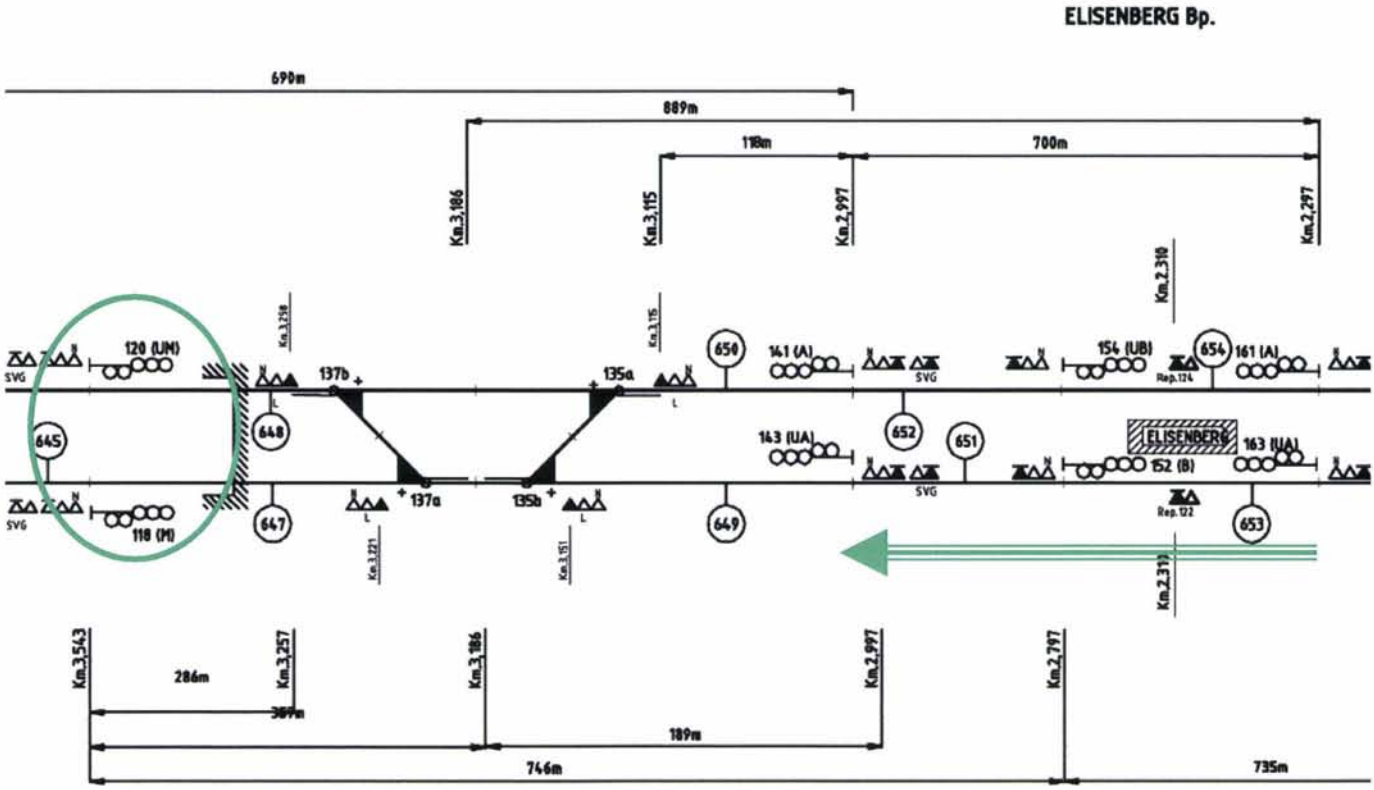
4.1.3 Nationaltheatret – Skøyen

På denne delstrekningen ble det fjernet ett signal (for hvert spor og retning) i forbindelse med utbyggingen av Nationaltheatret til 4 spor. Det vil øke kapasiteten på denne delstrekningen å re-etablere den gamle signalplasseringen. Dette er ikke vurdert som presserende på kort sikt, fordi andre forhold og delstrekninger er mer begrensende, men det kan bli aktuelt senere.

Men det som er svært viktig å gjøre snarest mulig er å få vanlig utløsning av blokkstrekningen mellom signalene 161/163 og 141/143.

4.1.3.1 Beskrivelse av tiltaket

Hovedsignalene 141 og 143 i Oslo tunnelen ved Elisenberg for kjøring mot vest, utløses som sluttpunkt i togvei i dag først etter at tog passerer motrettet hovedsignal 120 og 118. Togvei fram til disse signaler (141 / 143) bør kunne utløses som sluttpunkt umiddelbart når tog har passert disse - slik det allerede er realisert for hovedsignalene 112 og 190 (ved plattform på Skøyen stasjon for kjøring mot øst). Se etterfølgende figur.



Figur 10. *Forsinket utløsing av togveg*

Togveg markert med grønn pil, utløses ikke som forventet ved passering av signal 141/143 (ved den grønne pilspissen), men først ved passering av motgående signal 120/118 (markert med grønn oval).

4.1.3.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Denne blokkstrekningen er i dag den klart mest begrensende blokkstrekningen i vestlig retning i Oslo-tunnelen. Tiltaket vil redusere togfølgetiden gjennom tunnelen med ca. 15s, se kap.10.2.1-2. For delstrekningen Nationaltheatret - Skøyen isolert sett er reduksjonen i togfølgetid på hele 25s.

4.1.3.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

Følgende skal ivaretas ved endringen:

- Rødlyskontroll i togveienes sluttpunkt (signal 141 og 143).
- Tilstrekkelig sikkerhetssone (min. 150 meter) mot fiendtlig togvei bak sluttpunkt (signal 141 og 143).
- Ingen mulighet for å tillate skiftebevegelser inn i sikkerhetssonen (min 150 meter) bak sluttpunkt (signal 141 og 143).

Ved automatisk linjeblokk har Jernbaneverket krav til at et blokksignal som er passert av tog lyser rødt (rødlyskontroll) før nytt tog får tillatelse til å kjøre ut på strekningen og mot det aktuelle sluttpunktet. Dette ivaretas også i sikringsanlegg NSB 77 ved at rødlys i en togveis sluttpunkt kontrolleres før signal i togveiens begynnelsespunkt tillates å gå til kjør.

Det er derimot viktig at en i et sikringsanlegg som NSB 77 for alle togveier vurderer aktuelle sikkerhetssoner (overlapp/forløp), før en endring som her beskrives gjennomføres. For de aktuelle togveiene mot henholdsvis signal 161 og 163 er det mer enn 150 meter til kryssende togvei bak disse signalene, noe som gir tilstrekkelig sikkerhetssone.

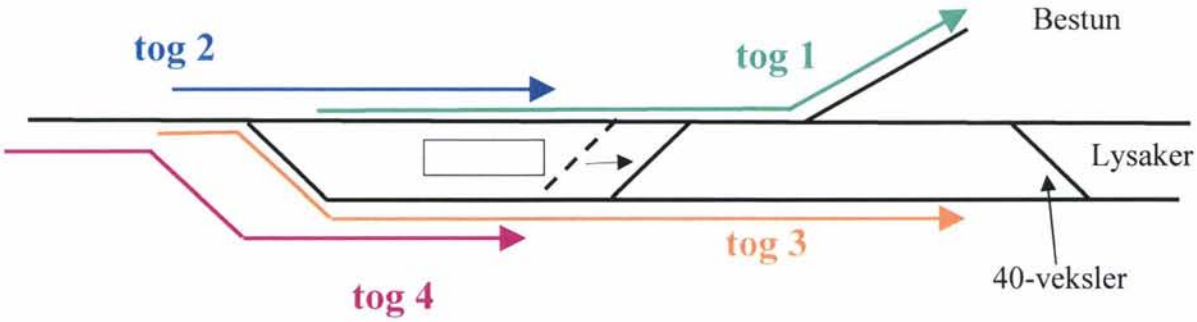
I og med at signalanlegget på strekningen er teknisk utført som "på linjen", er det heller ikke realisert muligheter for å foreta skiftebevegelser bak sluttpunktene 161 og 163. Det finnes ikke dvergsignaler eller høye skiftesignaler på det aktuelle stedet som tillater dette.

4.1.3.4 Kostnad

Kostnaden begrenses til å utføre loddinger på enkelte relegrupper i sikringsanlegget, i tillegg til at dokumentasjonen for sikringsanlegget må oppdateres iht. denne endringen.

4.1.4 Skøyen, uavhengige togbevegelser

Stasjonen må endres noe slik at sporbruk på stasjonen lik den som anvendes på Nationaltheatret med annenhver gang kjøring til plattform, kan innføres. For å gjennomføre dette kreves flytting av signaler og sporsløyfen rett etter plattform for vestgående tog. I dag er det for kort sikkerhetssone for tog fra høyre spor (spor I) til snustasjon som da stenger for samtidig innkjøring til venstre spor (spor II).



Figur 11. *Stiplet linje viser nåværende plassering; hel linje ny plassering av sporsløyfe*

4.1.4.1 Beskrivelse av tiltaket

Banetekniske vurderinger er gjort av Trond Bäckstrøm, UPJB.

På dette stedet ligger begge sporsløyfens vekslene i kurver, og kurveradiene er konstante et stykke vestover. Sporsløyfen kan maksimalt flyttes slik at den vestlige sporvekselen kommer til enden av sirkelkurven, dvs. stokkskinneskjøt ved OE (overgangskurvens ende). I så fall blir middel ved km 4.633; men det blir da et avvik fra Tr: "for kort avstand stokkskinneskjøt – OE"[8]. Kravet er 0.15*V, der V er hastighet i km/h. Hastigheten på stedet er 90 km/h slik at avstanden mellom stokkskinneskjøt og OE bør være minst 13,5m.

Sporsløyfens nye posisjon vil da bli omtrent i forkant på det etterfølgende bilde:

Bilde 2. *Sporsløyfe vest for plattform Skøyen som må flyttes*

Middel blir maksimalt ca. 134 m fra vestre plattformkant. Avstanden fra middel til signal 147 (spor II) står litt inne på plattformen slik at avstanden middel - signal maksimalt kan bli ca. 140m.

Vestre del av plattformen er imidlertid ikke i bruk; den vestligste delen er en gammel lav plattform, se etterfølgende bilde:

[8] Teknisk regelverk, JD530, kap.5, avsnitt 3.2.7.2

Bilde 3. *Signal 147 (spor II Skøyen; i åk) og vestre del av plattform Skøyen.*

Det er signalet som henger i åk på bildet ovenfor (km 4.493) som må flyttes noe innover. Signalet kan maksimalt flyttes tilbake til det gule 250m-merket. Den gamle delen av plattformen utgjør 54m (27 betongelementer a 200cm). Signal kan maksimalt flyttes til kanten av ny plattform, km 4.446.

Maksimalt oppnåelig sikkerhetssone blir dermed 187m, (4633-4446). Siden kravet er 150m, er det litt å gå på i begge ender. Det er dermed mulig både å oppfylle kravet i Tr om avstand stokkskinneskjøt - OE på 13,5m og å plassere signalet noe bortenfor 250m-skiltet på bildet over, slik at det blir litt avstand (f.eks. 15m) fra vestligste stopp-punkt til signal.

4.1.4.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Siden dette tiltaket gir tilstrekkelig sikkerhetssone for uavhengig togveglegging, kan begge vestgående spor brukes uavhengig av hvor togene skal videre. Dermed kan alle ruteleier utnyttes like effektivt.

For å få full effekt av dette må den automatiske togvegleggingen gjøres på samme måte som for Nationaltheatret i dag.

Tiltaket har en viss sammenheng med sporvekselendring i vestenden av Bestun som vil medføre at det blir omtrent samme kjøretid fra Skøyen til Lysaker, uavhengig av hvilket plattformspor toget benytter.

4.1.4.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Antagelig ingen (se under beskrivelsen ang. mulig avvik fra Tr).

4.1.4.4 Kostnad

Ikke beregnet ennå

4.1.5 Skøyen - Bestun, sporvekselendring

Sporvekslene lengst vest på Bestun er bare for 40 km/h i avvik. Dette er vel en gammel sporsløyfe fra den gang dette var de to hovedsporene på Drammenbanen. I R2012 vil imidlertid denne sporsløyfen bli brukt for annethvert tog, og siden den ligger ca. 1km fra Skøyen plattform, blir det et merkbart tidstap av pga. den lave hastigheten.

4.1.5.1 Beskrivelse av tiltaket

Sporsløyfen må enten byttes med en sporsløyfe med 1:14-veksler, eller det kan kombineres med en forenkling av sporarrangementet som vist nedenfor. Dette blir en mye billigere løsning enn å erstatte sporsløyfen med større sporveksler.

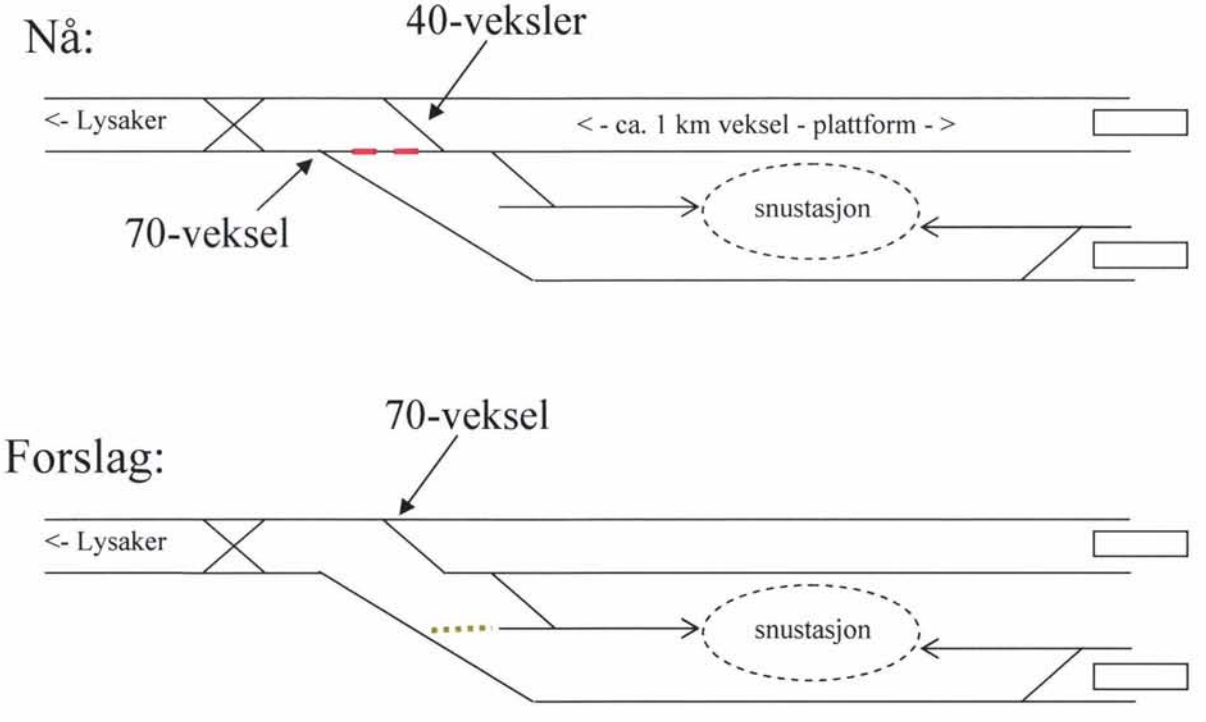


Fig 12. *Forenkling av sporarrangement*

Med denne endringen blir det ikke lenger mulig å kjøre fra hovedspor Lysaker - Skøyen til østgående plattform Skøyen. I R2012 kan dette allikevel ikke gjøres under vanlig trafikk fordi det da ville blokkere for halvparten av vestgående trafikk. En annen mulighet som forsvinner er muligheten til å kjøre fra hovedspor Lysaker - Skøyen til snustasjonen. Også dette vil en stund blokkere det ene vestgående spor og kan heller ikke gjøres under normal trafikk. Hvis det er av avgjørende betydning å kunne komme til snustasjonen på denne måte, må det heller undersøkes muligheten til å lage en forbindelse fra dette hovedsporet til snustasjonen litt lengre øst, f.eks. som vist med grønne punkter på den nederste figuren.

