

JD  
JU 760476  
Saksref. 200605565



Jernbaneverket  
Utbygging

**KAPASITET  
PRIORITET  
MATERIELL  
SIKKERHET**



**MULIGHETSSTUDIE  
KOMBIBANE**

→ HOVEDBANEN  
→ JÆRBANEN

Eks. 1

9656.34 fBV Mul

# Innholdsfortegnelse

<b>FORORD.....</b>	<b>4</b>
<b>1 SAMMENDRAG OG ANBEFALING .....</b>	<b>5</b>
1.1 SAMMENDRAG .....	5
1.2 ANBEFALING .....	7
1.3 BEHANDLING I JERNBANEVERKET .....	9
1.4 VIDERE ARBEID .....	9
<b>2 INNLEDNING .....</b>	<b>10</b>
2.1 JERNBANEVERKETS STAMNETTSUTREDNING.....	12
2.2 FORDELINGSFORSKRIFTEN.....	13
<b>3 HVORFOR KOMBIBANE?.....</b>	<b>14</b>
3.1 HVORFOR SATSES DET PÅ LETTBANE I MANGE BYER I EUROPA?.....	14
3.2 HVORFOR KOMBINERE MED JERNBANE? .....	15
<b>4 EKSEMPLER FRA EUROPA.....</b>	<b>20</b>
4.1 PLANLEGGING AV KOMBIBANE KAN VÆRE EN TUNG, MEN LØSBAR PROSESS. ....	21
4.2 KOMBIBANEUTVIKLING I NOEN TYSKE BYER.....	23
4.3 KOMBIBANEUTVIKLING I NOEN FRANSKE BYER .....	25
4.4 CITADIS ER PRØVEKJØRT I SVERIGE.....	28
<b>5 KOMBIBANEPLANER I OSLO OG STAVANGER. ....</b>	<b>29</b>
5.1 VIDERE UTVIKLING AV KOMBIBANER .....	31
<b>6 KOMPATIBILITETSSTUDIE .....</b>	<b>33</b>
6.1 KOMBIBANETOG.....	33
6.2 KOMPATIBILITETSSTUDIEN.....	36
<b>7 UNIVERSELL UTFORMING .....</b>	<b>40</b>
7.1 TILTAK I TOGMATERIELLET .....	41
7.2 TILTAK I INFRASTRUKTUREN .....	42
<b>8 DRIFTSSCENARIER FOR HOVEDBANEN .....</b>	<b>44</b>
8.1 AKTUELLE DRIFTSSCENARIER.....	46
8.2 FORUTSETNINGER I INFRASTRUKTUREN .....	48
8.3 RESULTAT AV BEREGNINGENE.....	50
<b>9 DRIFTSSCENARIO FOR JÆRBANEN.....</b>	<b>52</b>
9.1 AKTUELT DRIFTSSCENARIO .....	52
9.2 FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGENE.....	54
9.3 RESULTATER OG VURDERING AV TILTAK FOR Å AVVIKLE TRAFIKKEN .....	55
<b>10 OPPSUMMERING.....</b>	<b>61</b>
10.1 KAPASITET .....	61
10.2 PRIORITET .....	63
10.3 MATERIELL .....	64
10.4 SIKKERHET.....	65

## Forord

Rapporten er utarbeidet av Infrastruktur. Prosjektjenester (IUPP) har hatt ansvaret for sluttrapporten og levert kapasitetsberegninger for henholdsvis Hovedbanen og Jærbanen. Kompatibilitetsstudien er utarbeidet av Teknikk (IT). Rambøll AS har vært engasjert som ekstern konsulent og bidratt som veileder og bidragsyter med tekst, skisser og bilder. Det har vært en samtale med Gustav Nilsen (TØI) og noen bilder er gjengitt med tillatelse fra denne samtalen.

Referanser for rapporten er i tillegg til dokumenter nevnt i prosjektprogrammet:

- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.libertin.info](http://www.libertin.info)
- [www.errac.org](http://www.errac.org)
- [www.hitrans.org](http://www.hitrans.org)
- [www.lightrail.nl](http://www.lightrail.nl)
- [www.sncf.fr](http://www.sncf.fr)
- [www.vti.se](http://www.vti.se)
- [www.uitp.com](http://www.uitp.com)
- [www.modurban.org](http://www.modurban.org)

Det foreligger to underrapporter som begge er oppsummert i denne rapporten:

- Rapport om kompatibilitet: "Materiell og sikkerhet; kombibanemateriell for jernbane og sporvogn/ forstadsbane".
- Rapport om kapasitetsberegninger på Jærbanen: "Driftsscenarioer for Jærbanen".

Rapporten er behandlet i Jernbaneverkets ledergruppe. Vedtaket er referert i kapittel 1 Sammendrag og anbefaling.



# 1 Sammendrag og anbefaling

## 1.1 Sammendrag

Hensikten med denne utredningen er å fremskaffe et beslutningsgrunnlag for å avklare Jernbaneverkets holdning til innføring av kombibane som driftsart i kollektivtrafikken, ved bruk av jernbanens infrastruktur. Videre må det avklares forutsetninger for slik innføring sett fra Jernbaneverkets ståsted. Utredningen tar ikke stilling til hvorvidt innføring av kombibane på de aktuelle strekningene er et fornuftig tiltak. Utredningsarbeidet skal ikke avklare tiltakshaver/ driftsansvar/ osv. eller tekniske krav relatert til kjøring på trikkenettet. Det skal heller ikke vurderes kostnader eller gjøres markeds- og samfunnsøkonomiske analyser.

Kombibanens fordeler kommer best til syne på lengre lokalreiser mellom bysentrum og omliggende tettbygde områder. Jernbanens høye komfort og fremføringshastighet kombineres med trikkens fleksibilitet og nærhet til reises start- og endepunkt.

Erfaringer, særlig fra Tyskland, viser at baneløsninger virker formende på byene slik at de utvikler seg til å bli lettere å betjene med kollektivtransport. Det settes med andre ord i gang en positiv spiral hvor en god betjening av et transportmarked fører til at effekten forsterkes ved fremtidig styring av arealbruk fra offentlige myndigheter.

Det er et hovedpoeng med kombibane at den bare skal trenge supplerende infrastrukturtiltak, mens en del av kjøreveien allerede er etablerte spor for jernbane eller sporgvogn med kapasitet for mer trafikk. Krav om universell utforming kan utløse kostbare tiltak på stasjoner med kombinert trafikk.

En stor utfordring er å avklare om det foreligger et felles ønske om å satse på kombibaner for å løse erkjente transportbehov. Alle parter som påvirker gjennomføringen må involveres. Samarbeid må etableres ut fra at de enkelte transportformers komparative fortrinn skal utnyttes i et mest mulig effektivt samspill.

Avhengig av hvordan en klarer å løse kravene til universell tilgjengelighet, må en del stasjoner (plattformer) på Hovedbanen trolig bygges om. Godssporet fra Oslogate til Etterstad må utvides til dobbeltspor. I tillegg kommer eventuelle investeringer i Oslos trikkenett for å legge til rette for bedre framkommelighet, punktlighet og kapasitet (doble togsett) for kombibanen. Dette vil kreve betydelige investeringer.

I Stavanger er arbeidet med nytt dobbeltspor nylig startet opp; ved Jåttåvågen. Detalj- og byggeplanarbeidet er i gang på hele strekningen. Reguleringsplanen og finansieringen er tilpasset et tradisjonelt jernbaneanlegg. For å innføre kombibane må det gjøres endringer i signalanlegget, etableres to planskilte kryssinger og gjøres endringer på stasjoner (plattformer). Dette krever betydelige endringer i planene.

### *Kapasitet*

Simuleringer og beregninger viser at det, ut fra noen gitte forutsetninger, er ledig kapasitet på de undersøkte jernbanestrekningene.

Hovedbanen nord for Etterstad har kapasitet til å avvikle inntil 12 kombibanetog i tillegg til eksisterende og forventet trafikk i henhold til Stamnettsutredningen; forutsatt nødvendige ombygginger. Det forutsettes at eventuelle kombibanetog avgreines fra Hovedbanen før Oslo S; sannsynlig avgreining skjer ved Etterstad.

Dersom det velges et driftskonsept hvor kombitogene erstatter dagens lokaltog, kan Oslostunnelen avlastes med 4 togavganger i maksimaltiden. Den frigjorte kapasiteten kan benyttes av annen trafikk.

Jærbanen mellom Sandnes og Stavanger kan få kapasitet til å avvikle tre kombibanelinjer og samtidig oppfylle intensjonen i Stamnettsutredningen; forutsatt nødvendig omprosjektering.

### *Prioritet*

Det forutsettes at kombibane ikke vil være aktuelt uten at fremkommeligheten utenfor jernbanens kjørevei er sikret. Nødvendig prioritering av kombibaner i trafikk i ordinært gatenett er en forutsetning.

Fordelingsforskriften gir høyest prioritet på infrastrukturen til "offentlige tjenester," dvs. trafikk som opererer som en del av det offentlige kollektivnettet og delfinansiert av det offentlige. Kombibanetrafikk vil sannsynligvis ansees som "offentlig tjeneste" på linje med annen lokaltogtrafikk.

Det bør vurderes om det skal være en premiss ved eventuell innføring av kombibane at denne skal nedprioriteres ved avvik. Dette vil kreve at fordelingsforskriften revideres.

Reservekapasitet, både på Hovedbanen og Jærbanen, vil for det meste bli spist opp og driftsforstyrrelser kan derfor lettere oppstå og få konsekvenser for trafikkavviklingen. Dersom Romeriksporten må stenges på dagtid, vil det, i likhet med i dag, ikke være kapasitet til å avvikle all trafikk på Hovedbanen.

Det blir dårligere tilgjengelighet til sporet for vedlikehold både på Hovedbanen og Jærbanen. Det er sannsynlig at utgiftene til vedlikehold vil øke.

På lengre sikt kan det ligge en utfordring i hvordan kombibane skal prioriteres opp mot annen togtrafikk dersom ordinær togtrafikk utvikler seg kraftigere enn forventet og det oppstår kapasitetsproblemer. Skal kombibane i så fall prioriteres foran eller etter for eksempel flere godstog? Det bør legges som premiss at tog som genererer stort transportarbeid skal prioriteres foran tog som generer mindre transportarbeid.



## *Materiell*

Det er lite ny og særegen teknologi som skal til for å innføre kombibane som driftsart. Utfordringer knyttet til operativ styring, trafikkledelse og sikkerhet har en klart å finne gode løsninger på i andre land.

Det er ikke påvist tekniske hindringer mot å kjøre kombibanetog på jernbanenettet, forutsatt at det gjøres noen tilpasninger i konstruksjonsfasen av nytt materiell for å sikre kompatibilitet med Jernbaneverkets infrastruktur.

Trafikking med kombibanetog vil sannsynligvis kreve plattformer i to høyder, 76 centimeter og 35 – 40 centimeter for å tilfredsstille krav til universell utforming. Både på Hovedbanen og på Jærbanen vil dette være en betydelig utfordring, både fordi løsningene vil være kostnadskrevenende og fordi det trolig er vanskelig å få til på enkelte stasjoner ut fra plassmessige forhold.

Dersom det er mulig å finne løsninger i selve kombibanetogene, for å oppfylle krav til universell utforming, vil det være et vesentlig bidrag til å øke muligheten for kombinert bruk av jernbanenettet der det kan påvises ledig kapasitet.

## *Sikkerhet*

Vesentlig kraftigere bremseevne på kombibanemateriell antas å kompensere for økt risiko for lettere materiell ved sammenstøt med tynge togmateriell. Risikoreduksjonen antas oppnådd ved lavere kollisjonshastighet, at kollisjonen avverges eller at den kommer andre trafikanter til gode (biltrafikk på planoverganger eller uvedkommende i sporet).

Risikoanalyser må gjennomføres for aktuelle prosjekter som en del av RAMS-prosessen, og det må dokumenteres at gjeldende akseptkriterier tilfredstilles.

## *1.2 Anbefaling*

Kombibanekonseptet kan være et effektivt transportsystem som samtidig har en positiv påvirkning på byene hvor det satses. Forutsetningen er at konseptet genererer økt bruk av kollektivtrafikk til samme eller lavere kostnad sammenliknet med alternative driftskonsept. Kombibanedrift må kunne forsvare nødvendige investeringer til ombygging og replanlegging av infrastrukturen.