4.1.5.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Tidstapet for et tog i avvik over sporsløyfen med max 40 km/h er ca. 20s, forutsatt at toget akselerer normalt opp til linjehastighet ut fra Skøyen før det bremser ned mot sporsløyfen.

Et slikt tidstap øker togfølgetider for et tog i rettspor etter et tog i avvik (over sporsløyfen) med ca. 20s, mens det blir uendret for et tog i avvik etter et tog i rettspor. Den gjennomsnittlige togfølgetiden reduseres altså med ca. 10s ved utskifting av denne sporsløyfen.

Hvis toget i stedet ikke kjører raskere enn 40 - 50 km/h fra plattform til sporsløyfen, kan tidstapet og endringen i togfølgetid bli opptil dobbelt så stor.

Utskiftingen av denne sporsløyfen til 1:14-sporveksel(er) er forutsatt i de beregninger av togfølgetider som er gjort for andre tiltak på denne strekningen.

4.1.5.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

4.1.5.4 Kostnad

Ikke beregnet ennå.

4.1.6 Skøyen - Bestun, andre tiltak

I dag forekommer det i blant at materiell fra ankommet tog som skal skiftes til Bestun snustasjon står lengre ved plattform Skøyen enn de gjennomgående togene. Dette kan bl.a. skyldes personalbytte, sluttvisitasjon av toget og/eller at det er kapasitetsproblem i snustasjonen.

Personalbytte, må flyttes til andre steder enn stasjonen Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker.

Etter 2012 vil det bli vesentlig færre tog som bruker Bestun snustasjon, slik at tog da ikke vil bli stående ved plattform Skøyen i påvente av ledig sporplass i snustasjonen. Ev. oppholdstidsforlengelse pga. sluttvisitasjon vil også bli et mindre problem med færre tog som skal ha det på Skøyen.

4.1.7 Forbindelse Filipstad

Ruteleiene på strekningen Oslo S - Lysaker er antagelig blant Norges mest ettertraktede ruteleier. Man bør ikke bruke så verdifulle ruteleier til å kjøre tomtog:

- Hvert tomtog som kjøres fra vendeanlegget (vest for Lysaker) til Filipstad, tar *ett ruteleie* for østgående tog.
- Hvert tomtog som kjøres fra Filipstad til vendeanlegget tar *minst ett ruteleie* for hver av kjøreretningene!

Detaljerte beregninger av disse forhold er vist i vedlegg (kap. 10.1).

På kort sikt kan man neppe komme bort fra at type 69 som skal til verkstedet på Filipstad for "10.000-km service" må kjøre som tomtog mellom Filipstad og Bestun eller vendeanlegg vest for Lysaker (avhengig av hvor toget snur). Planlegging av annen plassering av verksted må startes nå, slik at denne tomtogkjøringen kan opphøre snarest mulig.

Men kjøring av tomtog mellom vendeanlegget og Filipstad for å redusere togstørrelsen i grunnrutetogene fra dobbeltsett til enkeltsett mellom rushtidene, må opphøre før ruteplan 2012. Hensetting må gjøres andre steder, for eksempel på ytterstasjoner der materiellet stalles om natten. På mange av disse stedene er det mangel på stallingsplass, eller det vil bli det når NSB får flere tog i perioden 2011-13. Et nytt prosjekt "Arealbehov og stallingskap. IC+lokal" som starter i 2009, skal ta seg av denne problemstillingen. Hvis tilstrekkelig egnet plass for dagstalling ikke er etablert til ruteplan 2012 starter, må togene i verste fall kjøre med dobbeltsett mellom rushtidene også, ev. med ett sett avlåst.

Hvis trafikk til/fra Filipstad skulle fortsette som i dag, må det bygges et eget spor mellom Stabekk og Filipstad, helt uten å berøre Skøyen - Bestun - Lysaker-anleggene.

4.1.8 Skøyen – Lysaker

Bytte av sporveksler i vestenden av Bestun snustasjon er omtalt i kap. 4.1.5.

4.1.9 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

På nye 4 spors Lysaker stasjon der trafikken etter avgang mot vest deler seg til to ulike spor, er det viktig av kapasitetshensyn at det planlegges for automatisk togveglegging som omtalt i kapittel 3.2.4, på samme måte som det gjøres på Nationaltheatret i dag.

Videre er det viktig at ikke noe annet enn passasjerutveksling skjer på Lysaker st., verken personalbytte, sluttvisitasjon eller bytte av tognr. i GSM-R. Dette kan enklest oppnå ved at alle tog har rutemessig endestasjon vest for Lysaker, også de som snur på vendeanlegget Høvik/Stabekk. De sistnevnte kan ha Stabekk som endestasjon. Tog som skal vende på Høvik vil da bruke ordinære plattformer på Stabekk. Av hensyn til tog som skal vende på Stabekk, må det bygges plattform ved det eksisterende vendesporet. Dette kan senere inngå i ombygging av Stabekk til midtliggende vendespor. Hvis tog likevel har ende- og utgangsstasjon på Lysaker, vil dette føre til redusert kapasitet.

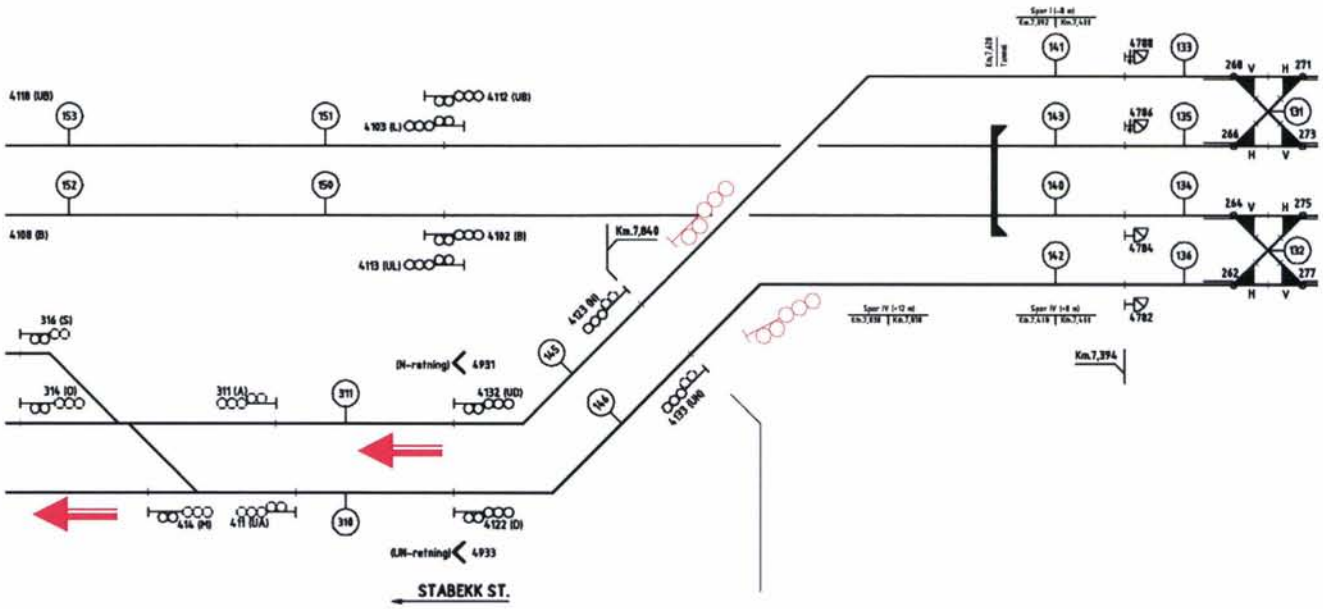
4.2 Østlig retning (Lysaker - Oslo S)

4.2.1 Nytt hovedsignal Stabekk - Lysaker

Det er her en signalstrekning mindre enn i motsatt retning. Togene må kunne kjøre like tett fra Stabekk til Lysaker som på strekningen Lysaker - Oslo S, fordi det ofte vil være to tog fra denne banen som skal kjøre tett etter hverandre videre til Oslo S. Ved små uregelmessigheter vil det kunne bli tre tog fra denne banen som skal kjøre tett etter hverandre videre fra Lysaker. Ved problemer på tunnelstrekningen Sandvika - Lysaker, vil alle tog komme via Stabekk og tett togfølge er nødvendig mellom alle tog.

4.2.1.1 Beskrivelse av tiltaket

Det monteres nytt indre hovedsignal på strekningen Stabekk – Lysaker (for hvert av sporene). For å få plass til dette må noen signaler flyttes. Utkjørhovedsignal M Stabekk stasjon flyttes ca. 100m vestover slik at det kommer på linje med de andre utkjørhovedsignalene (km 8.886). Signal M må også flyttes slik når Stabekk skal bygges om fra sideliggende til midtliggende vendespor. Innkjørhovedsignal D til Lysaker stasjon som er prosjektert ved km 7,93, flyttes utover til ca. km 8.3; det er her rettlinje minst 300m videre vestover. Dette gir plass til ett nytt indre hovedsignal ved ca. km 7.640. Signalflyttingene er markert med røde piler på figuren under, og de nye signalene med røde signaler.



Figur 13. *Plassering av nytt hovedsignal Stabekk - Lysaker og tilhørende flyttinger*

For det nye hovedsignalet er siktforholdene for hovedspor Stabekk - Lysaker sjekket i 3D-modell for nye Lysaker stasjon (gjort av Claus Feyling). Signalet står i en høyrekurve og kan plasseres på venstre side av sporet, fordi motgående spor går et stykke unna (dette er i området hvor sporene skiller lag pga. innfasingen på hver side av tunnelmunningen for Askerbanen).

Foreslåtte plasseringer og avstander (for høyre hovedspor) er oppsummert i tabellen nedenfor:

Ref km	Signal	Signalavst.	Kommentar
6.960	Lysaker -4124		Uendret
Ca. 7.640	Nytt indre hovedsignal Lysaker	Ca. 680m	Sikt sjekket i 3D-modell
Ca. 8.300	Lysaker-4122 (flyttet)	Ca. 660m	Rettlinje
8.886	Stabekk -M	Ca. 586m	Flyttes til samme km som Stabekk O *

* Dette planlegges også i forbindelse med ombygging av Stabekk til midtliggende vendespor

Tilsvarende endringer (unntatt Stabekk M) må gjøres for venstre hovedspor.

4.2.1.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Togfølgetiden for strekningen Stabekk - Lysaker blir da ca. 75s, noe som er minst like lav som på øvrige delstrekninger etter tiltak.

Tiltaket gjør også at togfølgetiden over Lysaker stasjon blir mindre følsom for oppholdstiden på Lysaker st. Oppholdstiden på Lysaker kan være opptil 10s lengre enn på Nationaltheatret uten at det gir lengre togfølgetid over hele strekningen. (Med den nåværende signalplasseringen mellom Stabekk og Lysaker må oppholdstiden på Lysaker være ca. 10s *kortere* enn på Nationaltheatret for å få samme togfølgetid over Lysaker stasjon som over Nationaltheatret.)

4.2.1.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

4.2.1.4 Kostnad

Ikke beregnet ennå

Kostnaden innbefatter prosjektering, bygging og kontroll av nytt hovedsignal og flytting av eksisterende hovedsignaler.

4.2.2 Lysaker (fremtidig 4-spors stasjon)

På Lysaker st. skal tog fra de to banene fases inn i én togstrøm videre mot Oslo S.
For å øke sannsynligheten for at tog kommer i tide til sitt ruteleie ("slot") på den tett trafikkerte fellesstrekningen, bør alle tog ha et lite tidstillegg i ruta før innfasingspunktet.

Videre er det viktig at ikke noe annet enn passasjerutveksling skjer på Lysaker st., verken personalbytte, prosedyre på utgangsstasjon (konferanse mellom lokfører og konduktør) eller bytte av tognr. i GSM-R. Dette kan enklest oppnå ved at alle tog har rutemessig utgangsstasjon vest for Lysaker, også de som snur på vendeanlegget Høvik/Stabekk. De sistnevnte kan ha Stabekk som utgangsstasjon. Ang. plattform til nåværende vendespor, se kap. 4.1.9.

Også for denne kjøreretningen er det viktig av kapasitetshensyn at det planlegges for automatisk togveglegging som omtalt i kapittel 3.2.4, på samme måte som det gjøres på Nationaltheatret i dag.