Det forutsettes at tiltak i jernbanens infrastruktur som følge av innføringen av kombibane, finansieres utenfor Jernbaneverkets budsjett. Eventuelle tiltak over Jernbaneverkets budsjett forutsettes prioritert inn i Nasjonal Transportplan og Jernbaneverkets handlingsprogram på ordinær måte.

Eventuelle prosjekter for innføring av kombibane som driftsart langs Hovedbanen eller Jærbanen, i samsvar med løsninger skissert i denne mulighetsstudien, må baseres på følgende forutsetninger:

### *Forutsetninger felles for Hovedbanen og Jærbanen*

- Nytt ved en satsing på kombibane må forsvare kostnadene til investerings, drifts- og vedlikeholdsutgifter.
- Det må finnes akseptable løsninger som tilfredsstillt kravet om universell utforming av transportsystemet (sammenfallende høyder i tog og på plattform).
- Driftsopplegg som velges må ha tilstrekkelig robusthet slik at det ikke oppstår uakseptable driftsavvik. Prioritering av trafikk ved avvik må avklares.
- Fremkommelighet på nytt banenett, utenfor etablert jernbane, må sikres slik at den harmonerer med ønsket punktlighet på jernbanenettet.
- Dersom det på sikt oppstår kapasitetsproblemer, bør det legges som premiss at tog som genererer stort transportarbeid skal prioriteres foran tog som genererer mindre transportarbeid.
- Fordelingsforskriften bør vurderes i lys av den nye driftssituasjonen.
- Risikoanalyser må gjennomføres for aktuelle prosjekter som en del av RAMS-prosessen. Det må dokumenteres at gjeldende akseptkriterier tilfredstilles.
- Kombibanetog forutsettes utstyrt med ATC og GSM-R.
- Det må avklares hvem som skal ha ansvaret for eventuelt offentlig kjøp til drift av kombibanen.

### *Forutsetninger for Hovedbanen*

- Dersom kombibanen skal betjene områdene sør for Oslo S, må det etableres dobbeltspor langs godssporet fra Oslogate til Lodalen før kombidrift er aktuelt. Dette er et omfattende og kostnadskrevenende tiltak.
- Det må avklares hvordan antatt økte vedlikeholdskostnader skal dekket inn; blant annet må det settes strengere krav til Romeriksportens oppetid ved økt trafikkbelastning på Hovedbanen.
- Det må vurderes om kombibanetrafikk skal nedprioriteres ved avvik, for eksempel dersom Romeriksporten må stenges.
- Kombibanetiltak må finansieres gjennom Oslopakke 2 eller 3. Dette gjelder alle tillegsinvesteringer; ombygging av stasjoner (plattformer) og eventuelt dobbeltspor langs godssporet fra Oslogate til Lodalen.

### *Forutsetninger for Jærbanen*

- Dobbeltsporet på Jærbanen må bygges om med 800 meter mellom hovedsignalene dersom kombibane skal realiseres. Det må bygges nye planskilte kryssinger for kombibanetogene, avhengig av endelig planløsning for kombibanen.
- Det må avklares hvem som skal ha det økonomiske ansvaret for investeringer for å tilrettelegge infrastrukturen for kombibanemateriell. Tilsvarende gjelder for drift og vedlikehold av infrastrukturen utenom jernbanens infrastruktur. Ombygging av hovedsignalene på Jærbanen bør finansieres over Jernbaneverkets budsjett.
- Hvordan kombibanen kan føres inn mot Stavanger stasjon er ikke vurdert. Dette må avklares i videre arbeid.



### 1.3 *Behandling i Jernbaneverket*

Ved behandling i Jernbaneverkets ledergruppe ble følgende vedtak fattet:

”Med de begrensninger og forutsetninger som er beskrevet i saksframlegget, konstaterer Jernbaneverkets ledergruppe at kombibane lar seg realisere på jernbanens infrastruktur.

Jernbaneverket tar kontakt mot Samferdselsdepartementet og redegjør for konklusjonene i utredningen. Samtidig bes det om en klargjøring av hvilket ansvar og rolle JBV skal ha i utviklingen av kombibane, herunder om JBV skal engasjere seg økonomisk når det gjelder investeringer, drift og vedlikehold av kombibaner.

Etter avklaring med Samferdselsdepartementet skjer det videre arbeid i dialog med lokale myndigheter. Foreliggende rapport og konklusjoner fra Jernbaneverket legges til grunn for dette arbeidet.”

Begrensninger og forutsetninger som er beskrevet i saksframlegget til ledergruppen tilsvarer det som er omtalt i kapittel 1.2 Anbefaling.

### 1.4 *Videre arbeid*

Jernbaneverkets ansvar og rolle i utvikling av kombibane avklares med Samferdselsdepartementet, herunder om Jernbaneverket skal engasjere seg økonomisk når det gjelder investeringer, drift og vedlikehold av kombibaner.

Krav til universell utforming krever store investeringer i infrastrukturen eller endret design på kombibanetogene. I forbindelse med utredning av konkrete prosjekt bør leverandører av materiell forespørres om det kan finnes løsninger i materiellet. Dette bør gjøres før det gjøres utredninger av kostnadskrevende endringer i infrastrukturen.

På Nord-Jæren er det i regi av FAFOT-samarbeidet satt i gang et utredningsarbeid for å avklare nærmere om innføring av kombibane trafikkmessig og kostnadmessig er en fornuftig løsning for Nord-Jæren. Foreliggende utredning vil være et innspill i dette arbeidet og Jernbaneverket deltar aktivt i dette arbeidet. Her vil også spørsmål om ansvar/myndighet, organisering mv. bli vurdert.

For Oslos vedkommende kan neste steg være et møte med lokale trafikkmyndigheter for å redegjøre for rapporten. Deltagere kan være Akershus fylkeskommune, Oslo kommune og Jernbaneverket. En viktig hensikt er få Oslo kommunes synspunkter på kombibanedrift og de utfordringer dette gir kommunen. Oslo kommune bør gjennomføre en tilsvarende utredning for å svare ut tekniske og driftsmessige forutsetninger for å trafikere med kombibanetog i Oslos gatenett. Her må det også vurderes om det er aktuelt å etablere/ bygge om trikkenettet til å håndtere doble kombitogsett. I tillegg har koordineringsgruppa for Oslopakke 2 bedt om å få presentert rapporten.



## 2 Innledning

Diskusjonen omkring innføring av kombibane som ny driftsart for kollektivtrafikken har pågått i flere år. Jernbaneverket har deltatt mer eller mindre aktivt i flere utredninger og drøftinger som har vært rundt saken. Jernbaneverkets omforente holdning til dette spørsmålet har imidlertid ikke vært like klart.

Det er signalisert ulike synspunkter ved ulike anledninger avhengig av hvem som har uttalt seg. Synspunktene har variert fra meget skeptiske til de meget entusiastiske. Det er behov for en avklaring av hva Jernbaneverket mener om innføring av kombibane i Oslo og på Jæren i forbindelse med to konkrete prosjekter. Dessuten er det aktuelt med avklaring av noen generelle spørsmål innenfor materiell og sikkerhet.

*Jernbaneverkets ledergruppe (JL) har i sak 106/06 vedtatt følgende:*

"Infrastruktur Region Øst og Region Vest gjennomfører kapasitetsanalyser for en mulig kombibaneløsning for Hovedbanen og Jærbanen i løpet av 2006/2007 og deltar i eventuelle lokale prosjekter. Jernbaneverkets eget utredningsarbeid finansieres over plan- og utredningsprogrammet. Resultatene fra kapasitetsutredningene legges frem for JL av Infrastrukturdirektøren for beslutning om eventuelt videre arbeid."

### *Oppgaven*

Utredningen ses på som en studie av muligheter for å kombinere to noe forskjellige driftsarter på jernbanens kjørevei på de aktuelle strekningene. Analyseområdene defineres som Oslo S – Lillestrøm i Region Øst og Stavanger – Egersund i Region Vest. Rogaland fylkeskommune har i et brev datert 18-01-2007 beskrevet hva de ønsker vurdert i denne utredningen. Utredningen skal ikke munne ut i konkrete forslag til prosjekter med tanke på gjennomføring.

Studien er valgt å legges opp med en horisont som samsvarer med Jernbaneverkets stamnettsutredning "Mer på skinner frem mot 2040". For å kunne gjøre en vurdering av konsekvenser er det definert driftsscenarier (2040) for avvikling av trafikk i analyseområdene.

To hovedproblemstillinger tas opp i to separate delutredninger, men som begge er summert opp i denne rapporten. I den ene delutredningen omhandles "Kapasitet og prioritet" på jernbanesporene. I den andre vurderes "Materiell og sikkerhet". Det er etablert et felles prosjektråd og det samarbeides om utredningsarbeidet.

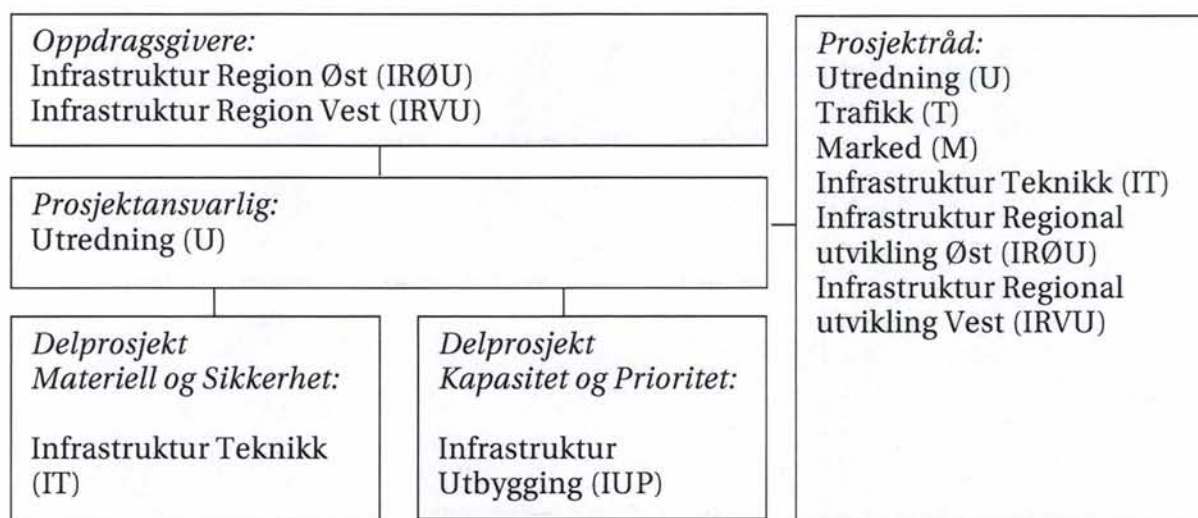
Resultatene fremlegges som en felles sak til Jernbaneverkets ledergruppe for å ta stilling til videre arbeid og ivaretagelse av Jernbaneverkets interesser i denne sammenheng.

Kapasitetsvurderinger gjøres for strekninger og/eller typiske snitt der hvor det blir felles bruk av infrastrukturen. To spørsmål reises:

- Er det kapasitet nok til flere avganger enn i dag?
- Er det riktig å utnytte en eventuell ledig kapasitet til trafikk med kombibanemateriell (tillegg eller erstatning)?

Prosjektprogrammet sier at utredningsarbeidet ikke skal avklare tiltakshaver eller driftsansvar. Det skal ikke utredes tekniske krav relatert til kjøring på trikkenettet. Det skal heller ikke vurderes kostnader eller gjøres markeds- og samfunnsøkonomiske analyser. Jernbaneverkets tekniske regelverk og håndbøker legges til grunn i arbeidet.

### Organisering



### Konsekvenser

Det er i prosjektprogrammet forutsatt at det ikke skal gjøres samfunnsmessige beregninger av nytte eller beregning investeringskostnader. Konsekvenser summeres opp i forhold til oppgaven som er beskrevet i prosjektprogrammet med vekt på kapasitet, prioritet, materiell og sikkerhet. Konsekvenser drøftes og beskrives på en kvalitativ måte.

Hensikten med trafikkscenariene som er anvendt i utredningen er å avdekke interessante problemstillinger/ konsekvenser før det eventuelt igangsettes konkret utredningsarbeid med tanke på gjennomføring.



## 2.1 Jernbaneverkets stamnettsutredning

Både ved den interne behandlingen av prosjektprogrammet for denne kombibaneutredningen og i første møte i prosjektrådet, ble det ønsket at Jernbaneverkets stamnettsutredning "Mer på skinner fram mot 2040" skulle legges til grunn. I stamnettsutredningen trekkes det opp perspektiver og utviklingsbehov for Jernbanen i Norge frem mot 2040.



Det henvises til en strategi som er trukket opp i Stortingsmelding 24 (2003-2004) om Nasjonal Transportplan 2006-2015 og en videreføring av denne i et 30 års perspektiv:

"Dette innebærer en strategi som først og fremst tar sikte på at jernbanen skal være et attraktivt og konkurransedyktig alternativ til bil/lastebil i de områder hvor jernbanen kan spille en samfunnsmessig betydelig rolle".

Videre heter det at økte markedsandeler for kollektivtrafikken forutsetter et velfungerende kollektivt transportsystem, der ulike kollektive transportmidler utnytter sine fortrinn. For jernbanen defineres dette til å være:

- Lengre lokale reiser i hovedstadsområdet og rundt de andre større byene.
- Regiontrafikk i det sentrale østlandsområdet.
- I noen grad lengre reiser mellom Oslo og de andre storbyene.

Videre antas det at fremtiden i enda sterkere grad vil vektlegge kvaliteten på tilbudet, i form av kort reisetid, hyppig frekvens og god punktlighet, framfor pris. For nærtrafikk anbefales følgende forbedringer:

- Høyere frekvens
- Bedre punktlighet
- Konkurransedyktige priser
- Tilstrekkelig setekapasitet

Det antas en utvikling mot lettere og mer energieffektivt materiell. Det pekes på intens forskning for å muliggjøre bruk av ulike alternative miljøvennlige energikilder i tog og lokomotiver. Lettere tog og alternative energikilder antas først å bli et alternativ for regional jernbanedrift, bybaner og trikk i byer.

Regjering og Storting har uttrykt et mål om at gods (store volum og lange strekninger) skal overføres fra vei til jernbane og sjø. For jernbanens del kan dette i hovedsak skje innenfor de intermodale transporter av containere, veksselflak, og semihengere, men også innenfor systemlast som for eksempel tømmer og flis. Det legges til grunn at containermarkedet vil vokse kontinuerlig som følge av den generelle økonomiske vekst samt endringer i produksjon og konsum.

Det vurderes som umulig å si noe sikkert om godstransportmarkedet frem til 2040. I omtalen av de enkelte baner er det lagt inn som en premisse at det skal legges til rette for en tredobling av godsmengden som skal transporteres på jernbane i perioden frem til 2040. Dette betyr en 2 – 3-dobling av godstrafikken.

## 2.2 Fordelingsforskriften

”Forskrift om fordeling av jernbaneinfrastrukturkapasitet og innkreving av avgifter for bruk av det nasjonale jernbanenettet” trådte i kraft i sin nåværende form 15/3-2003. Den er sist revidert 24/1-2006. Fordelingsforskriften gir følgende prioriteringsrekkefølge ved tildeling av infrastrukturkapasitet:

1. Infrastrukturkapasitet til offentlige [red anm: i andre sammenhenger brukes også ”offentlig finansierte”] tjenester. På strekningen Asker – Gardermoen skal tilbringertjenesten til Oslo Lufthavn ha samme prioritet som offentlige tjenester.
2. Infrastrukturkapasitet som inngår i rammeavtaler
3. Infrastrukturkapasitet reservert til bruk for bestemte type trafikk på infrastruktur som beskrevet i § 7-12 [spesielle formål]
4. Infrastrukturkapasitet til internasjonal godstransport og internasjonal kombinert transport
5. Godstransport for øvrig
6. Persontransport for øvrig

Fordelingsforskriften prioriterer persontrafikk, utført for det offentlige. Trafikken kan opereres enten med tilskudd fra de offentlige (de fleste av NSBs ruter) eller som kommersiell drift (Flytoget). Fordelingsforskriften skiller ikke mellom typer persontrafikkmateriell eller om finansieringskilden er Staten v/ Samferdselsdepartementet, en fylkeskommune, en kommune eller en kombinasjon.

Forskriften gjelder ved tildeling av kapasitet på infrastrukturen i normaltrafikk. Ved redusert kapasitet på grunn av driftsavvik, vil annen fordeling forekomme.



### 3 Hvorfor kombibane?

Kombibanetog defineres i denne rapporten som lettbanemateriell utstyrt for å kunne trafikkere på jernbanens kjørevei samtidig som det også kan trafikkere et eget og enklere banesystem. Varianter av lettbanesystemer finnes i en rekke land. I de fleste eksemplene er lettbane et tilbud for relativt rask og komfortabel transport mellom byens ytterområder og bykjernen. Lettbaner har gjennomgående lavere kapasitet enn t-baner, men har en infrastruktur med betydelig lavere etableringskostnader. Kombibanetog har duodrift. Det betyr at de enten kan benytte to forskjellige elektriske spenningssystemer eller en kombinasjon av elektrisk drift og dieseldrift.

Moderne lettbanemateriell er en mellomting mellom sporvogn og tog i forhold til kapasitet og standard. De fleste nye lettbaner som bygges går hovedsaklig på egne traseer. De får da en mye bedre fremføringshastighet og punktlighet, enn om de trafikkerer gater med blandet trafikk. Tradisjonelle sporvogner ble i mange byer nedlagt i perioden rundt 1960.

#### 3.1 *Hvorfor satses det på lettbane i mange byer i Europa?*

Lettbanemateriell er tilpasningsdyktig. Den kan tilpasse seg gateløp og terreng med relativt krappe kurver ( $r=25$ , og helt ned til  $r=20$ ) og bratte stigninger (65-70‰), den kan gå i blandet trafikk med bil og buss, gjennom gågater og over torg og plasser. Lettbanemateriell kan kjøre med høy hastighet (80-100 km/t) der den har egen trasé samtidig som den i bykjernen kan kjøre saktere og tett opp til brukernes start- og målpunkter.

Kombibanetog har i stor grad samme fysiske egenskaper som lettbanemateriell. De kan trafikkere samme infrastruktur i bysentrum, men er konstruert for en høyere topphastighet, oftest 100 km/t. Dette for mer optimalt å kunne utnytte jernbanens stivere infrastruktur med høyere tillatte hastigheter

Skinnegående kollektivtrafikk med fast infrastruktur oppfattes av planleggere og investorer som et mer varig tilbud enn busstrasèer. Dette gir derfor et tryggere grunnlag for investeringer og får på den måten en strukturerende virkning på byene det gjelder.

I Tyskland er det tatt i bruk lettbaner for persontransport i mange byer. Imidlertid er det flest nye anlegg under planlegging i spanske og franske byer. I perioden fra 2000 til 2020 forventes det en økning på mer enn 40 % målt i skinnelengde med lettbane i EU-15 landene.



I en rapport "Lettbaner – europeiske erfaringer" fra TØI (2005) summeres det opp en del faktorer som de mener har betydning for hvorfor det bygges så mye lettbane i Europa. Fra denne listen er det her summert opp de punktene som syntes mest relevante for denne utredningen:

- Andelen innbyggere som bor i byer øker og det krever effektive transportløsninger. Transportmidlenes komparative fortrinn utnyttes.
- En helhetlig og langsiktig transportpolitikk innebærer mål om generelt å styrke kollektivtransport. Dette på bekostning av personbil i en situasjon med økende bilkøer og fremkommelighetsproblemer. Samtidig ønskes en sikker transport med få ulykker.
- Det ønskes en styrt byutvikling og en utnyttelse av skinnegående løsnings systemkarakter og "image" skapende effekt. Lettbaner gir et forståelig system; skinnene synes i bybildet og ligger fast over tid.
- En mer miljøvennlig transport ønskes for å kunne åpne bykjernen mer for gang- og sykkeltrafikk, samt å redusere luft- og støyforurensning.
- Generelt er det et ønske om å øke innbyggernes mobilitet og få til en bedre fordeling av mobilitet som et gode. Samtidig ønskes det å tilby kollektivtrafikk med høy kvalitet for å tiltrekke seg flere reisende.
- Nye lettbanesystemer er mer kostnadseffektive enn tidligere. Økt hastighet samt redusert behov for vogner og personell har bidratt til dette. Lettbane gir høy kapasitet i forhold til arealbehov. Gunstige finansieringsordninger i Frankrike kan bety en del for satsingen der.
- Satsing på lettbane har i de fleste tilfeller ført til en god økning i antall reisende. Lettbaner er fleksible da de kan kjøre i gatenett, på egne traseer og som kombivogner på jernbanenettet. Høyere hastighet enn buss.
- Utbygging av bedre kollektiv persontrafikk har i stor grad ført til akselerert næringsutvikling. Det snakkes om at "Business-booms" er resultatet der lettbaner er bygget ut.

### 3.2 *Hvorfor kombinere med jernbane?*

Først litt om begreper. Det vi kaller kombibane i Norge har forskjellige navn i andre land. Begrepene blandes også noe i forskjellig litteratur og omtale. Det er på en måte en nyfødt som ennå ikke helt er døpt. Forskjellige benevnelser er:

- Kombibane (tog/ materiell)
- Duo spårvagn
- Light Rail
- Karlsruhe model
- 2 system urban railway
- Tram Train
- Regional urban railway
- Regionalstadtbahn
- RegioStadtbahn
- RegioTram

Mange hevder at lettbaner og kombibaner er et overbevisende kollektivt transportmiddel for region- og bytransport. Men hva er så et "kombibanetog"? Det er verken en trikk eller tog, snarere begge deler. Det kan sies og være et hybridtog eller en hybridtrikk som kan trafikkere og forflytte seg fra ett nettverk til et annet, fra et system til et annet system. Det utnytter trikkens fordeler i sentrum og i forstadsområdene samt togets egenskaper og infrastruktur på transportstrekningene i mellom.

Hvordan kan kombibane som kombinerer to av de eldste teknikkene innenfor offentlig persontransport være et effektivt svar på dagen transportutfordringer? Trikken, med sin glanstid mellom 1920 og 1950, og toget som er enda eldre. Svaret er at moderne byer skaper et stort transportbehov ved at funksjoner som dekker forskjellige menneskelige behov er geografisk spredt.

Vi bor, jobber, handler, trener, besøker venner, henter offentlig service og rekreasjon innenfor et ganske vidt geografisk område. Samtidig er det nettopp dette som også er med på å gjøre livet i byer spennende, forutsatt at transportsystemene har god kapasitet og god komfort. Mange har innsett at forurensning, ulykker og arealbehov forbundet med biltrafikk virker ødeleggende på byene.

Den store fordel er at reisende kan transporteres fra bolig og til eller fra arbeid uten å bytte transportmiddel. Det oppnås ofte kortere reiseavstander og høyere komfort for de reisende. Kombibaner forbinder ikke bare by og region med hverandre, men skaper muligheter for urban utvikling. Dersom jernbanen har ledig kapasitet, kan en kombinert drift være aktuelt for å skape banebetjening med begrensede investeringer i ny infrastruktur.

I en del byer, særlig i Tyskland, er det tatt i bruk nedlagte jernbanelinjer som en integrert del av et nytt lettbanesystem. Sambruk av jernbanestrekninger med ordinær jernbanetrafikk, der det er ledig kapasitet, finnes det også gode eksempler på. Dette reduserer kostnaden ved etablering av det nye tilbudet.

Konvensjonell jernbane og normalsporet lettbane har samme sporvidde (1435 mm). Lettbaner kan ha et enkelt sikringssystem; dvs. at føreren kjører på sikt. Lavgulvogner og opphøyde holdeplasser sikrer enkel på- og avstigning for alle (universell utforming). Eventuelt kan lettbanen på strekninger bygges med et mer avansert sikringssystem som muliggjør høyere hastigheter og større kapasitet.

For at framføringstider skal være effektive og punktligheten god forutsettes at en moderne lettbane i hovedsak kjører på egen trasé eller som kombibane på jernbanenettet. Den må ha fortrinnsrett i blandet trafikk med aktiv signalprioritering.