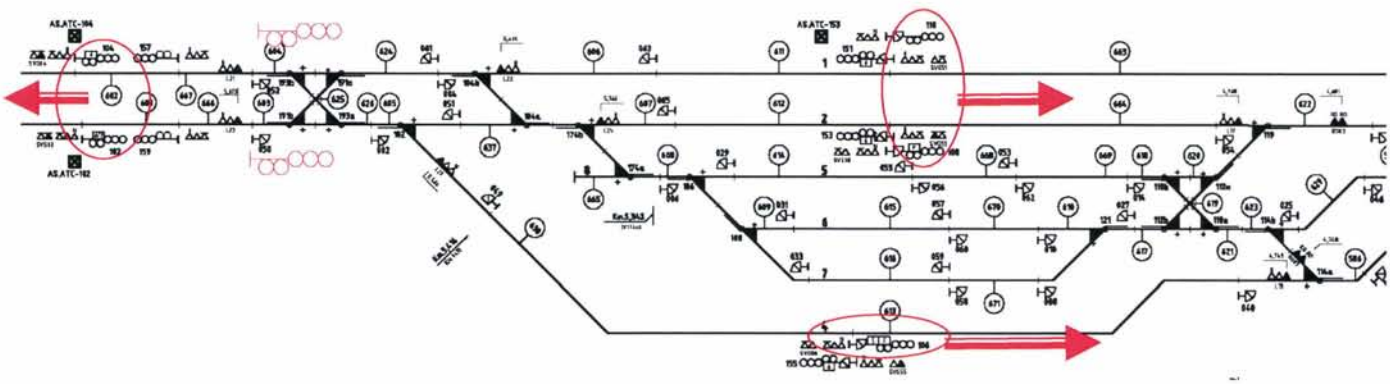
Tiltaket med et nytt hovedsignal mellom Stabekk og Lysaker gjør også at togfølgetiden over Lysaker stasjon blir noe mindre følsom for oppholdstiden på Lysaker st. (se foregående avsnitt).

4.2.3 Nytt hovedsignal Lysaker – Skøyen

Også på denne delstrekningen er det en signalstrekning mindre enn i motsatt retning.

4.2.3.1 Beskrivelse av tiltaket

Signal 106 flyttes nærmere Skøyen og signal 102 nærmere Lysaker for å gi plass til et nytt hovedsignal mellom disse. Signalflyttingene er markert med røde piler på figuren under, og nye signaler med rødfarget signal. Flyttingen av 102 medfører at også tilhørende signal for uriktig kjøring på det andre sporet må flyttes like mye vestover. Det nye signalet ved dvergsignal 050 medfører at signal 108 og 110 (for uriktig kjøring på spor 1 og 2 Skøyen) må flyttes østover for å få tilstrekkelig signalavstand. Disse signalene har tidligere stått ved km 4.99, som antagelig vil være en passende plassering.



Figur 14. *Plassering av n ytt hovedsignal Stabekk - Lysaker og tilhørende flyttinger*

Hovedsignal 106 flyttes nærmere Skøyen og plasseres ca. 200m vest for sin "gamle" plassering kort før sløyfe fra Bestun. Den gamle plasseringen (rett vest for sporsløyfe fra snustasjonen) medførte enkelte uheldige episoder pga. kort avstand mellom signal og sporsløyfe. Ved en plassering 200m lenger vest blir det tilstrekkelig sikkerhetssone. Den foreslåtte plassering ligger i begynnelsen av en høyrekurve, rett etter en rettlinje. etterfølgende bilde viser situasjonen sett fra en posisjon drøye 200m lenger vest. Signalet kan antagelig best plasseres rett foran en kontaktledningsmast.

Fotomontasje 1. *Mulig plassering av signal 106 ved ca. km 4.965, sett fra vest ca. 200m unna*

Hovedsignal B102 (og UB104) kan flyttes til ca. km 6.3, eventuelt enda nærmere Lysaker. Ut fra målevognbilder ser dette ut til å gi bedret sikt enn dagens plassering. Etterfølgende bilde er et målevognbilde, på ca. 170 meters avstand, hvor signalplasseringene er markert med tegnede røde signaler.

Fotomontasje 2. *Mulig plassering av signal B102 (og UB104) ved ca. km 6.33, sett fra vest ca. 170m unna*

Utkjørhovedsignal for Lysaker stasjon planlegges ved km 6.96. Avstanden fra utkjørhovedsignalet på Lysaker stasjon og fram til hovedsignal 102 kan godt være kort, fordi det her er det mulig å benytte gjennomsignalering (siden dette er innenfor FATC-området). OBS: Det er et lite kjedebrudd mellom hovedsignal 102 og plattformen på Lysaker stasjon.

Dermed blir det plass til et nytt indre hovedsignal mellom hovedsignal 106 og B102 (og tilsvarende i venstre spor). Aktuell plassering av nytt hovedsignal er på hver side av sporkrysset vest for snustasjonen, enten sammen med dvergsignal 002 (rett øst for sporkrysset) eller sammen med dvergsignal 050 (rett vest for sporkrysset) ca. km 5.67. Sistnevnte plassering er benyttet i beregningen av togfølgetid. Sistnevnte plassering er også antydet med et tegnet rødt signal i etterfølgende bilde.

Fotomontasje 3. *Mulig plassering av nytt indre hovedsignal ved ca. km 5.67, sett fra vest ca. 200m unna (bare vist for høyre spor)*

Foreslåtte plasseringer og avstander (for høyre spor) er oppsummert i tabellen nedenfor:

Ref km	Signal	Signalavst.	Kommentar
4.190	190		Uendret (øst for plattform Skøyen)
Ca. 4.965	106 (flyttes)	Ca. 775m	Flyttes til ca. 200m vest for gammel pos.
Ca. 5.67	Nytt indre hovedsignal	Ca. 703m	Med dverg 050, rett vest for sporkryss
Ca. 6.330	102 (flyttet)	Ca. 662m	

4.2.3.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Togfølgetiden for strekningen Lysaker - Skøyen blir da ca. 80s + siktavstand; forutsatt oppholdstid på Skøyen på max 40s. Dette er ca. 20s kortere enn i dag.

4.2.3.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

4.2.3.4 Kostnad

Ikke beregnet ennå

Kostnaden innbefatter prosjektering, bygging og kontroll av nytt hovedsignal og flytting av eksisterende hovedsignaler.

4.2.4 Forbindelse Filipstad

Se omtale under kap. 4.1.7.

4.2.5 Skøyen med Bestun snustasjon

Med R2012 vil det bli vesentlig færre tog som snur på Bestun, slik at problemet med at tog derfra kommer blir stående lenge ved Skøyen plattform blir strekt redusert bare av denne grunn.

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen i spor 3 som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 112) utløses først ca. 330m etter hovedsignalet. Dette reduseres til ca. 150m, noe som vil redusere togfølgetiden for tog i spor 3 med ca. 7s. Kravene er for øvrig som beskrevet i kap. 4.1.3.

Rett vest for Skøyen plattform, der hvor sporet deler seg til spor 3 og 4, er det en sporsløyfe med 1:12-kurveveklser, som begrenser hastigheten til 50 eller 60 km/h. Disse bør byttes til 1:14-veklser, men pga. usikkerheten om fremtidig bruk av Bestun snustasjon og ev. sporendringer av den grunn, foreslås det at bytte av disse sporvekslene utsettes til det er mer klarlagt om det av andre grunner blir sporendringer i dette området.

4.2.6 Skøyen – Nationaltheatret

På denne delstrekningen ble det fjernet ett signal (for hvert spor og retning) i forbindelse med utbyggingen av Nationaltheatret til 4 spor. Det vil øke kapasiteten på denne delstrekningen å re-etablere den gamle signalplasseringen. Dette er ikke vurdert som presserende på kort sikt, fordi andre forhold og delstrekninger er mer begrensende, men det kan bli aktuelt senere.

4.2.7 Nationaltheatret

Forsinket utløsning av signalstrekning: Signalstrekningen som omfatter plattformen (fram til hovedsignal 138 / 140) utløses ikke ved passering av hovedsignalet, og heller ikke ved passering av sikkerhetssonen på 150m, men først ved passering av motgående hovedsignal, ca. 400m etter signalet. Utløsning av denne signalstrekningen endres til å skje 150m etter signalet.

Dette reduserer togfølgetiden med ca. 10s. Kravene er for øvrig som beskrevet i kap. 4.1.3.

Det mangler hastighetssignal for hastighet over sporveksel i avvik (runde hastighetsskilt).

4.2.8 Nytt hovedsignal Nationaltheatret – Oslo S

Det er en signalsterkning mindre ved kjøring fra Nationaltheatret til Oslo S enn i motsatt retning. Avstanden fra hovedsignal 134 (km 0,674; siste hovedsignal før Oslo S) til vestre plattformkant er ca. 825 meter, og signalavstanden til neste signal er minst 1075 meter.

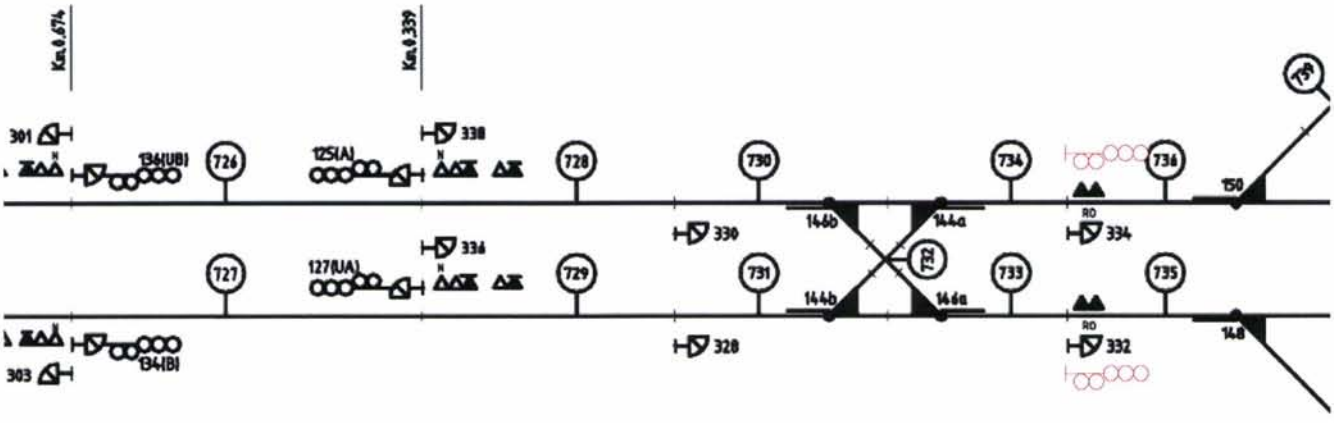
4.2.8.1 Beskrivelse av tiltaket

Det er generelt vanskelig å plassere nye signaler i Oslotunnelen pga dårlig sikt. Tunnelen er trang og det er strenge siktkrav. Plasseringer av nye hovedsignaler og flytting av dagens signaler er vurdert ut ifra kart, målevognbilder og regelverk. Befaring har ikke vært gjennomført til nå.

Det er vurdert to alternative plasseringer.

AlternativA:
Nytt hovedsignal plasseres der dvergsignal 332 står i dag (ca. km 0,12 - 0,15). Dette er ca. 270 – 300

meter fra vestre plattformkant Oslo S og over 500 meter før neste hovedsignal. Dette alternativet er vist med rødt signal på figuren under.



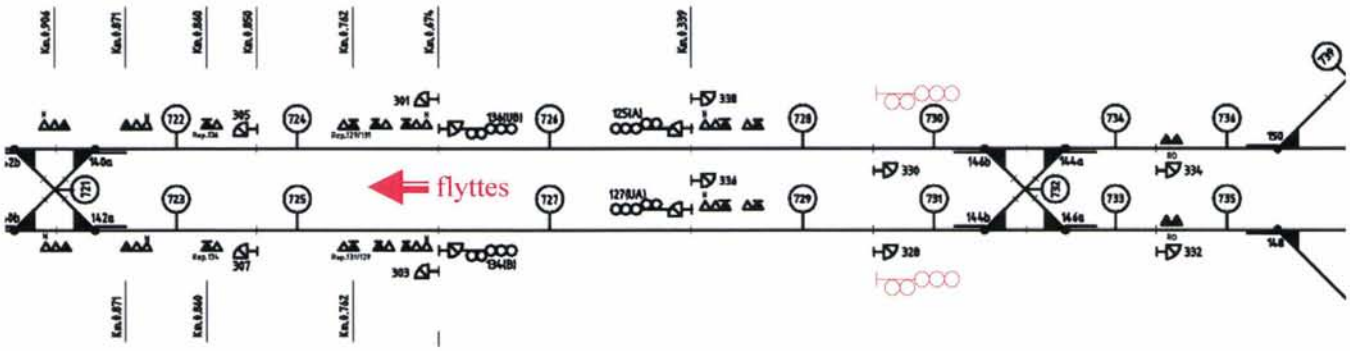
Figur 15. *Alternativ A for plassering av nytt hovedsignal mellom Nationaltheatret og Oslo S*

Fotomontasje 4. *Dvergsignal 332, øst for sporkryss, (under hvit pil) og mulig plassering av hovedsignal*

Foreslåtte plasseringer og avstander for alt. A er oppsummert i tabellen nedenfor:

Ref km	Signal	Signalavst.	Kommentar
Ca. 0.15	Nytt	> 500m	Se bilde ovenfor
0.674	134 (som i dag)	Ca. 524m	Uendret

AlternativB:
Nytt hovedsignal plasseres nærmest mulig sporkryss på vestsiden av sporkrysset (antagelig blir dette der dvergsignal 328 står i dag; ca. km 0,27). Dette er ca. 420 meter fra vestre plattformkant Oslo S og over 650 meter før neste hovedsignal. Foregående hovedsignal (134/136) bør da flyttes noe nærmere Nationaltheatret. Dette alternativet er vist med rødt på figuren under.



Figur 16. *Alternativ B for plassering av nytt hovedsignal mellom Nationaltheatret og Oslo S*

Fotomontasje 4. *Dvergsignal 328, vest for sporkryss, (under hvit pil) og mulig plassering av hovedsignal*

Foreslåtte plasseringer og avstander for alt. B er oppsummert i tabellen nedenfor:

Ref km	Signal	Signalavst.	Kommentar
Ca. 0.27	Nytt	> 620m	Se bilde ovenfor
Ca. 0.73	134 (flyttet)	Ca. 460m	Flyttet fra km 0.674

For begge alternativ gjelder det at siktforhold og mulighet for plassering av signal på motsatt side av sporet må vurderes. Det er skillevegg mellom sporene på begge sider av sporkrysset, slik at en plassering på venstre side burde være akseptabel.

4.2.8.2 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Hvilket av alternativene A og B som blir best kapasitetsmessig, avhenger av om det blir bygd returdverger i trakta (se neste avsnitt): Uten returdverger vil alternativ A være best; med returdverger vil alternativ B være best. Imidlertid er det viktig å merke seg begge alternativ (og plasseringer i nærheten av disse) vil gi en markert forbedring i forhold til i dag.