Ved planlegging av kombibaner og moderne lettbaner legges dessuten en høyere sporgeometrisk standard til grunn enn ved tradisjonelle trikkelinjer. Dermed oppnås betydelig høyere reisehastigheter enn tradisjonell trikk eller buss. Reisehastigheten kan i noen tilfeller bli tilsvarende det som oppnås i Oslos t-banesystem (ca. 31 km/t) i gjennomsnitt.

Kollektivtransport på skinner får flere brukere enn et buss-system, selv når reisehastighet og antall avganger er den samme. Dette kalles av transportforskerne for "skinnefaktoren". Forskerne mener at dette både skyldes systemets opplevde kvaliteter (for eksempel reisekomfort), men også mer subjektive forhold.

Mange europeiske byer har bygget eller planlegger kombibane eller lettbane. Målsettingene for prosjektene har ofte vært å "revitalisere" bysamfunnene både ved å etablere et kollektivtransportsystem på et høyere kvalitetsnivå, men også å forbedre "imagen" til byer som tidligere har vært preget av industri, forurensning og stagnasjon.

Et banesystem er et vesentlig "byplanelement". Det kan bidra til en gi en byregion en god struktur, med klart skille mellom bysentra, lokale sentra og knutepunkter i transportsystemet. Banesystemer både tilrettelegger for og forutsetter en høy arealutnyttelse og en langsiktighet i planleggingen av arealer og transportsystem.

På grunn av ulike strømforsyninger og sikringssystemer, tverrprofiler og plattformhøyder og gulvhøyder i det rullende materiellet, trengs det en del tekniske tilpasninger. Disse er løst på ulike måter i de byer som har innført slike løsninger.

Generelle innvendinger mot kombibane i Norge:

- Unødvendig komplisert drift med enda en driftsart.
- For store investeringer og for høye driftskostnader.
- Eksisterende transportmidler kan dekke markedet like godt.
- For dårlig og upålitelig fremkommelighet i sporvognsnettet.
- Farlig med blandet drift på jernbanespor, og tro på at det vil ikke bli godkjent av Jernbanetilsynet.
- Kombibane er ikke komfortabelt nok på lange reiser.

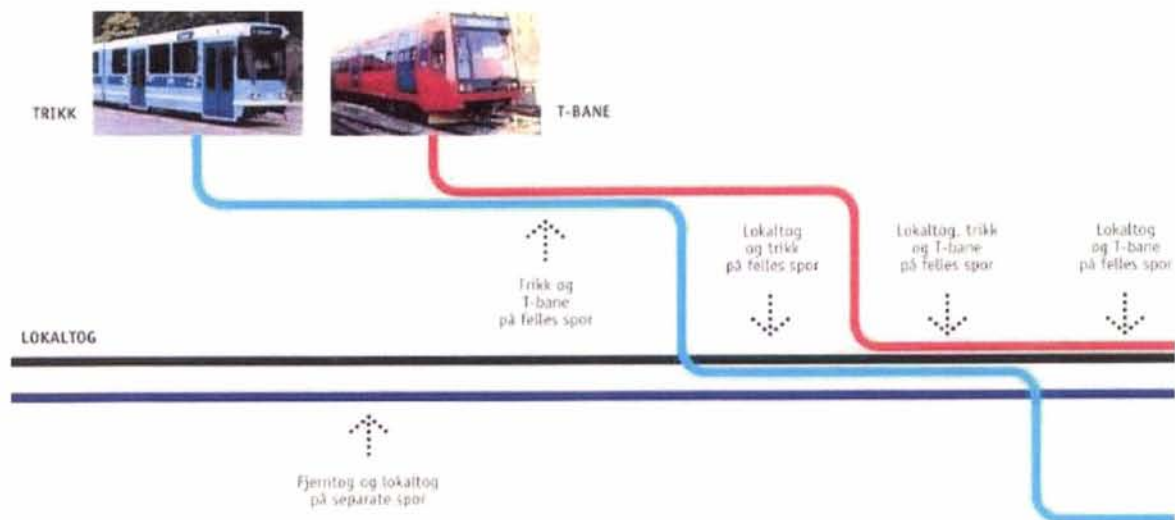
### 3.3 Hva er det som skiller jernbane og lettbane?

Kombibanemateriell må tilfredsstillende de samme krav som togmateriell til sikringssystemer (ATC) for å kjøre på det nasjonale jernbanenettet. Dette gir høyere investeringer enn for ren sporvognsdrift, men kan samtidig være en fordel da hastigheten på lettbanen kan settes høyere når infrastrukturen bygges for det.

Nedenfor beskrives de viktigste forskjellene mellom de to driftsartene. Forskjellen blir samtidig en utfordring for kombibanemateriell som skal operere like godt innenfor begge systemer.

<i>Jernbane</i>	<i>Lettbane</i>
Bygges for stor kapasitet og høy hastighet; i Norge for tiden opp til 200 km/t.	Bygges for lettere materiell og moderate hastigheter; normalt 70 - 80 km/t.
Krav om egen trase og stiv linjeføring.	Egen trase en fordel, men blandet trafikk (bane/bil, bane/fotgjenger) kan aksepteres. Fleksibel traseføring kan tilpasses bymiljø og terreng.
Strengt krav til sikkerhet basert på tekniske barrierer og sikringsanlegg. Strengt krav til materiell og operatør.	Strengt sikkerhetskrav, men ikke krav til sikringsanlegg. Strengt krav til operatør.
Elektrifiserte strekninger har (i Norge) 15 kV vekselstrøm, noe som tradisjonelt stiller krav til avstand og sikring i forhold til bygninger, bruker med videre.	Vanlig spenning er 750V, likestrøm. Ledningsanlegg kan henges opp i gatemiljø. Ved kombibanedrift kan diesel- eller batteridrift være alternativer.
Følger jernbaneloven og lovens forskrifter for trafikkering på det nasjonale jernbanenettet.	Jernbaneloven stiller krav til materiell og operatør, men etter et forenklet regelverk. Jernbanelovens forskrifter gjelder også for trafikkering av infrastruktur som ikke er en del av det nasjonale jernbanenettet; for eksempel i egen trase og i et gatemiljø.  Den tyske forskriften "Bostrab" er benyttet for "Bybane Bergen".
Plattformhøyder varierer mellom 50 og 76 cm, men er standardisert på 76 cm. Alternativ standardhøyde diskuteres og kan være 55 cm som i Danmark.	Moderne lettbaner bygges med plattformhøyder på ca. 30 cm.
Jernbanemateriell tilbys standard med størrelse som for lettmateriell og oppover. I ordinær lokaltogtrafikk er det vanligst å benytte modeller med fra 2-300 seter og oppover, avhengig av antall sammenkoblede vognsett eller vogner.	Lettbanemateriell har typisk 80 seter + klappseter. De kan utsyres med opp mot 110 seter.

Nedenfor er det illustrert forskjellige måter å kombinere skinnegående trafikk på.



Kombibanetog er definert som tog som kan kjøre på minst to banesystemer. Skissen over viser at det kan være flere kombinasjonsmuligheter enn det som drøftes i denne rapporten. Kombinasjoner med T-bane er holdt utenfor.



## 4 Eksempler fra Europa

I Europa er det hittil etablert lettbanetraffikk på jernbanenett med ordinær togtraffikk hovedsakelig i Tyskland og Frankrike. I de nederlandske byene Enschede, Leiden og Maastricht er det anlegg under planlegging. Planlegging skjer også i Spania; blant annet i Alicante og Gijón (tog-metro tunnel).

I Manchester og London (Crydon) i England skjer det også drift av lettbaner både i bygater og på eksisterende jernbanelinjer. I England er det, ut fra det vi har klart å finne ut, ikke lettbanetraffikk på jernbanelinjer som samtidig er i bruk av ordinær jernbanetraffikk.

I en rapport fra 2001 fra Holland Railconsult om lettbaner for LiRa (International Networks of Light Rail Cities) er det gjort en betraktning av lettbaner i kombidrift. I rapporten vises det blant annet til byene Karlsruhe og Saarbrücken i Tyskland.

Frem til ca. 2006 var det kun i tyske byer at lettbanemateriell trafikkerer de samme spor som samtidig er i bruk til ordinær jernbanetraffikk. Karlsruhe fikk sin første kombibane i 1992. Frankrike åpnet sin første bane for kombinert drift i Paris i 2006. Situasjonen i disse to landene beskrives i egne underkapitler.

I et prosjekt som kalles MODUrban (Modular-Guided Rail System), som er 50 % finansiert av EU-midler, antas det at dagens lettbanesystemer vil øke med ca. 50 % i omfang de neste 20 årene. I dag finnes det ca. 170 lettbanesystemer i Vesteuropa. Formålet med MODUrban prosjektet er å finne frem til attraktive, rimelige, solide og energieffektive løsninger innenfor alle deler av en bymessig jernbane.

I Tyskland er det utarbeidet en egen forskrift for denne type baner. Forskriften heter "Strassenbahn – Bau und Betriebsordnung" (BOStrab). Det er en forskrift utgitt av det tyske "Bundesministerium der Justiz", første gang 11-12-1987 og sist revidert 19-09-2006. Forskriften er funksjonsorientert og inneholder få tallfestede krav utover bredde, høyde og retardasjonsevne.

Forskriftens viktigste hovedavsnitt er:

- Innledende definisjoner
- Krav til driftsorganisasjon
- Krav til driftspersonell
- Krav til infrastruktur
- Krav til kjøretøy
- Krav til drift og vedlikehold
- Krav til idriftsettelse
- Overgangsforskrifter for eldre baneanlegg

Forskriften brukes også utenfor Tyskland og er blant annet lagt til grunn ved utforming av den nye bybanen i Bergen.

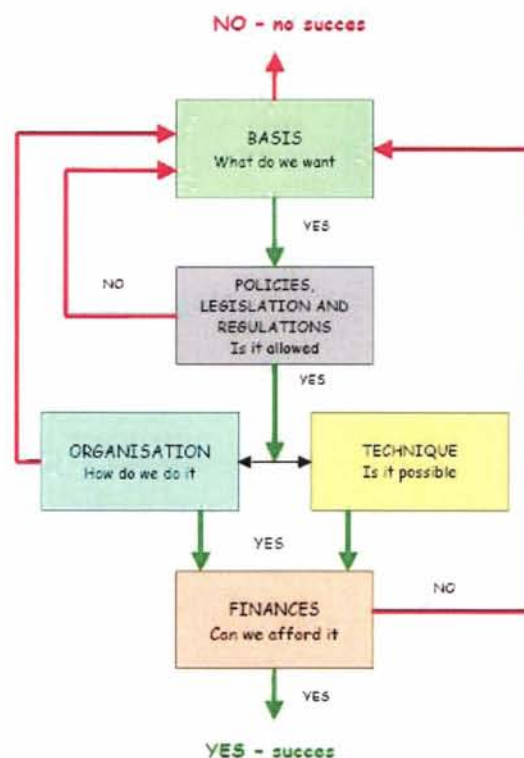
#### 4.1 Planlegging av kombibane kan være en tung, men løsbar prosess.

I rapporten (2001) fra Holland Railconsult om lettbaner for LiRa (International Networks of Light Rail Cities) påpekes det at prosessene rundt å tillate lettbanedrift på det ordinære jernbanenettet har vært komplisert å gjennomføre. Mange prosjekter har strandet. Rapporten drøfter prosessen frem til et gjennomførbart prosjekt.

Det påpekes at hovedtemaene i diskusjonen har vært kapasiteten og sikkerheten på de sporene som det er spørsmål om å benytte felles. Her kan det fort oppstå trafikkforstyrrelser, men ved å justere timetabellene på den eksisterende trafikken kan infrastrukturen utnyttes bedre. Sikkerhetsmessig kan det være et stort problem for passasjerer i lettmateriell dersom det skulle oppstå en kollisjon med et vanlig tog. Se også kapittel 6.

De selskapene som opprinnelig trafikkerer sporene er ofte de som introduser sikkerhet i diskusjonene. Det kan fort bli en generell diskusjon om sikkerhet innen jernbane. Ut fra situasjonen i Nederland mener Holland Railconsult at svaret er så enkelt at lettmateriell må oppføre seg på samme måte som andre tog. Alle tenkbare tekniske løsninger er utviklet for lenge siden og dersom det oppstår noe nytt så vil teknisk ekspertise finne svar på kort tid.

Holland Railconsult har i sin rapport tegnet opp en modell som de mener viser prosessen som må til for få kunne få til sambruk med eksisterende jernbane.



Diskusjonene som oppstår starter ofte som sakskonflikter om tekniske spørsmål. Det kan fort utvikle seg til interessekonflikter om hvem som tjener og/eller taper på endringene. Det kan også oppstå diskusjoner for eller mot lettbaner på et verdimesig grunnlag og da gjerne i forhold til sikkerhet, som jo er et verdispørsmål.

Dersom en ikke starter med å finne frem til en felles basis, men går rett på diskusjon av tekniske løsninger og finansiering så kan prosessen lett stoppe opp. I heldigste fall får den en ny start med en ny base. Grunnleggende interessekonflikter og spørsmål om lovlighet, må løses før det dannes noe prosjekt for gjennomføring av kombinert bruk av baneanlegg.

I rapporten anbefales det en slik prosess:

1. Hva er problemet og er det realistiske muligheter for å løse problemene? Har de forskjellige interessentene en felles problemforståelse? Dersom det ikke finnes en felles problemforståelse så har ikke prosjektet noen mulighet til å lykkes.
2. De foreslåtte løsningene må være innenfor gjeldende regelverk. Dersom det kommer opp løsninger som ikke er innenfor regelverket, må løsningene vurderes på nytt. Dersom det kreves endringer i eksisterende regelverk for spesielle løsninger så stopper prosessen, dersom en slik endring ikke ønskes av de involverte parter.
3. Dersom de involverte parter finner at anbefalte løsninger er innenfor lover og regler eller at de endringer som må til er akseptable, kan det dannes en prosjektorganisasjon for gjennomføring. Tekniske eksperter kan da utvikle alle ideer videre.
4. Avgjørende til slutt er om kostnadene ved prosjektet kan sies å være i samsvar med nytten en antar å oppnå med prosjektet. Anses kostnaden som før høy blir prosjektet skrinlagt.



## 4.2 Kombibaneutvikling i noen tyske byer

### Karlsruhe

Karlsruhe i Tyskland er arketypen på utvikling av denne type anlegg. De har hatt suksess i utvikling av sitt lettbanenett og den kombinerte bruken med ordinære jernbaneanlegg fungerer. Mye av pionerarbeidet for kombinert bruk har skjedd her. Utviklingen har gått over en periode på ca. 40 år.



Karlsruhe er en by med ca. 300.000 innbyggere. Storbyområdet har ca. 1 500 000 innbyggere. Hovedbanestasjonen i byen ligger et stykke fra den kommersielle gågaten, med de fleste butikker samlet. Karlsruhe har utviklet en vellykket nærtrafikk basert på tog, kombibane og lettbaner fra småsentrene rundt bykjernen. I selve byen var det bygd ut et system basert på lettbane.

Den første satsingen med lettmateriell på jernbane var på en linje uten annen togtrafikk (privatbane), mellom sentrum og småbyen Bad Herrenalb og senere også til Ittersbach. Den positive erfaringen med denne satsingen la grunnlaget for den videre utviklingen med tilsvarende satsing ut til andre sentre utenfor byen. Her var det på strekninger som også var trafikkert av "Deutsche Bahn".



For å trekke trafikken inn til det kommersielle senteret ble det utviklet en egen "trikk" som også kunne trafikkere det ordinære jernbanenettet. Dette materiellet kunne ha en hastighet på opp til 100 km/t utenfor byen og gikk meget sakte gjennom gågatene. Den første kombibanen åpnet 25. september 1992 mellom Karlsruhe og Bretten.

I dag trafikkeres byer som Freudenstadt, Heilbronn og Öhringen som ligger en avstand på opp til 9 mil fra Kaiserstrasse, som er Karlsruhes hovedgate. 15 linjer dekker til sammen en strekning på ca. 40 mil.



Prosessen ble gjennomført med tøffe forhandlinger. Alle endringer skjer også gjennom forhandlinger. Det er satset på kapasitetsøkning av noen linjer med nybygging til kombinert bruk. All kostnadsdeling skjer etter forhandlinger og betaling etter nytte.

Lokaltrafikken i storbyområdet Karlsruhe ble i 1994 organisert i en felles trafikkorganisasjon, "Karlsruher Verkehrs Verbund" (KVV), som omfatter både tog, lettbane, trikker og busser. Alle trafikkelskap deltar sammen med offentlig forvaltning. KVV driver selv ingen trafikk og eier ingen baner. Det er utviklet en samlet tariff for KVV-området som tillater overganger mellom de forskjellige tilbudene. Resultatet er en 2 – 4 dobling av trafikken i området.

### Saarbrücken

Saarbrücken er en annen by i Tyskland som er et annet eksempel på kombinert bruk. Satsingen beskrives som vellykket. Dette anlegget er utviklet over en kortere periode enn i Karlsruhe og med stor kunnskapsoverføring fra modellbyen. Systemet i Saarbrücken er av en noe nyere dato, åpnet i 1997. Det spesielle er at lettmateriell, i tillegg til en ny linje i byområdet, benytter en jernbanestrekning som både trafikkeres av fransk (SNCF) og tysk (DB) jernbane. Materiellet som er tatt i bruk er utviklet av og kjøpt inn fra Bombardier og har navnet FLEXITY Link.

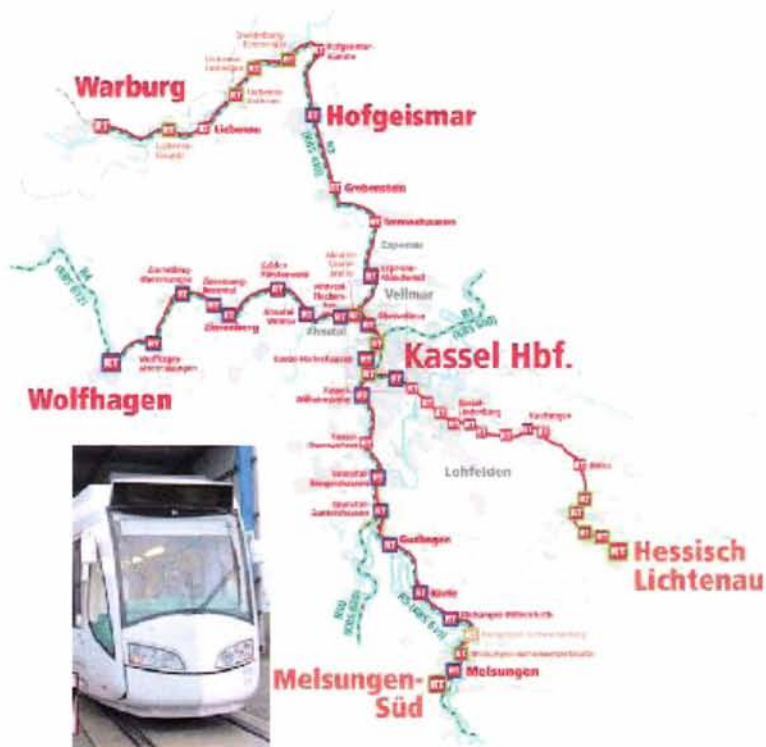
I 1999 ble det åpnet en midlertidig linje basert på det samme systemet mellom byens sentrum og et utenforliggende messeområde. Her ble det også satset på kombinert trafikk på en eksisterende jernbanelinje.

Kapasitet har vært et lite problem hittil, men kan bli det etter hvert som trafikken øker.



### Kassel

Kassel er i gang med å gjennomføre sitt lettbanesystem. Her er det også satset på felles bruk med ordinær jernbane. Citadis Regiotram som er benyttet for kompatibilitetsstudien i denne utredningen er benyttet i Kassel. Første kombibanestrekning åpnet i 1995 på en linje som samtidig ble trafikkert av godstrafikk og en museumsbane.





I Kassel har man etablert kombidrift på 4 strekninger ut fra Kassel Hauptbahnhof. Deutsche Bahn (DB) er operatør og trafikken startet på prøvebasis i mai 2005, med full drift fra juni 2006.

En øst-vest linje trafikkeres med 10 stk Regiotram med kombinasjonen 750V og diesel drift. Den andre går nord-sør og trafikkeres med 18 Regiotram med kombinasjonen 750V / 15 KV elektrisk drift. I sentrum trafikkerer Regiotram det ordinære sporvognsnettet (750V).

Østover fra Kassel mot Hessisch Lichtenau kjøres med 750V på nybygd trasé. Vestover retning Wolfhagen (ca 42 min) kjøres med diesel i delt trafikk med Regionalbahn/Regionalekspress til Korbach Süd (ca 96 min).



Nordover mot Warburg (54 min med Regiotram) og Hagen/Hamm (117 min med regionaltog) og sørover mot Melsungen (33 min med Regiotram) og Fulda (92 min med regionaltog) trafikkerer Regiotram det ordinære jernbanenettet.

### 4.3 Kombibaneutvikling i noen franske byer

#### Paris

Paris i Frankrike stengte sin siste trikkelinje til Versailles i 1957. Fra 1992 har det blitt åpnet nye lettbanelinjer. 18 november 2006 åpnet den nye T4 linjen i Paris. Linjen er 8 km. lang med 11 stopp. Hele strekningen vil kjøres på 19 minutter. På deler av denne linjen benyttes jernbanespor som samtidig trafikkeres med tog fra SNCF.



Dette er Frankrikes første kombibane og trafikkerer strekningen mellom Aulnay sous Bois og Bondy. Den bruker en eksisterende jernbanelinje "Les Coquetiers". Banen er elektrifisert på denne strekningen. Linjen trafikkeres samtidig vanlige av tog tilhørende SNCF.



I motsetning til de andre lettbanelinjene i Paris, opereres denne av SNCF. De andre linjene opereres av RATP som driver den øvrige kollektivtrafikken i Paris.

Paris har med dette åpnet fire lettbanelinjer, de andre er:  
T1 Saint Denis – Noisy le Sec  
T2 La Defence – Issy val de Seine  
T3 Balard- Porte d'Îvry

T2 som åpnet i 1997 benytter en jernbanelinje som tidligere var brukt av SNCF.

Materiellet som benyttes er Siemens Avanto S70. Dette er samme materiell som Mulhouse ønsker å benytte. Det er kjøpt inn nytt materiell for til sammen 68 millioner euro. Dette er bekostet av SNCF i sin helhet.



Det ble gjort tiltak i infrastrukturen for 53 millioner euro. Kostnadsfordelingen var slik: 47 % av regionen "Ile-de-France", 23,5 % av staten, 18,5 % av RFF, 9 % av bydelen "Seine-Saint-Denis" og 2 % av SNCF.



## Mulhouse

Mulhouse i Frankrike åpnet en ny lettbane i mai 2006. Systemet er planlagt videreutviklet som kombibane til byen Thann som ligger ca. 3 mil nordvest for Mulhouse.



En forlengelse som kombibane er planlagt påbegynt i år og åpnet i ca. 2010. Både dette prosjektet og en senere videreføring frem til Kuth er ført opp som prosjekter på RFF sin hjemmeside. Banen vil da omfatte en lengde på ca. 2 mil med 38 stasjoner. Banen er utviklet for å betjene forsteder og fem nabobyer (Kingsersheim, Wittenheim, Illach, Riedisheim og Lutterbach).

Dette blir sannsynligvis Frankrikes andre kombibane omtrent samtidig med Strasbourg.



## Strasbourg

Strasbourg i Frankrike har planlagt å utvide sin lettbane som kombibane til byene Molsheim og Barr. Byene ligger i en avstand på henholdsvis ca. 2 og 4 mil sydvest for Strasbourg. Denne utvidelsen er også planlagt å komme i ca. 2010.



#### 4.4 Citadis er prøvekjørt i Sverige

Citadis fra Alstom ble i 2006 prøvekjørt i Sverige. Prøvekjøringen hadde sammenheng med et prosjektet som tar for seg Östgötaregionen og ser på om denne regionen kan trafikkeres med kombibanetog.

Det er trafikk mellom Linköping og nærliggende byer som ønskes knyttet sammen. Mye av infrastrukturen det er behov for finnes allerede.