Togfølgetiden for strekningen Nationaltheatret – Oslo S (isolert sett) blir da ca. 75s + siktavstand for alternativ A. Dette er ca. 30s kortere enn i dag. For alternativ B i kombinasjon med neste tiltak vil togfølgetiden bli ytterligere ca. 3 - 7s kortere, avhengig av sporbruk på Oslo S (kortest togfølgetid for spor 9 og 10).

4.2.8.3 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

4.2.8.4 Kostnad

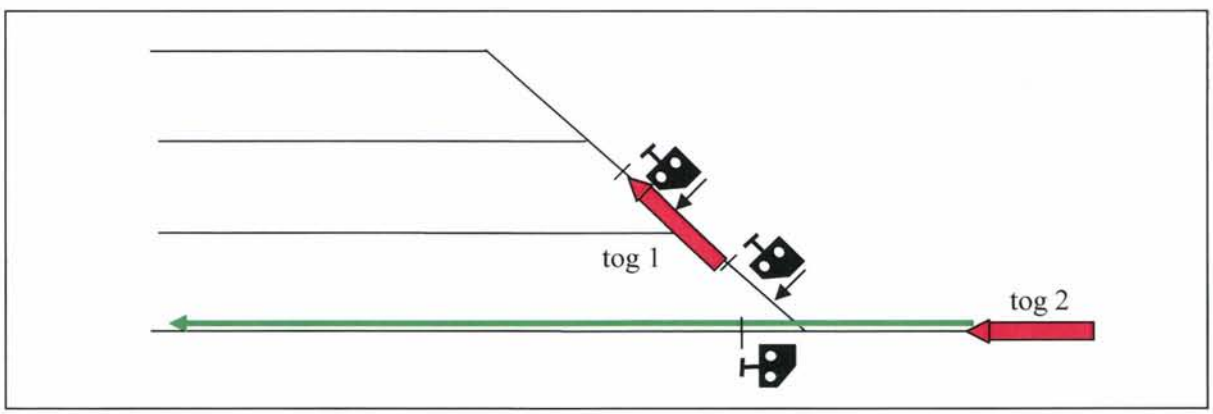
Ikke beregnet ennå.

4.2.9 Nye dekningsgivende dvergsignaler mot Oslo S

4.2.9.1 Ulike prinsipp for plassering av dekningsgivende dvergsignaler ("returdverger")

For å kunne utløse togveg for innkjøring til et spor på Oslo S etter at foregående tog har passert middel mot nabosporet på Oslo S, krever GS-anlegget at det plasseres motgående dvergsignal ved første middelpunkt (eller et senere punkt).

Ideelt sett bør dvergsignalene plasseres ved første middelpunkt rett etter en sporveksel, slik som vist i alternativ 1 nedenfor. Den røde pilen med "tog 1 viser da hvor det første toget er når det andre toget kan få innkjør til et annet spor.



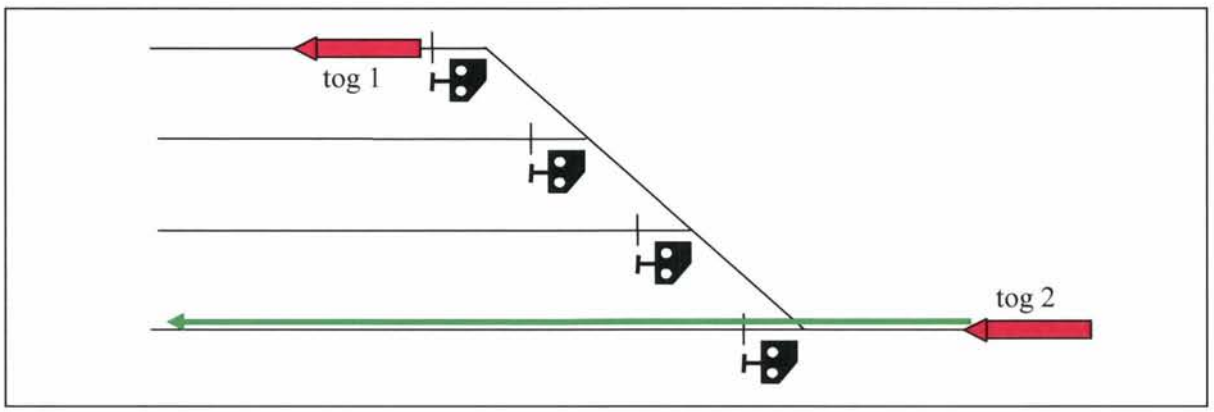
Figur 17. *Alternativ 1 for plassering av dvergsignaler i "middel".*

Dette er den plassering som vil gi raskest etterkjøring av neste tog.

I trakta opp mot Oslo S ligger imidlertid sporvekslene så tett at det antagelig ikke er middel før et lite stykke inn i neste sporveksel, se etterfølgende bilde:

Bilde 4. *Øvre del av trakta, sett mot Oslo S*

Det er derfor sannsynlig at dvergsignaler i trakta må plasseres på en noe mindre gunstig måte, som vist på etterfølgende figur (alternativ 2).

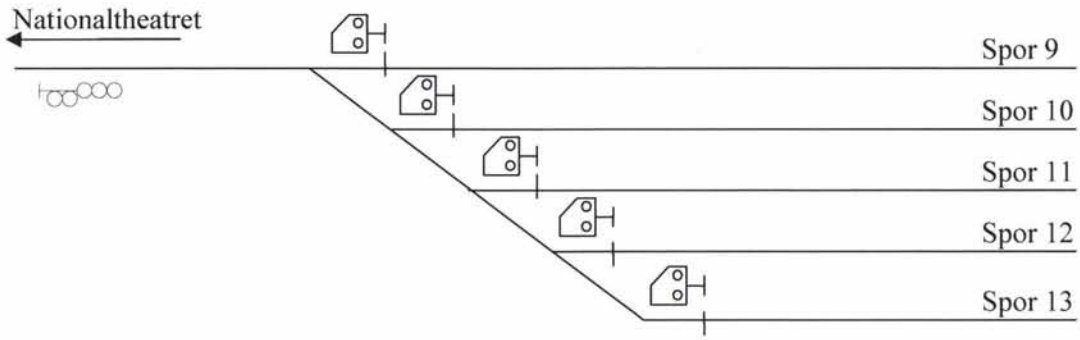


Figur 18. *Alternativ 2 for passering av dvergsignaler i "middel"*

4.2.9.2 Beskrivelse av tiltaket

Det monteres dvergsignaler i middel ved en eller flere av sporvekslene (148, 156, 160, etc) for tidligere sidedekning til etterfølgende togvei ved kjøring av tog i østlig retning inn i sporene 9 til 13.

I oppkjøringen (tunneltrakta) fra Oslo tunnelen og til de nevnte sporene ligger sporvekslene så tett at det antagelig kun er mulig å montere ett dekningsgivende dvergsignal for innkjøring til hvert av sporene 9 til 13, som vist i etterfølgende figur.



Figur 19. *Foreslått plassering av returdvergsignaler i trakta mot Oslo S*

4.2.9.3 Kapasitetsgevinst som følge av tiltaket

Dette tiltaket vil bidra sammen med foregående tiltak til redusert togfølgetid (se kap. 4.2.8.2). Det er imidlertid mye større kapasitetsmessig virkning av å få etablert et nytt hovedsignal enn av disse returdvergene.

Returdvergene gir hovedsaklig effekt i situasjoner hvor det kjøres litt "forsiktig" opp mot plattformen på Oslo S. Med returdverger vil slik kjøring sjelden påvirke togfølgetiden for strekningen og dermed gi bedret robusthet.

4.2.9.4 Behov for endring av eller avvik fra regelverk

Ingen.

4.2.9.5 Kostnad

Ikke beregnet ennå.

4.2.10 Hastighet i tunneltrakta

Alle sporvekslene i trakta tåler 60 km/h.

Ved alternativ A for nytt hovedsignal (øst for sporkryss) må det settes opp hastighetsskilt for avvikehastighet (runde skilt) på det nye hovedsignalet.

Ved alternativ B for nytt hovedsignal (vest for sporkryss) er det ikke tilstrekkelig med et rundt hastighetsskilt fordi hovedsignalet ikke skiller på avvik gjennom sporkrysset (tåler 40 km/h i avvik) og avvik i øvrige veksler (tåler 60 km/h). I dette alternativet må det derfor være variabelt hastighetsskilt på det nye hovedsignalet som viser "4" ved kjøring i avvik over sporkrysset og "6" ved kjøring rett fram i sporkrysset og avvik over øvrige veksler.

4.3 Forhold uavhengig av retning

4.3.1 Vending og stalling

Etablering av vendespor i området Stabekk - Høvik behandles i prosjektet "Snustasjon Drammensbanen, fase 3".

Tomtogkjøring til/fra Filipstad må snarest mulig opphøre.
Dette krever følgende anlegg utenfor kritisk område:

1: plass for dagstalling mellom rushtidene
2: verksted til erstatning for Filipstad

Spor for stalling av materiell mellom rushtidene blir omfattet av det nye prosjektet "Arealbehov og stallingskap. IC + lokal" som starter i 2009. Hvis det ikke blir etablert tilstrekkelig stallingsspor i tide, må det finnes andre løsninger; dette kan være stalling på ytterstasjon / snustasjon i øst, eller i verste fall må man kjøre grunnrutetogene med et avstengt sett utenom rushtidene.

Et verksted til erstatning for Filipstad lar seg vel neppe etablere til R2012, men arbeid for å lokalisere verksted annensteds bør startes nå (dette er NSBs oppgave).

Hvis Filipstad skal brukes som nå, må det bygges et eget spor for trafikk fra vendeanlegget til Filipstad. Et slikt spor kan ikke bruke noen av de eksisterende spor på Lysaker, Skøyen eller området mellom disse stasjonene. Dette vil vel i praksis innebære bygging ev en tunnel fra et sted mellom Stabekk og Lysaker til et sted på dobbeltsporet mot Filipstad.

4.3.2 Oppholdstider

Oppholdstiden defineres som tiden fra toget stanser til det begynner å rulle igjen.

4.3.2.1 Status

Oppholdstidene vil variere med materielltype.

Av dagens typer er det særlig type 70, 73 samt lok og vogner ("LM") som har lengre oppholdstider enn de andre.

NSBs krav til nytt materiell (Stadler; type 74/75) inneholder bl.a. krav om at et passasjerantall tilsvarende halvparten av setene i toget skal kunne gå av og på uten at oppholdstiden kommer over 45s.

Når NSB får sine nye tog, er det type 70 som først vil bli tatt ut av grunnrutetogene. Når R2012 er i full produksjon vil alle NSBs grunnrutetog på aksen Eidsvoll / Dal- Drammen gå med type 74/75, muligens også Kongsvingerbanenes grunnrutetog. Type 69 vil fortsatt brukes på innerstrekningene; type 72 fra Moss og Mysen, og muligens på Kongssvingerbanen.

Type 73 og LM vil bli brukt i fjerntogene og muligens i enkelte innsatstog. Fjerntogene vil måtte sløyfe stopp på noen eller alle stasjonene Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker hvis oppholdstidene blir for lange.

Flytoget har gjort tekniske tiltak for å redusere oppholdstiden, bl.a. når det gjelder inn- og utsving av stigtrinnet. Flytogets oppholdstider er nå ca. 30-35s (Bjørn Røthe, Flytoget).

Type 72 har en annen - og mer tidkrevende - avgangsprosedyre enn de øvrige togene. Dette skyldes at togtypen hadde problemer med klemsikring av dørene da den ble tatt i bruk. Dette problemet er nå løst, og det burde derfor være mulig å gå over til standard avgangsprosedyre for denne togtypen også.

4.3.2.2 Tiltak for å redusere oppholdstidene

Med de foreslåtte signaltekniske tiltak bør oppholdstidene gjennomgående være under 45s for ikke å øke togfølgetiden. Forhold som nå er kjent, som kan iverksettes for å redusere lange oppholdstider:

- For type 72 bør man gå over til den avgangsprosedyre som brukes for øvrige togsett.
- Type 73 bør få samme endring som er gjort på flytoget.
- Materiell med lange oppholdstider får ikke stoppe på disse tre stasjonene.

Måling av oppholdstider (eller innhenting av data fra allerede utførte målinger) og vurdering av ev. ytterligere tiltak for å redusere oppholdstidene bør startes etter at vedtak om tekniske tiltak er gjort.

Tilstrekkelig nøyaktige verdier for oppholdstider kan vanligvis ikke innhentes fra automatiske målinger fordi slike systemer pleier å være koblet til belegg / frigivning av sporfelt, så de gir dermed ikke direkte tidspunkter for når tog stopper og starter. Dessuten må det elimineres tilfeller hvor

- tog venter på signal
- tog venter på rutetid

4.3.3 Andre tiltak for å effektivisere gjennomstrømningen

For det kritiske området må anleggene, ruteopplegget, driftsopplegget og tankegangen kun være fokusert på å få tog *gjennom* området. Ikke noe annet enn passasjerutveksling må skje her. Alt annet må flyttes ut av det kritiske området.

I ruteønskene fra togoperatørene er det mange tog som er satt opp med Lysaker som endestasjon og utgangsstasjon. Som nevnt i kap. 3.2.6, kan dette lett føre til lengre oppholdstid for et tog til/fra vendeanlegget enn for et gjennomgående tog. Togene som planlegges med ende- og utgangsstasjon Lysaker (og som derimellom skal vende på Høvik), bør derfor i stedet ha Stabekk som ende- og utgangsstasjon. Da vil Lysaker bli en gjennomkjøringsstasjon med normal oppholdstid. På Stabekk vil det være færre tog, og det kan derfor tolereres lengre oppholdstid der enn på Lysaker.

Ytterligere momenter utover det som er nevnt i det foregående:

- Personalbytte må ikke foregå på noen av disse tre stasjonene.
- Over den kritiske strekningen bør det være minimum slakk i rutene
  For østgående tog bør slakk legges før innfasing vest for Lysaker.
  For vestgående tog bør slakkes legges på Oslo S (slik det stort sett er i dag).

4.3.4 Tiltak for omruting av godstog (færre godstog i kritisk område)

I dag går følgende godstogtyper Oslo - Lysaker:

- Alnabru – Bergen for å unngå motrushkjøring Gb
- Alnabru – Kr.sand / Stavanger
- Sundland – Øb/Alnabru/Sverige/Tr.heim (5-6 togpar/døgn)
- Hønefoss – Øb (1 togpar/døgn)

De to første typene kan overføres til Gjøvikbanen (Grefsen - Roa - Hønefoss) ved tilstrekkelig utbygging av x-sporkapasitet der.

En mulig utbyggingsstrategi for å redusere antall godstog på strekningen:

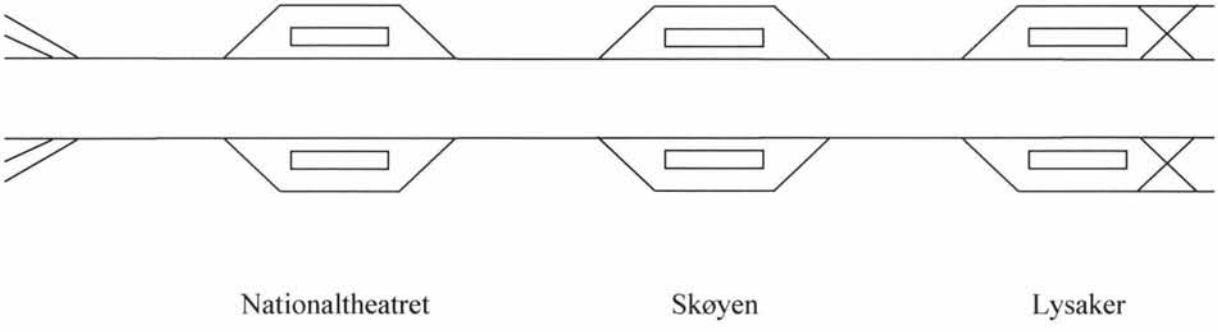
1. Gb utbygges for å ta alle godstog til/fra Bergen.
2. Gb utbygges for å ta alle godstog til/fra Kr.sand / Stavanger.
3. Utbygging av omkjøringssløyfe ved Hønefoss for å unngå vending av tog Hokksund – Roa (kan bygges ved Tollpinrud, relativt enkelt).
4. Utbygging av tilsving i Hokksund for å unngå vending av tog Kongsberg – Hønefoss (mer komplisert, pga. tettbebyggelse)

Utbygging av x-spor på Gjøvikbanen pågår, og flere planlegges. Det startes et nytt prosjekt for x-spor kapasitet Bergensbanen i 2009, som bør vurdere disse momentene.

5 Effekter av tiltakene

5.1 Togfølgetider

Togfølgediagram (som vist i kap.10.2) er konstruert under forutsetning av at alle de 3 stasjonene har samme type sporbruk som Nationaltheatret har i dag.

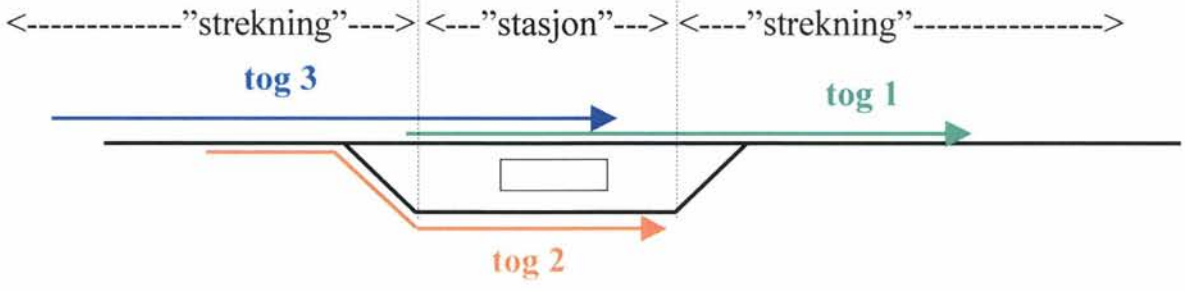


Figur 20. *Skjematisk sporplan Oslo S - Lysaker*

Det er videre forutsatt tilnærmet linjehastighet i avvik. Slike sporveksler har Nationaltheatret på begge sider og Lysaker og Skøyen på østsiden. For Skøyens vestside foreslås sporveksler byttet for kjøring mot vest. På Skøyens vestside for kjøring mot øst er det sporveksler som tillater 50 eller 60 km/h. Disse beholdes inntil videre. Lysaker vest har 40-veksler, og det er her ikke plass til større sporveksler.

Togfølgediagram for dagens situasjon og for situasjonen med foreslåtte tiltak er vist i kap.10.2.

På et slikt sporarrangement med 2-spors strekningsdeler og 4-spors stasjoner må man se på to typer togfølger.



Figur 21. *To typer togfølger: tog 1 -> 2 og tog 1 -> 3*

Disse to typer togfølger er.

- Togfølgetiden mellom tog 1 og 2 (tilsv. 2 og 3) bestemmes av signalplassering på "strekningen".
- Togfølgetiden mellom tog 1 og 3 bestemmes av signalplasseringen inn mot "stasjonene" og av *oppholdstidene*.

Oppholdstidene avgjør om "strekning" eller "stasjon" er dimensjonerende. Togfølgetiden for hele strekningen er da konstant for oppholdstider som er kortere enn den dimensjonerende oppholdstid. For lengre oppholdstider øker togfølgetiden med det halve av oppholdstidens økning.

Diagrammene (i kap.10) viser netto togfølgetid, men hensyn tatt til noen sekunders tid for omlegging av sporveksler ved de signaler hvor det forekommer regelmessig.

Togfølgediagrammene er bare konstruert for tog som trafikkerer strekningen som vist på figuren ovenfor. Tog til snustasjon (Bestun eller Stabekk/Høvik) antas å ikke få lengre oppholdstid enn gjennomgående tog hvis foreslåtte tiltak gjennomføres.

I tillegg til de togfølgetidene som fremkommer av diagrammene, kommer tid for siktavstand og tid pga. hastighetsreduksjon ved "knepunkt ATC". ("Knepunkt ATC" innebærer at ATC tvinger togets hastighet ned i 40 km/h 250m før et signal i stopp hvis sikkerhetssonene mot flankekollisjon er 150-200m; jfr. "Sel-modellen" for samtidig innkjør[9]). Dette gjelder Nationaltheatret og Lysaker, men stort sett ikke Skøyen, fordi det her er lengre sikkerhetssoner (det eneste unntaket er ved kjøring fra spor 1 til snustasjonen).

Økt togfølgetid pga. "knepunkt ATC" er beregnet til 3s.

Nedenfor vises togfølgetider over hver delstrekning. Tidene er avlest fra togfølgegrafene. Verdiene inkluderer 5s sikt og "knepunkt ATC" der det er relevant. Det er her sett kun på togfølgetider for *strekningen*; dvs. det forutsettes at alle tog kjører Oslo S - Stabekk / Askerbanen og at det brukes "annen hver gang"-kjøring på Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker.

Delstrekning , mot vest	**Oppholdstid**	**Minste togfølgetid**	
		Nå	**Etter tiltak**
Oslo S - Nationaltheatret	-	70-75s*	70-75s*
Nationaltheatret	30s	78s	76s
	45s	85s	83s
	60s	93s	90s
Nationaltheatret - Skøyen	-	95s	70s
Skøyen	30s	73s	73s
	45s	80s	80s
	60s	88s	88s
Skøyen - Lysaker	-	70-90s**	70-75s**
Lysaker	30s	77s	77s
	45s	84s	84s
	60s	92s	92s
Lysaker - Stabekk	-	75-80s***	75-80s***
Lysaker - Sandvika	-	Ikke vurdert ennå	

* noe avhengig av materielltype og avgangsprosedyre
** høyeste verdi når første tog kjører i avvik vest for Skøyen
*** høyeste verdi når første tog kjører i avvik vest for Lysaker

[9] Teknisk regelverk JD kap.10 ATC, avsnitt 4.2

Nedenfor vises togfølgetider over hver delstrekning ved kjøring mot øst (Lysaker - Oslo S).

Delstrekning , mot øst	Oppholdstid	Minste togfølgetid	
		Nå	Etter tiltak
Nationaltheatret - Oslo S	-	110s	73-80s*
Nationaltheatret	30s	82s	78s
	45s	90s	86s
	60s	98s	93s
Skøyen - Nationaltheatret	-	85s	78s
Skøyen	30s	91-98s**	80s
	45s	98-105s**	88s
	60s	106-113s**	95s
Lysaker - Skøyen	-	105s	82s
Lysaker	30s	82s	72s
	45s	90s	80s
	60s	98s	88s
Stabekk - Lysaker	-	82s	69s
Sandvika - Lysaker	-	Ikke vurdert ennå	

* avhengig av alternativ (kap. 4.2.8) og sporbruk Oslo S: kortest for første tog til spor 9, lengst for første tog til spor 13.
** differanse pga. ulik utløsning av spor 3 og 4 på Skøyen.

Dette gir følgende togfølgetider over hele strekningen:

Kjøreretning	Oppholdstid	Minste togfølgetid	
		Nå	Etter tiltak
Oslo S - Lysaker (- Stabekk)	30s	95s	77-80s*
	45s		84s
	60s		92s
(Stabekk -) Lysaker - Oslo S	30s	110s	82s
	45s		86s**
	60s		93s**

* Høyeste verdi ved kjøring i avvik vest for Lysaker
** Forutsatt oppholdstid Skøyen 5s kortere enn Nationaltheatret, men "tåler" 10s lenger på Lysaker.

I dagens situasjon er signaleringen mellom stasjonene såpass begrensende at oppholdstiden ikke påvirker togfølgetiden når oppholdstiden er mindre enn 60-70s. I tabellen ovenfor blir da togfølgetiden uavhengig av oppholdstiden for de oppholdstidene som er med i tabellen. Med de foreslåtte utbyggingstiltak vil togfølgetiden mellom "stasjonene" bli lavere slik at oppholdstiden blir dimensjonerende allerede ved ca. 45s.

Forskjellen i minste togfølgetid mellom de to retningene i nåsituasjonen skyldes primært at det er 3 flere hovedsignal ved kjøring vestover enn ved kjøring østover. Forskjellen etter tiltak (hvor det er like mange hovedsignal i begge retninger) skyldes dels litt ulik hastighet i de to retningene, dels litt ulik avstand fra "plattformutkjør" på en stasjon til tilsvarende signal på neste stasjon.

5.2 Strekningskapasitet

Utfra togfølgetidene ovenfor kan strekningskapasiteten beregnes. Dette er gjort med standard UIC 405E[10].

Vi ser først på teoretisk maksimalkapasitet, dvs. at det ikke er noen margin mellom togene.

Kjøreretning	Oppholdstid	Teoretisk maxkapasitet (tog/h)	
		Nå	Etter tiltak
Oslo S - Lysaker (- Stabekk)	30s	38	45-47
	45s		43
	60s		39
(Stabekk -) Lysaker - Oslo S	30s	32,5	44
	45s		42
	60s		38,5

Tilsvarende for døgnkapasitet, etter vanlig UIC 405-norm (60% utnyttelse av teoretisk kapasitet).

Kjøreretning	Oppholdstid	Døgnkapasitet, 60% utnyttelse (tog/h)	
		Nå	Etter tiltak
Oslo S - Lysaker (- Stabekk)	30s	22,5	27-28
	45s		26
	60s		24
(Stabekk -) Lysaker - Oslo S	30s	19,5	26
	45s		25
	60s		23

Inntil det er utført målinger av oppholdstider (ev. innhentet målinger fra togselskapene), antas det at de materielltyper som er tenkt brukt i R2012 gjennomgående vil ha oppholdstider (for passasjer-utveksling) under ca. 45s på de tre viktige stasjonene. Hvis dette skulle vise seg ikke å være tilfelle, øker det behovet for å se på tiltak for å redusere oppholdstidene i en senere fase av dette prosjektet.

Kjøring av tomtog mellom snustasjon Stabekk/Høvik og Filipstad vil ta et ruteleie på samme måte som et rutetog. Denne trafikken påvirker således ikke beregningen av togfølgetid og kapasitet, men må tas hensyn til når antall rutetog skal fastlegges.

[10] UIC kodex 405E "Methode zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken"

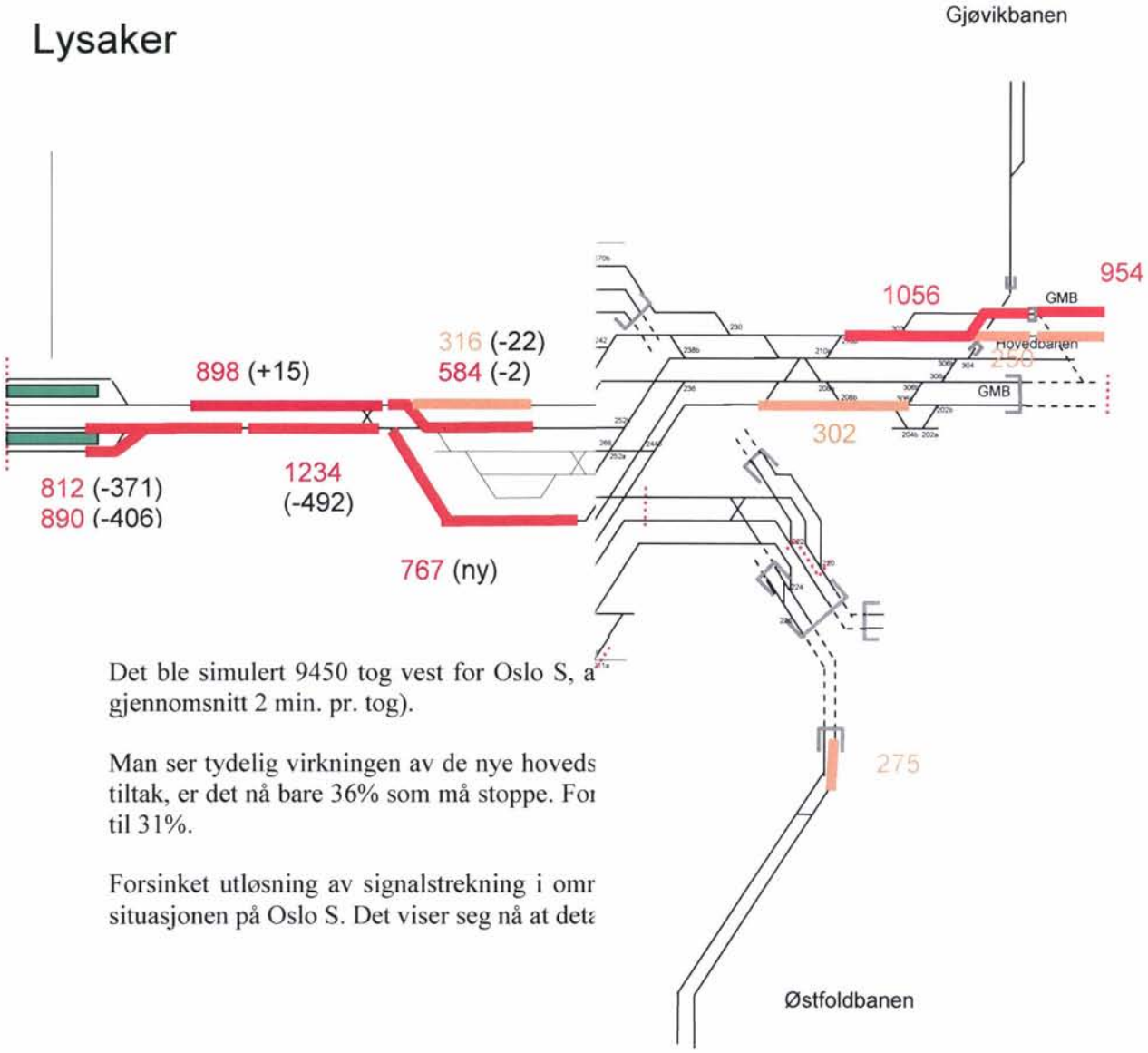
Det forutsettes at det i R2012 kun kjøres tomtog til Filipstad av hensyn til verkstedopphold. Dette er anslått til å være 2 -3 tog hver veg pr. dag, antagelig fra vendeanlegget til Filipstad i etterkant av morgenrush, altså omtrent samme antall som rushtog fra vest til Oslo S. "Rushtiden" blir således en del lenger enn vanlig, men ca. 2 tog/time utover grunnrutemengden vil gi en kapasitetsutnyttelse på rundt 65%, noe som burde være akseptabelt over en periode på noen timer.