Det er de lyse linjene på kartet til høyre som tenkes trafikkert som "duo spårväg".





## 5 Kombibaneplaner i Oslo og Stavanger.

### *Oslo*

- 1996/97 Oslo Sporveier, NSB BA og Jernbaneverket gjennomførte et forprosjekt om kombibaner. Utredningen beskrev ideen med kombibane, så på de tekniske forutsetningene og ulike løsningsprinsipper. Den skisserte mulige kombibanelinjer. Hovedkonklusjonen fra forstudien var at kombibane kan gi kollektivtrafikken i Osloregionen et nytt løft.
- 1997 I det opprinnelige forslaget til Oslopakke 2 ble det foreslått kombibane som et sentralt "grep" for kollektivtrafikken. Programmet presenterte forslag om kombibaner frem til 2010. Kombibane mellom Oslo sentrum og Lørenskog/ Lillestrøm var en del av forslaget.
- 1998/99 Utredningsarbeidet ble videreført i et utvidet samarbeid. Ved siden av AS Oslo Sporveier, Jernbaneverket og NSB BA, deltok også Statens vegvesen, Akershus fylkeskommune, Oslo kommune og Stor-Oslo Lokaltrafikk AS. Styringsgruppen konkluderte i november 1999 med at kombibanedrift var interessant og at det fortsatt bør inngå blant tiltak som er aktuelle for finansiering gjennom Oslopakke 2.
- 2000 Den tverretatlige Styringsgruppen for kombibane mente at kombibanekonseptet var teknisk gjennomførbart og at flere alternative driftsopplegg var mulige å gjennomføre. De anbefalte arbeidet videreført med en markeds- og trafikkanalyse, samlet nytte/kostnadsanalyse basert på et samordnt driftskonsept samt en risikoanalyse. Det ble det foreslått å legge til grunn et konsept basert på bruk av Hovedbanen og trikkenettet i Oslo sentrum.
- 2003 Styret i Oslo Sporveier uttalte i mai at også de har tro på kombibane som en mulig løsning for regionens kollektivtrafikk, og at de ønsket dette utredet grundigere.
- 2005 Utredning "Baneløsninger Nedre Romerike" i regi av Oslopakke 2. Det ble utredet 3 alternative løsninger til AHUS og Lørenskog sentrum. Løsningen med "Kombibane Lang" mellom AHUS og Lørenskog stasjon, via Robsrud, Rasta, Skårerkrysset og Solheim, ble ansett som beste løsning. Forlengelse av t-banen kan være en bra løsning, men betydelig dyrere.
- 2006 I 2006 utført Oslo Sporveier en forstudie av mulig kombibanedrift på de gamle sporene på Østfoldbanen. Konklusjonen var at kombitrikk til Kolbotn ble vurdert som et lovende og trolig gjennomførbart prosjekt.

## Stavanger

- 1990-tallet I Stavangerområdet arbeides det med etablering av bybane/lettbanesystem som også trafikkerer Jærbanen som kombibane. Dette er særlig aktuelt sett i sammenheng med utbygging av nytt dobbeltspor mellom Stavanger og Sandnes. Argumentasjonen for utbygging av et lettbanesystem er i stor grad basert på at det er et byutviklingstiltak. Et viktig virkemiddel for utvikling av et levende handels- og næringsliv. Miljøgevinsten kommer på toppen.
- 2000 I fylkesdelplanen fra 2000 var nytt dobbeltspor lagt til grunn for utviklingen av kollektivsystemet på Nord Jæren.
- 2002 - 2005 Fylkeskommunen i Rogaland ledet i perioden oktober 2002 til september 2005 arbeidet med HiTrans-prosjektet. Prosjektet var finansiert med 50 % fra EU og 50 % av de deltakende partene. Andre deltakere i prosjektet var Edinburgh i Skottland, Helsingborg i Sverige, Tyne and Wear i England, Sunderland i England, Århus i Danmark, Stavanger og Sandnes kommuner, NSB BA, AS Oslo Sporveier, Statens vegvesen og Jernbaneverket.
- Hensikten med prosjektet var å finne "best practice" innenfor en del områder for å stimulere til bruk av kollektivtrafikk som alternativ til bil. Prosjektet utga delrapporter om arealplanlegging, transportplanlegging, "urban design", tilgjengelige transportsystemer/tekniske løsninger og kundenes etterspørsel. Utrening nummer fire om tilgjengelige systemer og tekniske løsninger var ledet av Jernbaneverket.
- 2006 Det planlagte dobbeltsporet mellom Sandnes stasjon og Stavanger stasjon ønskes trafikkert med lettmateriell i varierende omfang på deler av strekningen; bekreftet i brev av 12-01-2007 fra Rogaland fylkeskommune. Planen er å la lettbanen gå på "trikkeskiner" fra Fiskepiren til Stavanger jernbanestasjon. Videre planlegges det avgreninger fra Jærbanen, langs Riksvei 44 til Jåttåvågen, til Forus og Sola lufthavn og til Sviland/ Sandnes øst.
- 2007 Våren 2007 igangsetter Nord Jæren et betydelig utredningsarbeid for å avklare institusjonelle, organisatoriske, infrastrukturelle, driftsmessige og materiellmessige forhold rundt kombibaner i Norge. De skal lage 3 delutredninger med følgende overskrifter: Infrastruktur inklusive trafikkstyring, drift av transporttilbudet og rullende materiell
- Det skal spesielt utredes hvem som bør ha ansvar for investering og drift og ansvarsforhold i grensesnittene mellom eventuelle forskjellige eiere av infrastruktur og forskjellige operatører. Videre ønskes også en avklaring i forhold til lovverk og krav til materiell og infrastruktur.

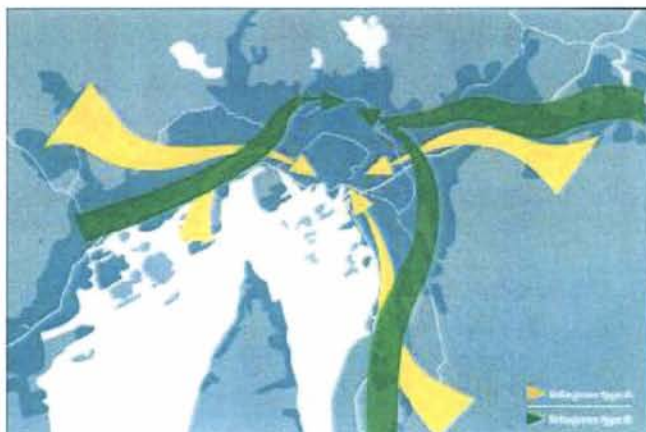


## 5.1 Videre utvikling av kombibaner

### Oslo

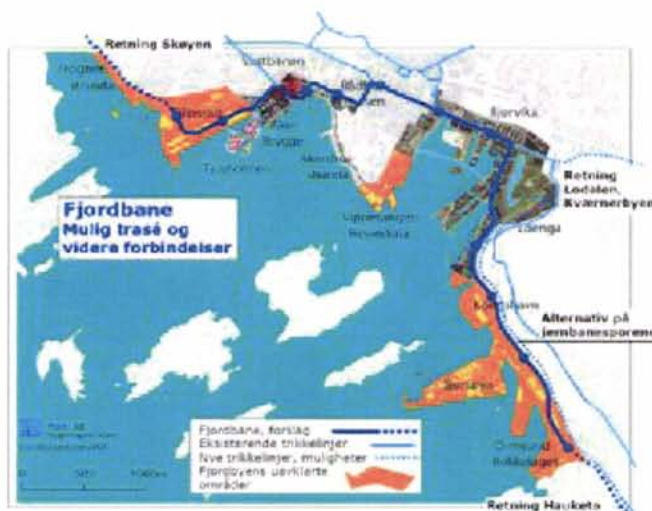
I kombibaneutredningene i 1999 ble det pekt på to typer hovedrelasjoner som kunne egne seg for betjening med kombibanetog:

- Fra eksisterende bussbetjente områder til Oslo sentrum (gul).
- Fra korridorene med jernbane til Oslo nord (grønn).



Foreløpig har ingen kombibaneplaner materialisert seg. Det nærmeste man kommer er at baneforlengelse til Lørenskog sentrum og AHUS er beskrevet som ett av prosjektene det er enighet om i Oslopakke 3 (O<sup>3</sup>). Det omtales riktignok i to alternativer, forlengelse av t-banen fra Ellingsrud og kombibane fra Lørenskog stasjon via Robsrud, Skårer og Solheim til AHUS. Beløpet som er avsatt i O<sup>3</sup> korresponderer med beregnede kostnader for en kombibane.

Nevnes kan også planer om bruk av kombibane i forbindelse med betjening med kollektivtrafikk til nye utbyggingsområder omtalt som Fjordbyen. I transportanalyse Fjordbyen del 2 er det pekt på å utnytte mulig ledig kapasitet på nytt dobbeltspor mellom Oslo S og Ski.



Årsakene til at kombibanetankegangen i Osloregionen er "litt på hold" kan være mange:

- Usikkerhet om hvordan manglende forutsigbarhet i fremføringen i bygatenettet i kan håndteres.
- Usikkerheter i forhold til sporvognsnettets geometri (spesielt for minimumsradier) i forhold til kombibanetog.
- Det kan være en betydelig grad av skepsis til å utvide baneinfrastrukturen. En slik skepsis kan være berettiget når en ser at det er betydelige problemer med å vedlikeholdet av den infrastrukturen en allerede er bygget.

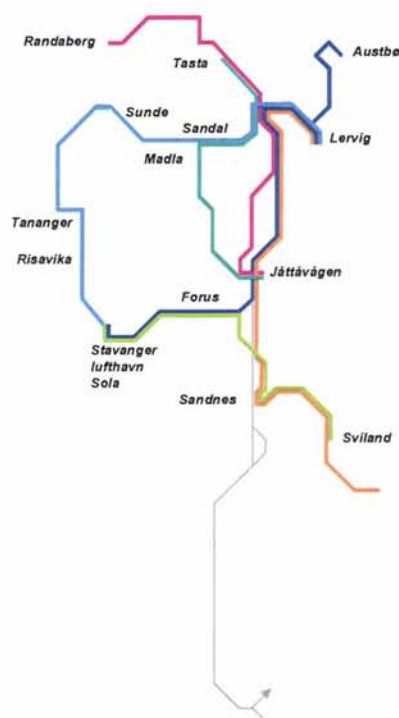
- Manglende tilgjengelig kapasitet i jernbanenettet. I dag er det kun Hovedbanen som har ledig kapasitet.
- Organisatoriske forhold innen kollektivtrafikken som gjør at grensekryssende prosjekter (Oslo - Akershus) faller mellom "flere stoler" organisatorisk og finansielt.
- Usikkerhet om Jernbaneverkets holdning til bruk av jernbanens infrastruktur. (Denne rapporten skal være et grunnlag for slike drøftelser.)

### Jæren

På Nord Jæren har man antakelig kommet noen skritt lengre enn i Oslo. Kommunene, fylkeskommunen og Statens vegvesen er enige om en felles arealutvikling for hele området, med tilhørende kollektivstrategi. Et nøkkelelement i denne sammenhengen er at lettere banemateriell (kombibanetog) kan trafikkere deler av det nye dobbeltsporet mellom Sandnes og Stavanger.

Nord-Jæren skisserer i sin visjon for et fremtidig komplett bærekraftig kollektivnett, at kombibanelinjene vil inngå i en større helhet med et nettverk av linjer for banebetjening av viktige transportrelasjoner i og rundt Stavanger og Sandnes. Tidshorizonten fullt utbygd er relativt lang og må foreløpig ses på som en visjon.

Figuren under til venstre viser hvordan man tenker seg at kombibaner betjener lokale områder og fases inn på det nye dobbeltsporet for raskest mulig kjøring til Stavanger sentrum. Figuren til høyre viser et mulig fremtidig utbygget banenett.





## 6 Kompatibilitetsstudie

Dette kapitlet inneholder en kort beskrivelse av kombibanetog som er tilgjengelige på markedet, og en oppsummering av en kompatibilitetsstudie av Citadis Regiotram

### 6.1 Kombibanetog

På markedet i dag finnes det i alle fall 3 forskjellige utgaver av kombibanetog:

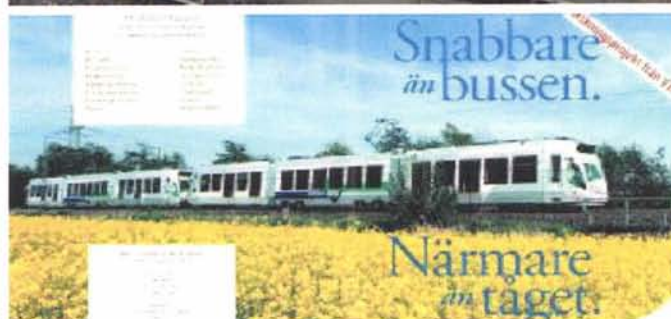
Siemens Avanto S70



Bombardier FLEXITY Link



Alstom Citadis Regiotram



Det er relativt store likhetstrekk mellom vogntypene:

- Bredde: 2,65m
- Lengde: ca 37m
- Utvendig høyde ekskl. pantograf: ca 3,5m
- Innstigningshøyde: 30-35 cm
- Inntil 70-80% av innvendig vognulv har samme høyde (30-35 cm)
- 80 – 100 sitteplasser og 130-150 ståplasser, avhengig av innredning.
- Topphastighet: 100km/t
- Akselerasjon: ca.  $1\text{ m/s}^2$  maksimalt;  $0,35\text{-}0,40\text{ m/s}^2$  som snitt fra 0 – 100.
- Max retardasjon (brukes ved nødbremsing): ca  $3\text{ m/s}^2$ .
- Retardasjon i vanlig drift:  $1\text{ m/s}^2$
- Max stigning: Opp mot 80 ‰.
- Minste kurveradius: 25m, tildels ned mot 20m

### *Alstom Citadis Regiotram*

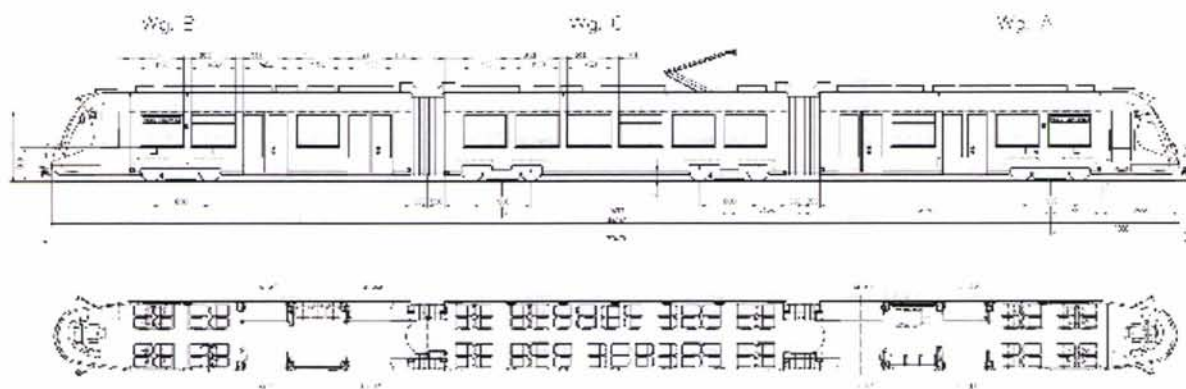
Materiellet lagt til grunn for simuleringer og kompatibilitetsstudie i denne rapporten er Citadis Regiotram som trafikkerer banenettet i Kassel og i regionen rundt byen.



Tegningen under viser Citadis Regiotram; hovedlayout. Citadis leveres i to kombinasjoner, 750V – 15kV og 750V – diesel (-elektrisk). All utrustning bortsett fra drivboggier er plassert på taket. På den måten har man oppnådd ca 75 % lavgulvlayout.



Gulvet er helt flatt mellom de to drivboggiene. De eneste opphøyde partiene er stolfeater oppe på løpeboggienes hjulkasser. Det medfører at setene over hjulkassene alltid må være av typen "rygg mot rygg". En slik konstruksjon med lavgulv med en høyde på ca. 35 cm. er i dag standard utforming av kombimateriell. En høyere innvendig gulvhøyde for å tilpasses til høyere jernbaneplattformer må i tilfelle spesialbestilles. Alle dører er plassert i lavgulvsområdet. Den kan leveres med varierende dør- og setekonfigurasjon.



Tjenestevekt tom	64 t (diesel-elektrisk utgave)	Dimensjoner	2,65 m (b), 36,8 m (l)
Traksjon	Bo'2'2'Bo'	Innvendig gulv	41.3 cm (66,3 cm over drivboggier)
Maks hastighet	100 km/t	Innstigning	36,2 cm
Max akselrasjon	1,08 m/s <sup>2</sup>	Bevegelig trinn	32.0 cm
Boggimotorer	4x150 kW	Hjuldiameter	72,5 cm

Tabellen nedenfor sammenligner Alstom Citadis Regiotram med kjent togmateriell:

	Type 72	Citadis Regiotram
Lengde på ett sett	85 meter	37 meter
Bredde	3,1 meter	2,65 meter
Tjenestevekt (tom)	160 tonn	ca. 62 tonn
Antall akslinger	10	8
Topphastighet	160 km/ t	100 km/t
Antall dører pr. side	8	4
Innvendig gulvhøyde, lavgulvsdel	750 mm	420 mm
Innvendig gulvhøyde, over boggi	1210 mm	660 mm
Sitteplasser/ klappseter	306/ 16	84/6 (maks 104/6)
Ståplasser		110

## 6.2 Kompatibilitetsstudien.

I henhold til sikkerhetsforskriftens § 10-1 skal infrastrukturforvalter kun gi adgang til rullende materiell som er kompatibelt med infrastrukturen. Denne studien er utført med utgangspunkt i Jernbaneverkets prosedyre for utredning av kompatibilitet og utstedelse av kompatibilitetserklæring for rullende materiell som fremføres av andre trafikkutøvere enn Jernbaneverket selv. Kompatibilitetserklæringen skal i henhold til sikkerhetsforskriftens § 13-11g) være en del av trafikkutvers søknad til SJT om å få tillatelse til å ta i bruk rullende materiell.

De forhold som ikke inngår i kompatibilitetsutredningen, hvorav sikkerhetsvurderinger for det rullende materiellet utgjør en viktig del, forutsettes tilstrekkelig ivaretatt gjennom den tillatelse til å ta i bruk materiellet som Statens jernbanetilsyn utsteder direkte til trafikkutøver.

For å kartlegge eventuelt særskilt utredningsbehov for enten Jernbaneverket som infrastrukturforvalter eller trafikkutøver av duovognene, er det i tillegg kvalitetssikret mot den utvidete kvalifisering som benyttes for materiell hvor Jernbaneverket selv er ansvarlig for togframføringen.

### *Kombibane med jernbane kan deles i 2 alternativer*

- A. Sporvogn tilpasset trafikk i gatemiljø. Fordelen er mulighet for samtrafikk med veitrafikk og bruk av stoppesteder for standard sporvogn.
- B. Egne grenbaner med plattformer på stoppesteder, i praksis mye lik de vestlige forstadsbaner i Oslo før oppgradering. Fordel er at (eksisterende) jernbaneplattformer også kan brukes av duovognene, slik at ombygging av eksisterende jernbaneinfrastruktur kan begrenses.

For begge alternativer gjelder at økonomisk besparelse kan oppnås ved å bruke eksisterende infrastruktur, redusert behov for å anordne nye traseer i pressområder og ved at nybygde deler av strekningen kan bygges rimeligere fordi krav til horisontal/ vertikal kurvatur og separasjon fra veitrafikk er mindre strenge enn en for en standard jernbanestrekning. For det rullende materiellet innebærer lettbaner at vognene generelt bygges med flere aksler som dermed får lavere akseltrykk.

Hovedfokus i studien er alternativ A og det er dette alternativet som benyttes i de fleste aktuelle referansesystemer. To typer duovogner (primært fra Kassel og tildels fra Saarbrücken) er undersøkt. Det er ikke avdekket problemstillinger som er særegne ved evt. bruk i Norge på en slik måte at det vil påvirke prosjektets gjennomførbarhet totalt sett.



## *Generelle resultater*

En del tilpasninger relativt en standard spurvogn vil være nødvendig, men vurderes ikke som vanskelig teknisk løsbart dersom de hensyntas allerede i konstruksjonsfasen slik det er gjort for Kassel og Saarbahn-vognene.

Tilpasninger henholdsvis i det rullende materiellet, infrastrukturanlegg eller delvis begge kan være alternative løsninger. Kostnader til tilpasning av Jernbaneverkets infrastruktur vil derfor avhenge av hvilke valg som gjøres for rullende materiellet (og indirekte tekniske løsninger på de tilsluttede lettbaneanlegg). Optimal avveining mellom kostnader og fordeler i de ulike delsystemer vil være prosjektavhengig og kan vanskelig gjøres generelt eller løsrevet fra det enkelte prosjekt.

## *Strømforsyning*

For å kunne benytte jernbanens strømforsyning må spurvogner få installert utstyr for å benytte 15 kV vekselspanning, hvorav transformatoren er den største og tyngste komponenten (flere tonn) og normalt krever endringer også i vognkasse. En konsekvens av dette er at duovogner for 1,5 eller 3,0 kV DC (jernbanespenning i Nederland/Belgia) teknisk er mer like vanlige spurvogner enn duovogner som kan benyttes på Jernbaneverkets strømforsyning.

Kassel og Saarbahn-vogntypene har begge en smal strømvaktaker beregnet for mindre vindutblåsning/sideveis variasjon i kontaktledningens plassering enn standard hos Jernbaneverket (og tysk jernbane). Endring av eksisterende kontaktledningsanlegg kan bli dyrt, bla. fordi det i utgangspunktet forutsetter redusert masteavstand. Alternative løsninger er at duovognene har strømvaktaker med jernbanebredde eller 2 strømvaktakere (med ulik bredde) på taket. Det bør vurderes om dette forholdet mest kostnadseffektivt kan ivaretas på vognene (når det hensyntas i konstruksjonsfasen).

Med disse merknadene vurderes både tekniske og økonomisk utfordringer tilknyttet strømforsyningsgrensesnittet å være godt håndterbare.

## *Signalanlegg og trafikkstyring*

Særskilte jernbanesystemer som ATC og GSM-R må installeres, men verken dette eller ivaretagelse av forutsetninger for kompatibilitet med signal og sikringsanlegg for øvrig vurderes som vanskelig å ivareta.

### *Fremføringsprofil og spor*

Ved samtrafikk med eksisterende sporvei (i Oslo) vil det være nødvendig å benytte særskilt hjulprofil tilpasset begge systemer. Det hjulprofilet som benyttes på vognene i Kassel er vurdert og dette kan være et alternativ også i Norge.

For øvrig er det ikke identifisert tekniske forhold tilknyttet sporføring, sporkrefter og profilklaring som antas å være vanskelige å ivareta.

### *Utveksling av passasjerer på stoppesteder*

Hvis vogner tilpasset 30 cm plattformhøyde (som for trikken i Oslo) benyttes, vil det ikke være mulig å bruke samme plattformer som andre tog dersom det forutsettes tilnærmet trinnfri innstigning i samsvar med dagens målsetninger i TSI PRM (Technical Specification for Interoperability – People with Reduced Mobility). Mulige alternativer er egne plattformer, evt. i enden av eksisterende plattformer eller på andre siden av sporet enn jernbanepattform. Sistnevnte løsning gjør det vanskelig å anordne fysisk barriere mot ferdsel over sporet. Problem vil opptre sjeldnere dersom plattformene på hver side ikke benyttes for avganger til samme destinasjon(er).

Kostnader tilknyttet tilpasning av plattformer vil variere mye med stedlige forhold, men kan være betydelige, særlig hvis det i utgangspunktet ikke er disponibel plass til plattformen. I sum synes dette å være det enkeltforholdet vedrørende konsept for rullende materiell som kan påvirke behov for investering i Jernbaneverkets infrastruktur mest.

Dette avhenger imidlertid av om kombibanemateriellet utenfor det nasjonale jernbanenettet vil gå på egne nybygde spor eller om det skal kunne gå på eksisterende trikkenett med av-/påstigning på gatenivå eller lave plattformer. For egne nybygde traseer kan det bygges plattformer iht. jernbanestandard. Universell utforming er nærmere omtalt i kapittel 7.