De foreslåtte tiltak burde derfor kunne forsvare en grunnruteproduksjon på 25-26 tog/time, samt et par tog/time ekstra i rushperiodene, ut fra vanlige normer for strekningskapasitet.

5.3 Signalstrekninger med flest st

Samme type simulering som omtalt i kap. 3.4, ble også til rette for dem i den opprinnelige simuleringen (dette gjelder tomtogkjøring til/fra Filipstad, skift til/fra· da mer usikre enn for resten av strekningen.

Signalstrekningene hvor mer enn 500 tog måtte stoppe 1 oransje er de hvor 250-500 tog måtte stoppe (8 i alt). Det er to blokkstrekninger mer i denne modellen 1



Figur 22. *Simuleringsresultater etter tiltak: De 17 bloksje.*

6 Anbefalinger for strekningen

I dette kapitlet oppsummeres de foreslåtte tiltakene.

6.1 Tekniske tiltak infrastruktur

6.1.1 Fjerne / redusere forsinket utløsning av signalstrekning.

Dette gjelder:

Kjøreretning Oslo S - Lysaker, signalnumre fra tegninger		
Signalstrekning	**Dagens utløsning**	**Endres til**
129-133/135 (plattform National)	Etter passering av motgående dverg 302.	Etter passering av en sone på 150m
161-141 (Elisenberg)	Etter passering av motgående hovedsignal 120	Etter passering av hovedsignal 141 (normal utløsning)

Kjøreretning Lysaker - Oslo S, signalnumre fra tegninger		
Signalstrekning	**Dagens utløsning**	**Endres til**
106-112 (spor 3 Skøyen)	Etter passering av motgående dverg 037	Etter passering av en sone på 150m
122-140/138 (plattform National)	Etter passering av motgående hovedsignal 131.	Etter passering av en sone på 150m
134-plattform Oslo S	Etter passering av motgående hovedsignal ved plattformkant.	Etter passering av returdverger som etableres i trakta mot Oslo S

6.1.2 Etablere 3 nye hovedsignal for kjøring mot øst.

De nye hovedsignalene for kjøring i østlig retning foreslås plassert ved

- ca. km 0.15 / 0.27 (trakta mot Oslo S)
- ca. km 5.67 (Lysaker - Skøyen)
- ca. km 7.64 (vest for Lysaker)

Noen nabosignaler må da også flyttes, som omtalt under det enkelte punkt i kap.4.

6.1.3 Etablere sikkerhetssone Skøyen for kjøring mot vest

Flytte sporsløyfe vest for plattform til spor I og II på Skøyen mot vest og flytte signal i vestenden av plattformen noe mot øst, slik at sikkerhetssone for uavhengig togveglegging oppnås.

Bytte / endre sporvekselarrangementet i vestenden av Bestun snustasjon.

6.1.4 Endre automatiske togveglegging

Den automatiske togvegleggingen for Skøyen og Lysaker må utformes på samme måte som for Nationaltheatret i dag.

6.2 Operative tiltak

For strekningen Oslo S – Lysaker med stasjonene Nationaltheatret, Skøyen og Lysaker må fokus være å få togene *gjennom* systemet.

Det bør ikke foregå noe annet enn passasjerutveksling på stasjonene. Følgende punkter bør iverksettes:

- Stalling mellom rushtidene må foregå andre steder enn Filipstad slik at tomtogkjøring reduseres til kun det nødvendige for verkstedopphold.
- Planlegging av flytting av verksted Filipstad startes.
- Utgangs- og endestasjon for togene "til/fra Lysaker" må være vest for Lysaker (dvs. Stabekk), for å sikre at disse togene ikke får lengre opphold enn gjennomgående tog.
  (Lysaker er bygd som en gjennomkjøringsstasjon; ikke en stasjon hvor tog ender og starter sin rute.)
- Personalbytte må ikke foregå på noen av disse tre stasjonene.
- Standard avgangsprosedyre må benyttes for alle togtyper slik at dette går raskest mulig.
- Materiell hvor døråpning/lukking tar unødig lang tid bør søkes forbedret (jfr. stigtrinn på flytoget).
- Materiell med lange oppholdstider får ikke stoppe på disse tre stasjonene.
- Over den kritiske strekningen bør det være minimum slakk i rutene
  (slakk bør legges før innfasing: h.h.v. vest for Lysaker og på Oslo S).

6.3 Infrastrukturtiltak utenfor prosjektområdet

Det fins også infrastrukturtiltak utenfor prosjektområdet som kan forbedre situasjonen på strekningen Oslo S - Lysaker. En gruppe tiltak er tiltak som kan redusere antall godstog på strekningen. Her er følgende tiltak aktuelle:

- Utbygging av x-sporkapasitet på Gjøvikbanen.
- Vendesløyfe Hønefoss st.
- Tilsving Hokksund st.

Bygging av plattform til nåværende vendespor Stabekk vil muliggjøre at alle tog som snur på vendeanlegget Høvik - Stabekk kan ha Stabekk som rutemessig ende- og utgangsstasjon.

7 Andre tiltak som skal overveies

Fordelingsforskriftens § 7-13 Kapasitetsanalyse av infrastrukturen, 1. og 2. ledd, angir også at omruting av trafikk, endring av ruteplan og hastighetsendringer skal overveies.

7.1 Omruting av trafikk

Med omruting av trafikk forstås at toget kjøres over en annen strekning enn den overbelastede. I dette tilfellet kan omruting i prinsippet skje via Randsfjord- og Gjøvikbanen (og for godstog videre på Alnabanen).

Bergensbanens fjerntog ble kjørt over Roa tidligere; men ble for en del år siden flyttet til Randsfjord- og Drammenbanen pga. markedsmessige vurderinger.

Alle øvrige persontog vil få uakseptabelt forlengede kjøretider ved å omrute dem til Hønefoss - Roa.

Bergensbanens godstog kjøres dels over Roa, dels over Drammen. Det er ønskelig å kjøre alle over Roa, men dette krever utbygging av x-spor på Gjøvikbanen (pågår).

Det er også mulig å kjøre Sørlandsbanens godstog over Hønefoss - Roa, men dette vil kreve vesentlig større utbygginer (jfr. kap. 4.3.4).

Selv om alle de nevnte tog skulle bli omrutet, utgjør dette imidlertid ikke mer enn 1 (-2) tog/time, og det vil således ikke være nok til å fjerne overbelastningen av strekningen Oslo S - Lysaker.

7.2 Endring av ruteplanen

Med endring av ruteplan forstås at toget kjøres over samme strekning, men til en *annen tid* på døgnet enn i dag (time- eller minuttjustering).

Nesten alle persontog kjøres i stive ruter, slik at det ikke er mulig å flytte enkelttog.

Opphopingen av tog i rushtidene skyldes at etterspørselen er mye større da. Flyttes et rushtog ut av rushtiden blir mesteparten av markedsgrunnlaget for toget borte.

Godstogene har for tiden ikke stive ruter, men overgang til fast 2-timers frekvens over døgnet er ønsket og planlegges. Godstogene utgjør imidlertid et så lite antall at flyting av samtlige godstog til nattetid ikke vil være nok til å fjerne overbelastningen av strekningen Oslo S - Lysaker.

7.3 Hastighetsendringer

Det er ett sted som har lavere hastighet enn resten av strekningen. Dette gjelder trakta ved Oslo S hvor sporgeometrisk tillatt hastighet er 60 km/h, men hvor dette ikke er skiltet. Endring av dette er foreslått i det foregående (kap.4.1.1 og 4.2.10). En ytterligere hastighetsøkning her ville vært kapasitetsmessig fordelaktig (jfr. omtale i kap. 3.2.1), men hindres av det forhold at alle sporvekslene i trakta tillater maksimalt 60 km/h i avvik, og det er bare ett spor i hver retning som ikke inneholder avvikende sporveksler. En hastighetsøkning på bare ett spor vil ikke bety noe. En utskifting til sporveksler som tillater større hastighet i avvik er ikke mulig uten å gjøre trakta bredere og lengre, fordi sporvekslene allerede ligger maksimalt tett.

Redusert hastighet over strekningen uten at det foretas endringer i signalsystemet vil redusere kapasiteten. Men en hastighetsreduksjon kombinert med kortere blokkstrekninger vil kunne medføre

en kapasitetsøkning. Dette ville imidlertid kreve re-signalering av hele strekningen Oslo S - Lysaker, noe som ikke anses realistisk å få til før R2012. Dette kan det imidlertid være aktuelt å vurdere på litt lengre sikt.

8 Videre arbeid

8.1 Kostnadsestimering og detaljering av identifiserte tiltak

De foreslåtte tiltak som vedtas og ønskes gjennomført må detaljeres ytterligere og videreføres i en hovedplan, hvor tiltaket planlegges ytterligere, kostnadsberegnes og det gjennomføres nødvendig RAMS-vurdering av forslaget. Sammen med foreliggende utredning vil man da ha en komplett kapasitets-forbedringsplan.

8.2 Ytterligere tiltak innen R2012

Her omtales et par tiltakstyper som det ikke har blitt tid til å utrede hittil.

8.2.1 Oppholdstider

Med dagens signalering er det sjelden at oppholdstidene er begrensende for togfølgetiden. Med de foreslåtte infrastrukturtiltak bør oppholdstiden gjennomgående være rundt 45s (eller kortere). I en slik situasjon bør det sees på tiltak for å redusere oppholdstidene. Hvis dette oppnås, kan det være grunnlag for å se på ytterligere infrastrukturtiltak.

Tiltak for å redusere oppholdstidene bør vurderes i samråd med togselskapene.

8.2.2 Repeterbaliser

Det er i dag en del repeterbaliser på strekningen. Det bør vurderes om disse har en gunstig plassering og om det bør være flere.

8.3 Tiltak på litt lengre sikt

Her nevnes tiltak som kan være aktuelle i et lengre tidsperspektiv enn R2012.

8.3.1 Ventespor (magasinspor) for godstog

Bør det etableres et "ventespor" ("magasinspor") vest for Lysaker hvor godstog kan vente på sitt ruteleie gjennom kritisk område?

Behovet er stort i dag hvor et godstog ikke har noe sted å stoppe mellom Drammen og Alnabru. Det bør vurderes om behovet blir like stort etter åpning av Askerbanen fram til Lysaker og etter utbygging av x-sporkapasiteten på Gjøvikbanen.

8.3.2 Kortere blokkstrekninger

Som nevnt i det foregående, har det på delstrekningen Nationaltheatret - Skøyen tidligere vært kortere blokkstrekninger enn det er i dag; det var da 1 hovedsignal mer for hvert spor og retning. Re-etablering av denne signalplasseringen ville innbære kortere togfølgetid og dermed høyere kapasitet på denne delstrekningen.

Også på de andre delstrekningene bør det vurderes om det kan bli plass til en blokkstrekning til. Dette vil muligens kreve noe redusert hastighet. Det kan også være at mulighetene begrenses av siktforhold, så lenge det ikke fins regelverk for repetersignal.

8.3.3 Regelverk

I tilegg til de tiltak som er nevnt, kan regelverket i noen tilfelle være kapasitetsbegrensende. Utredningen har kommet fram til at noen forandringer av nåværende regelverk ville kunne muliggjøre tiltak som kunne forbedre kapasitetssituasjonen:

- Repetersignal som kan brukes når det er for dårlig sikt på blokksignaler
- Begrensning i hastighet for tog uten virksom ATC. Dagens regel på 80 km/h gjør at gjennomsignalering (og dermed kortere blokkstrekninger enn bremselengde for dimensjonerende tog) ikke kan brukes for hastighet på eller lavere enn 80 km/h. (jfr. Stockholm).
- Avgangsprosedyre tillates ikke å starte før toget har fått kjørsignal (jfr. Sverige).

8.3.4 ERTMS

Kapasitetsmessige virkninger av ERTMS på denne sterkningen skal vurderes i et separat prosjekt som planlegges startet i 2009. Dette nye prosjektet skal se på hele strekningen Ski - Drammen.

9 Referanser

Kapasitetsrapporten 2008, JBV Marked og kommunikasjon

Prosjektet har hatt kontakt med NSB Persontog Plan, representert ved bl.a.

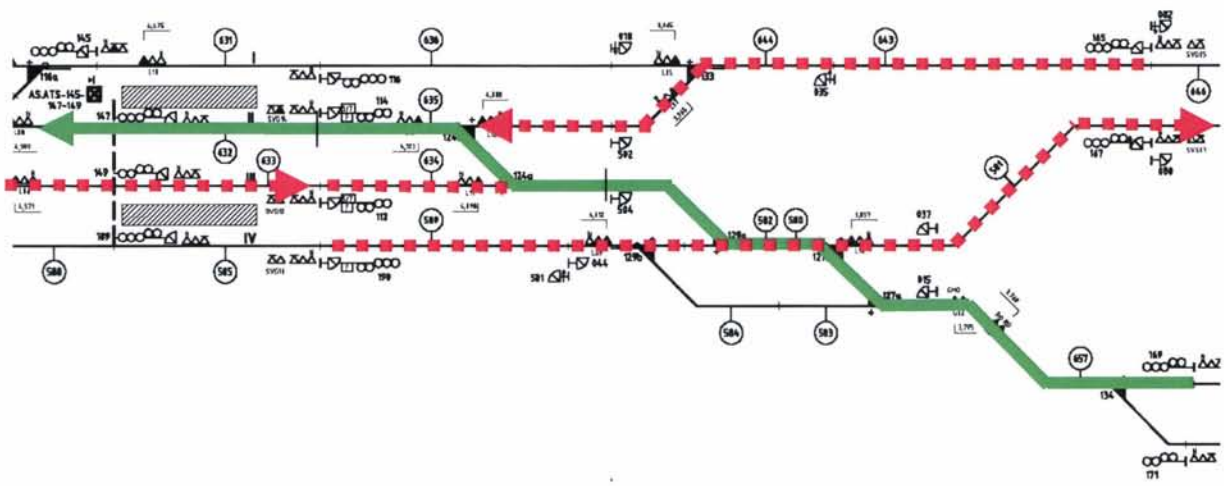
- Ulf Bakke
- Hans Haugland
- Johan Selmer
- Iver Wien

Prosjektet har hatt kontakt med Flytoget, representert ved bl.a. Bjørn Røthe.

10 Vedlegg

10.1 Beregninger ang. kjøring fra Filipstad

Nedenfor vises figur over sporområdet fra siste hovedsignal på dobbeltsporet fra Filipstad til plattformer Skøyen. Togvegen fra Filipstad til spor II Skøyen er markert med grønt. Hele denne sterkningen (1240m) må være fri for tog før togvegen kan legges. Denne togvegen sperrer for andre togveger *til* spor II og III , samt *fra* spor III og IV; disse togvegene er markert med rød, stiplet strek.



Figur v1. *Togveg fra Filipstad til plattform Skøyen (grønn) og sperrede togveger (røde)*

Togvegen fra Filipstad sperrer for de nevnte togvegene (røde) i tiden fra togleder begynner å legge togveg fra Filipstad inntil denne togvegen er utløst. Lengden av sperretiden er ulik for spor II, III og IV.

Sperrestrekninger er vist i følgende tabell:

Spor	Beskrivelse	Lengde
II	HS 169/171 - HS147 + sikkerhetssone 150m	1090m + 150m
III	HS 169/171 - motgående HS114	750m
IV	HS 169/171 - motgående DS504	570m

Tabell v1. *Sperrelengder som følge av togveg fra Filipstad*

5 av de 6 sporvekslene som inngår i den grønne togvegen ovenfor, tåler maks 40km/h i avvik. Hastigheten blir således begrenset til 40 km/h for hele togvegens lengde. I tillegg til sperrestrekningen, må også togets lengde kjøres. For å begrense eventuell trafikk fra Filipstad til færrest mulig tog, er det regnet med trippelsett, dvs. ca. 250m (lengre tog enn trippelsett lar seg ikke kjøre).

Beregning av sperretiden (tiden fra den grønne togveg legges til den blir utløst) vises i etterfølgende tabell. Alle togvegleggingstider i det etterfølgende forutsetter magasinert togveg. Hvis ikke, kommer et tillegg på ytterligere 5 - 10s.

Beskrivelse av tidselement	Spor II	Spor III	Spor IV
Togvegleggingstid (inkl. 4-6 veksler)	5-15s	5-15s	5-15s
Lokførers reaksjonstid	ca. 5s	ca. 5s	ca. 5s
Akselerasjon til ca. 40 km/h	13s	13s	13s
Konstant hastighet i sperrestrekningens lengde *	118s	69s	51s
Konstant hastighet i togets lengde	25s	25s	25s
Utløsning av togvegen (inkl omlegging veksler)	ca. 5s	ca. 5s	ca. 5s
SUM tid fra legging til utløsning	ca. 170s	ca. 125s	ca. 110s

Tabell v2. *Tid fra legging til utløsning av togveg fra Filipstad*

* For tiden ang. spor II er det forutsatt kjørsignal i hovedsignal ved plattformenden (147); hvis ikke, kommer et tillegg på ev. ventetid samt minimum 20s (retardasjon, akselerasjon, togveglegging).

Tidsavstanden (togfølgetiden) mellom to etter hverandre følgende tog mot Oslo S, når det går et tog fra Filipstad til spor II i mellom de østgående tog, er imidlertid lengre enn den sperretiden som er beregnet ovenfor. I etterfølgende tabell er det satt opp en beregning av tiden mellom to østgående tog med ett tog fra Filipstad mellom dem.

Beskrivelse av tidselement	Spor III	Spor IV
Togvegleggingstid (inkl. 1 veksel)	ca. 5s	ca. 5s
Avgangsprosedyre (ved plattform)	ca. 15s	ca. 15s
Kjøretid fra plattform t.o.m. motgående DS 037 *	48s	48s
Sperretid pga. togveg fra Filipstad	ca. 125s	ca. 110s
SUM tid mellom to østgående tog i samme spor	ca.193s	ca.178s

Tabell v3. *Togfølgetid mellom to østgående tog med et tog fra Filipstad i mellom*

* Fra togfølgediagram

Det går altså 3 - 3:15 minutter mellom to østgående tog når ett tog fra Filipstad går mellom dem. I denne tiden er utkjøring fra begge plattformspor mot øst sperret. Minste togfølgetid mellom to østgående tog *fra samme plattformspor* er (etter tiltak) beregnet til ca. 2:50 minutter. Minste rutemessige togfølgetid mellom to tog fra samme plattformspor er 4 minutter. Et tomtog fra Filipstad til vendeanlegget tar altså ett ruteleie for østgående tog, samt en del av buffertiden, under forutsetning av at det "klaffer" med innfasing i forhold til vestgående tog. Det første østgående toget eter tomtoget bør gå i spor IV, for innkjøring til spor III er sperret inntil togvegen for tomtoget er utløst; dette skyldes for kort sikkerhetssone.

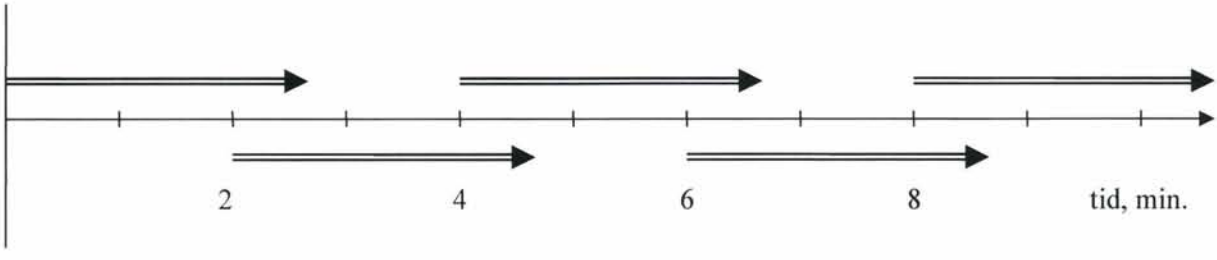
I neste tabell er det samme gjort for to etter hverandre følgende tog til spor II (venstre spor vestover).

Beskrivelse av tidselement	**Spor II**
Teknisk minste togfølgetid mellom to tog i spor II	160s
Sperretid pga. togveg fra Filipstad	ca.170s
SUM tid mellom to vestgående tog i spor II med Filipstadtog mellom	ca.330s

Tabell v4. *Togfølgetid mellom to vestgående tog i spor II med et tog fra Filipstad i mellom*

Det går altså 5½ minutter mellom to vestgående tog i spor II når et tomtog fra Filipstad går mellom dem.

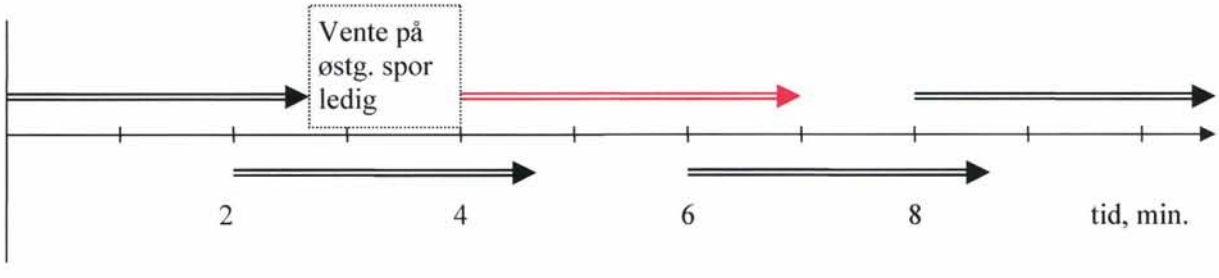
Nedenfor vises en figur med beleggstider for spor I og II på Skøyen når rutetog kjører med rutemessig togfølgetid på 2 minutter. Beleggstidene er markert med piler for hvert av sporene. Beleggstiden omfatter tidspunktet fra legging av togveg begynner til togvegen er utløst. Siden togene skal kjøre uhindret, legges togveg til plattformsporet når toget er på siktavstand til forsignal til siste hovedsignal før plattform, dvs. nest siste hovedsignal før plattform (HS141). Togveger i spor I (høyre spor i kjøreretningen) er vist under tidsaksen og togveger i spor II (nærmest Filipstad-avgreningen) er vist over tidsaksen.



Figur v2. *Beleggstider for vestgående tog med 2 minutters rutemessig togfølgetid*

Tiden fra pilspiss til foregående pilslutt i samme spor representerer buffertid.

I neste figur er ett av rutetogene i spor II fjernet, og i stedet er det satt inn beleggstiden for et tomtog fra Filipstad (til vendeanlegget vest for Lysaker). Beleggstiden for Filipstadtoget er tegnet med rød pil, og det er forutsatt at det står klar ved siste signal på Filipstadlinjen, klar til å kjøre straks spor II, III og IV er ledige.



Figur v3. *Beleggstider for rutetog vestover (svarte) og tomtog fra Filipstad (rødt)*

Siden blokklengden for dette toget er lengre enn blokklengdene for hovedsporene, og hastigheten er begrenset til 40 km/h pga. alle sporvekslene, blir tiden tomtoget belegger spor II lengre enn for rutetogene. I tillegg kommer problemet med at tomtoget ev. må vente på at østgående tog skal utløse sine togveger. Dette kan ta over 1 minutt (se tabell v3). I tillegg kommer det forhold at det ikke bør

komme et østgående tog som blir klar til å gå fra Skøyen i den tiden Filipstad toget sperrer for østgående togveger (ca. 2 minutter, se tabell v2). Hvis toget fra Filipstad må vente mer enn ca. 2:15 på at østgående spor skal bli frie, er hele buffertiden til neste vestgående tog brukt opp.

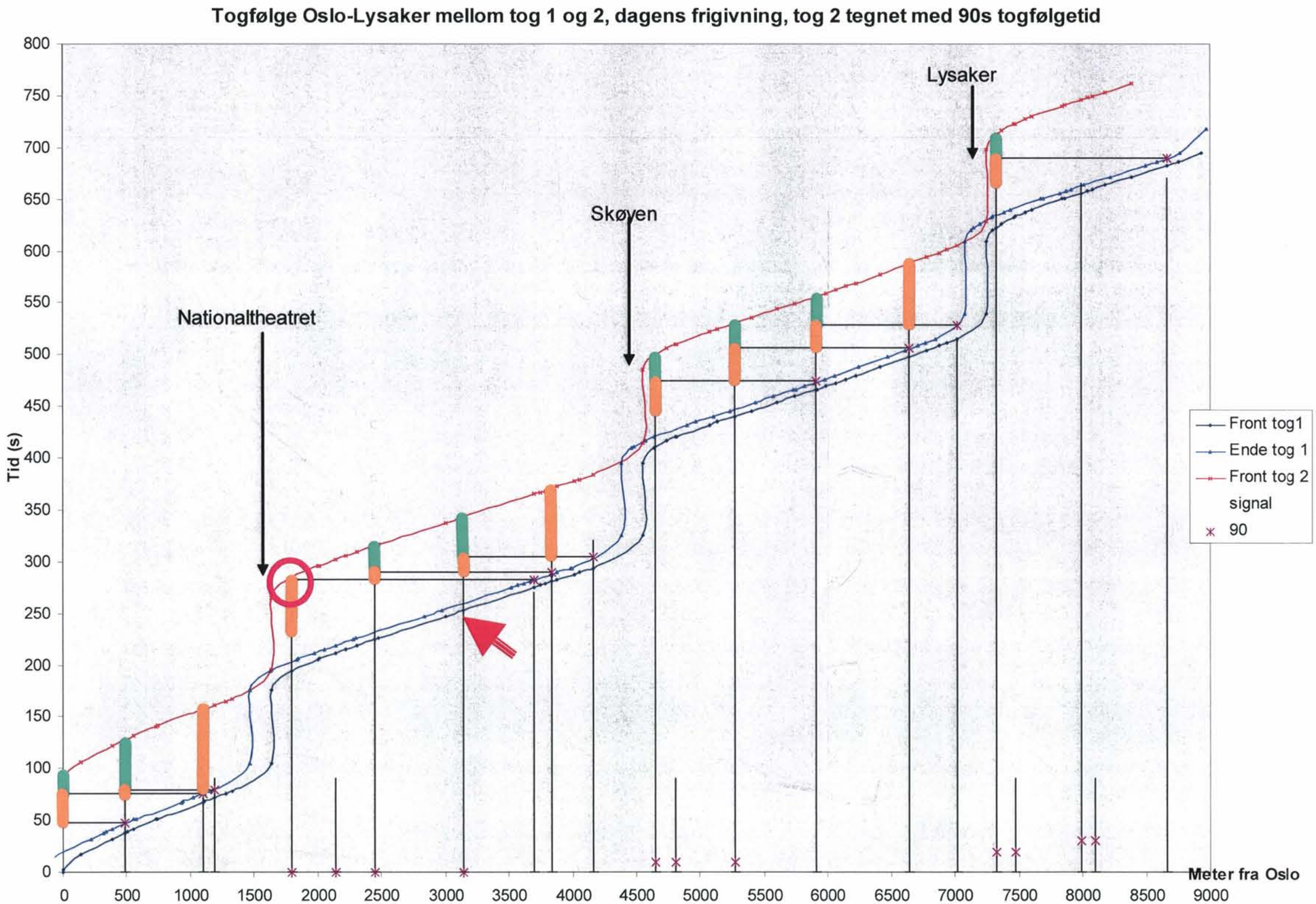
Konkluderende kan det altså sies at et tomtog fra Filipstad til vendeanlegget krever at det fjernes ett ruteleie (for rutetog) i hver retning fra en 2-minutters frekvens, dvs. at det er en 4-minutters tidsluke i begge retninger. Dette må skje på omtrent samme tid, og vest- og østgående avgangstider fra Skøyen må være noe forskjøvet i forhold til hverandre. I tillegg til at to ruteleier må fjernes blir buffertiden redusert selv i det tilfellet hvor øst- og vestgående tog er optimalt tidsmessig forskjøvet i forhold til hverandre. Et noenlunde robust opplegg for kjøring av tog fra Filipstad til vendeanlegget bør derfor ha en tidsluke (for rutetog) på 6 minutter i den ene retningen og 4 minutter i den andre.

10.2 Togfølgegrafer for dette prosjektet

I det følgende er vist togfølgegrafer for hver av retningene, i nåværende situasjon og med de foreslåtte signalendringene.

Grafene viser to tog, alle hovedsignaler på hovedspor Oslo S - Stabekk og motsatt retning og hvordan signalbildene forplanter seg bak toget.

10.2.1 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker), nåværende situasjon



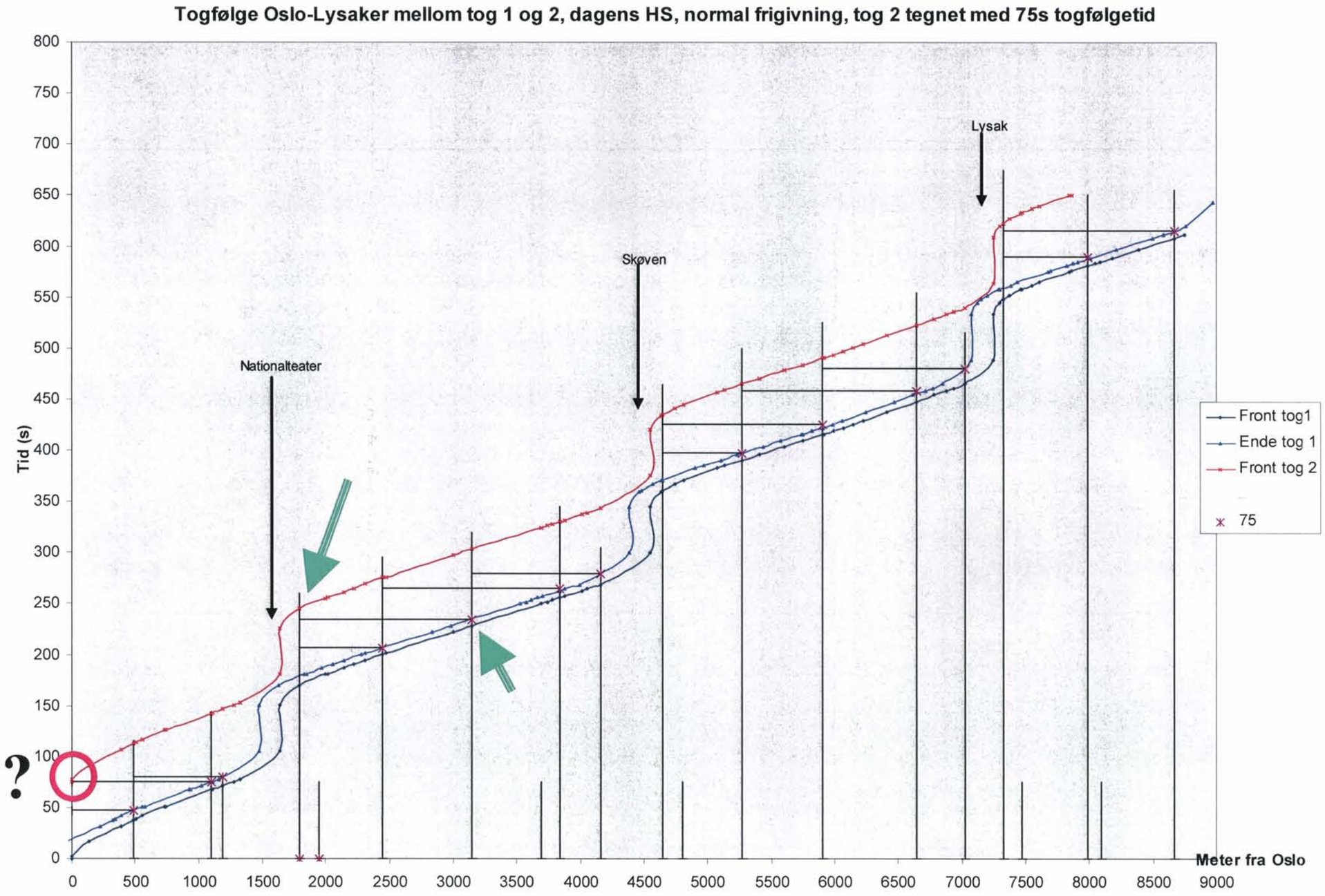
Gul farge indikerer tidsrom hvor signalet viser gult forsignal (og grønt hovedsignal). Siste signal før hvert stopp kan vise gult uten å begrense toget, fordi toget allikevel skal stoppe før enste signal.

Grønn farge indikerer tidsrom hvor signalet viser grønt forsignal (og grønt hovedsignal).

Signalet med rød ring er det signalet som er begrensende for togfølgetiden i denne retningen. årsaken er forsinket utløsning av signalstrekning, som omtalt i kap. 3.1.og 4.1.3.

Ordinær utløsning innebærer utløsning der hvor den røde pilen peker.

10.2.2 Vestlig retning (Oslo S - Lysaker), forbedret



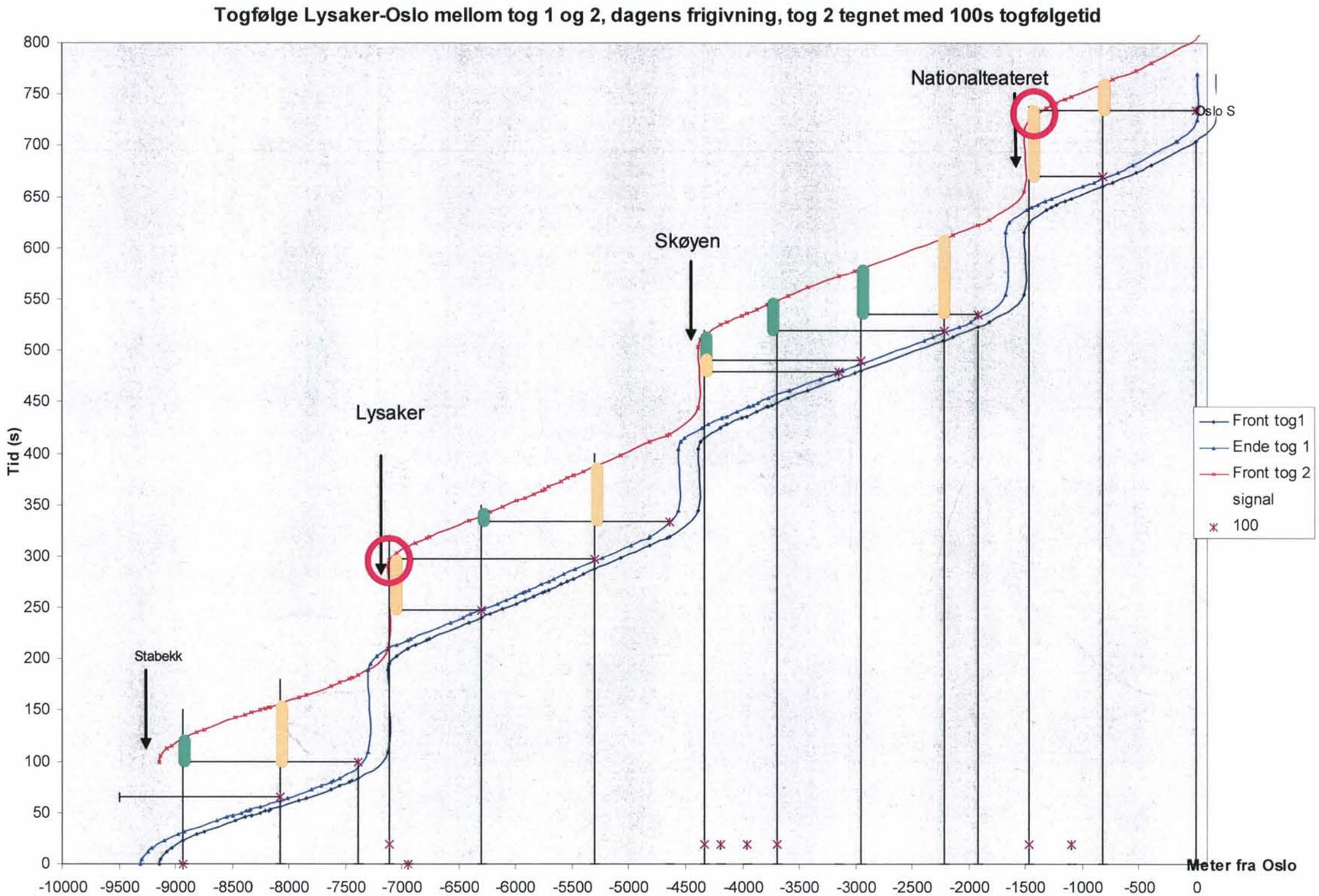
Denne figuren er tegnet med 75 sekunders togfølgetid, mens den forrige var tegnet med 90 sekunder. Det er også forutsatt kortere oppholdstider (fra 60s til 45s).

De to grønne pilene viser den endrede utløsning av signalstrekning.

Som det fremgår, er det nå mye mer jevn beleggstid av de enkelte blokkene.

Det mest kritiske punktet er nå antagelig utkjøring fra Oslo S, markert med rød ring. Spørsmålstegnet skal betegne at dette avhenger noe av tidsbruk ved avgangsprosedyre Oslo S, som ikke er undersøkt noe særlig ennå.

10.2.3 Østlig retning (Lysaker - Oslo S), nåværende situasjon

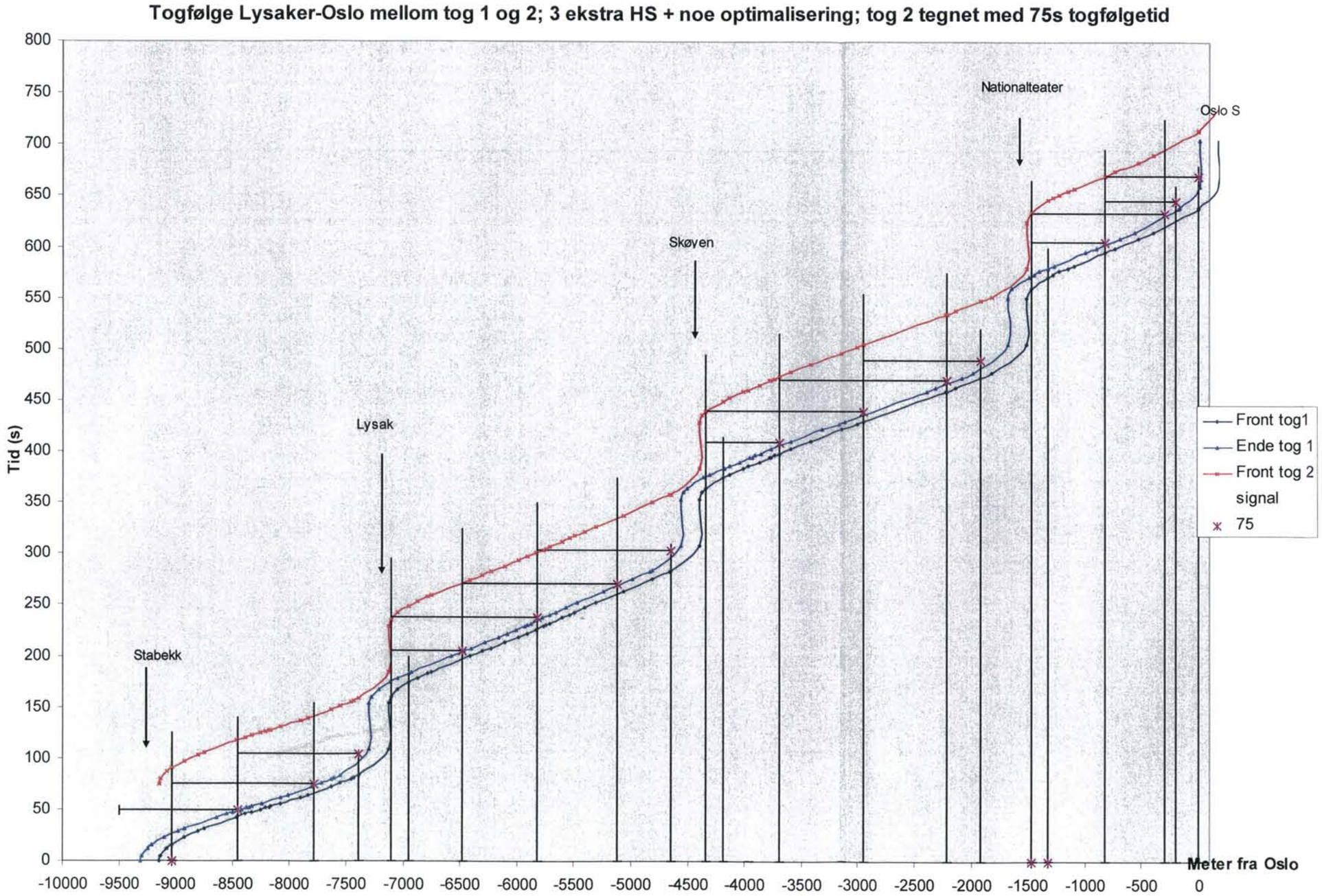


Gul farge indikerer tidsrom hvor signalet viser gult forsignal (og grønt hovedsignal). Siste signal før hvert stopp kan vise gult uten å begrense toget, fordi toget allikevel skal stoppe før enste signal.

Grønn farge indikerer tidsrom hvor signalet viser grønt forsignal (og grønt hovedsignal).

Signalene med rød ring er de signalene som er begrensende for togfølgetiden i denne retningen. årsaken er færre blokkstrekninger (færre hovedsignaler) Lysaker - Skøyen og Nationaltheatret - Oslo S, som omtalt i kap. 3.3.2, 3.3.6, 4.2.3 og 4.2.8.

10.2.4 Østlig retning (Lysaker - Oslo S), forbedret



Denne figuren er tegnet med 75 sekunders togfølgetid, mens den forrige var tegnet med 100 sekunder. Det er også forutsatt kortere oppholdstider (fra 60s til 45s).

Det er her innført tre nye hovedsignaler, som omtalt i kap. 4.2.

Som det fremgår, er det nå mye mer jevn beleggstid av de enkelte blokkene.