### *Beredskap*

Som for annet materiell må opplegg og tekniske løsninger for å transprotere vekk defekt materiell være forberedt, men det vurderes ikke å være spesielle utfordringer tilknyttet dette.



### *Risikoakseptans for bruk av duovogn i samtrafikk med øvrige tog*

I Europa har de sikkerhetsmessige konsekvenser av å kombinere ulike typer trafikk vært viet betydelig oppmerksomhet. I dag benyttes flere ulike typer kombibanemateriell, dels kombivogner bygget etter forskrifter for sporvogner (Kassel-vognen), men også vogner bygget slik at de tilfredsstill standard for lettbygd jernbanemateriell (Saarbrücken-vognen).

Et vanlig element i risikovurderingen er at en noe øket risiko dersom vognene kolliderer antas kompensert med en vesentlig kraftigere bremseevne. Risikoreduksjonen oppnåes både ved lavere kollisjonshastighet eller at kollisjonen avverges helt, eller kan komme andre trafikanter til gode, f.eks. bilister på planovergang eller uvedkommende i sporet.

Generelt kan det sies at trafikken tillates etter en konkret vurdering av de ulike risikobidrag og at det kan være foretatt risikodempende tiltak både på kombivognene, øvrig trafikk (trafikkbildet som helhet) og i infrastrukturen. Risikoanalyser må gjennomføres som en del av RAMS-prosessen for aktuelle prosjekter i Norge. Gjeldende akseptkriterier må tilfredstilles. Nye strekningsanalyser som er under utarbeidelse antas å bli et hensiktsmessig utgangspunkt for å gjennomføre en slik vurdering og planlegges ferdigstilt i løpet av få måneder.

For detaljvurderinger i kompatibilitetsstudien, henvises det til en egen rapport, som er omtalt i forordet.

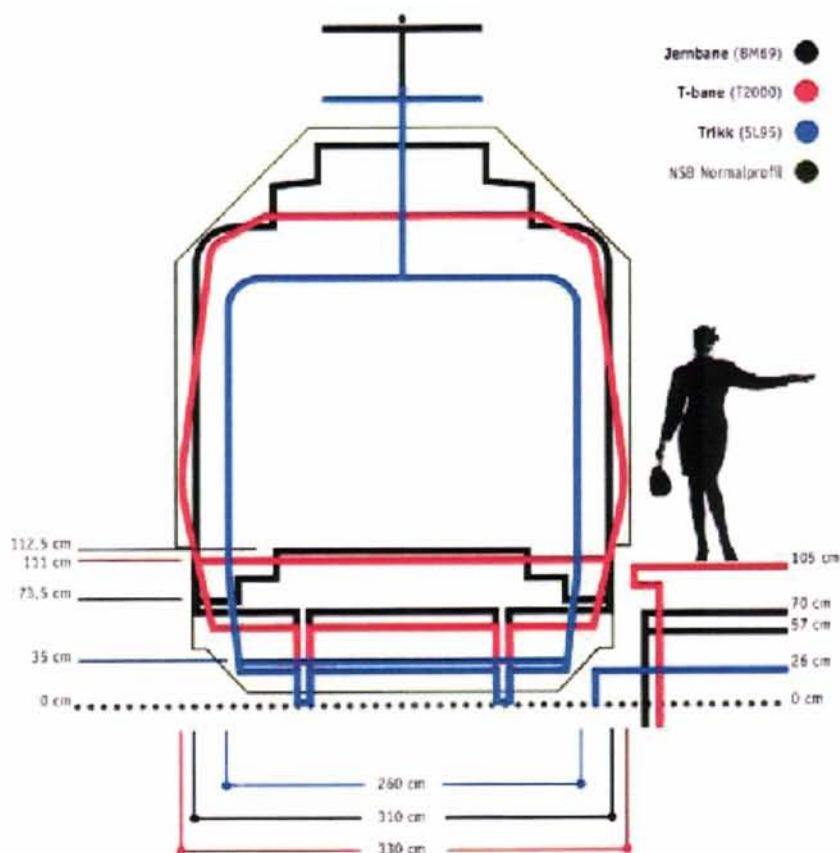
## 7 Universell utforming

Prosjektrådet har vært opptatt av at en eventuell innføring av kombibane i Norge må følge generelle krav til universell utforming. Det betyr at alle brukergrupper må ha tilnærmet lik tilgjengelighet til tilbudet som skapes.

Krav til universell utforming av stasjoner og inne i materiellet kommenteres ikke her. Dette finnes det god litteratur på mange andre steder.

Utfordringen som er spesiell for innføring av kombibane er at lettmateriell for kombibanebruk er lavere og smalere enn tradisjonelle tog. Det nye materiellet skal imidlertid trafikkere den samme infrastrukturen som dermed er designet for et bredere og høyere materiell.

Tegningen under illustrerer problemet:



*Tverrprofil for skinnegående transportmidler  
i Osloregionen (Nielsen m.fl. 1997).*



Aktuelle plattformhøyder for vanlig jernbanedrift i Norge er i dag 55 og 76 centimeter. Jernbaneverket hadde i en lengre periode krav til plattformhøyder på 57 eller 70 centimeter, der 70 cm skulle brukes på plattformer som hovedsakelig trafikkeres av nærtrafikktoget. På stasjonene mellom Oslo S og Lørenskog finnes det plattformer med begge disse høydene, men det er en liten overvekt av plattformer med 70 cm høyde.

I 2005 ble kravet til plattformhøyder i Jernbaneverkets regelverk for prosjektering av overbygning endret til 76 cm i henhold til de verdier som er spesifisert i TSI-INF<sup>1</sup>; angir 55 cm eller 76 cm som mulige plattformhøyder. Foreløpig er det bare stasjonene Strømmen og Haugenstua som er bygget med plattformhøyde på 76 cm. De nye plattformene på dobbeltsporet mellom Sandnes og Stavanger skal imidlertid også bygges i henhold til nytt krav på 76 cm. Nye Lysaker stasjon blir bygget med plattformhøyder henholdsvis på 65 cm. og 70 cm.

### 7.1 Tiltak i togmateriellet

Kombimateriell er smalere (2,65 meter) enn konvensjonelt materiell som har varierende bredder i området mellom 3,1 og 3,24 meter. Gapet som oppstår mellom vogn og plattformkant har vært løst siden første kombibane ble innført i Karlsruhe i 1992. Da ble det benyttet et ekstra stigtrinn som dekket åpningen som oppsto mot plattformkant.



Nyere materiell dekker også dette gapet på en tilsvarende måte. Nyere materiell har et lavere gulv for i størst mulig grad å unngå trinn.

Et stigtrinn som beveger seg ut fra vognen når den stopper løser ikke krav til universell utforming som oppstår på grunn av høydeforskjeller. Det er fortsatt vanskelig å reise med barnevogner og umulig å reise med rullestoler uten spesielle tiltak så lenge det er behov for en trapp for å stige enten inn eller ut. Spørsmålet er om problemet er løsbart i materiellet eller om det må utbedres i infrastrukturen. Krav til utforming av infrastruktur har endret seg med varierende utgaver av materiell opp i gjennom årene.

Høye plattformer (70 og 76 cm) utfordres i dag fra flere sider. Både dobbeltdekkere og kombimateriell har lavere gulvhøyder og vil passe bedre med en standardisert plattformhøyde på 55 centimeter. I Danmark er plattformhøyden standardisert til 55 centimeter og nybyggingsstandarden i Sverige 58 cm (73 cm i Stockholmsområdet). Uansett hva en gjør så vil det komme materiell hvor det ved et kompromiss mellom flere utformingskriterier, vil være ønskelig med tillempinger i infrastrukturen. Det hadde vært gunstig å kunne gjøre denne tilpasningen i materiellet, da endring i infrastruktur er dyrt.

<sup>1</sup> TSI-INF: Technical Specification for Interoperability - Infrastructure

Fra både buss og bilindustri er det utviklet kjøretøy som "kneler" ved stopp for å lette ut- og innstigning. Denne teknikken benyttes sammen med luftbaserte fjæringssystemer. I krengetog justeres sidehøyden på vognkassen i forhold til boggi. Justeringen gjøres for å tilfredsstille forskjellige behov i infrastrukturen i forhold til hva hastigheten krever ut fra fysikkens lover.

Kan en slik tenkning overføres til togmateriell for å tilpasse inngangshøyden til plattformhøyden? Det kunne benyttes sensorer i plattform og materiell og dermed innstille inngangshøyden til å samsvare med plattformhøyden. Når toget så kjører ut av stasjonen innstiller det seg på normal kjørehøyde. Ut fra hva vi kjenner til så er dette ikke aktuelt i forbindelse med tilgjengelig kombimateriell.

Dagens kombibanetog er utstyrt med ramper som gjør det mulig å komme inn og ut med rullestol. Det forutsetter imidlertid at høydeforskjellene mellom vogn gulv og plattform er moderate. Det er ikke forenlig med plattformhøyder på 76 cm.



## 7.2 Tiltak i infrastrukturen

For å få til forskjellig plattformhøyde på stasjoner som betjener togmateriell med forskjellig gulvhøyde kan det tenkes ulike tiltak i infrastrukturen. Bestemmende for valg av tiltak er eksisterende stasjonsutforming og tilgjengelig plass i horisontal- og vertikalplan.

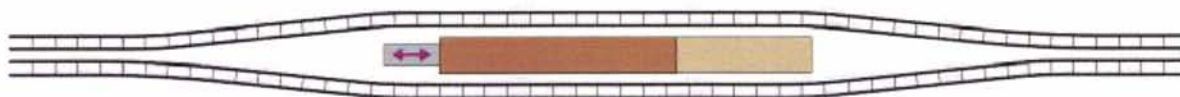
Nedenfor er det vist en oversikt over mulige tiltak i infrastrukturen.

Det er ikke vurdert om noen av de skisserte tiltakene er mulige å gjennomføre på stasjoner langs Hovedbanen og Jærbanen. Slike tiltak vil kreve store ombygginger og være svært kostnadskrevenende.

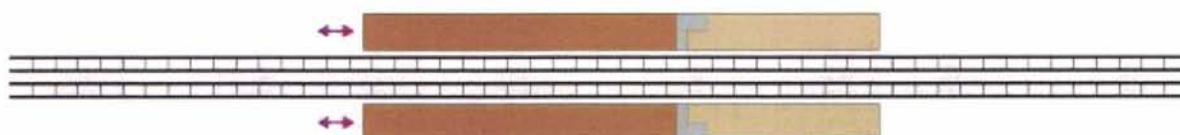


## Mulige tiltak i infrastrukturen

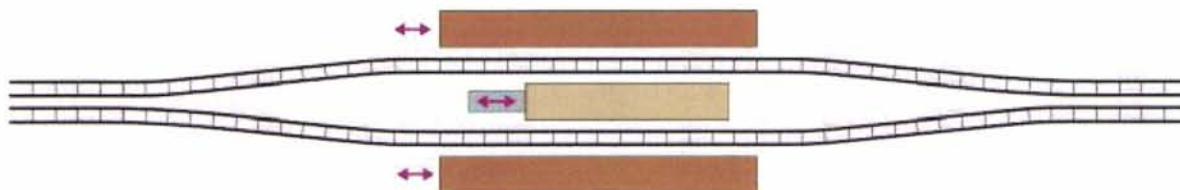
Høy og lav midtplattform



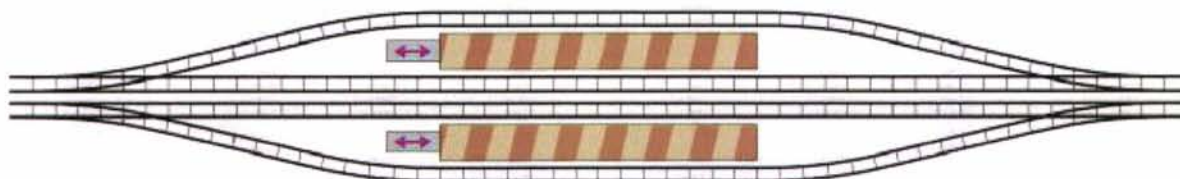
Høy og lav plattform etter hverandre med trapp og rampe mellom de ulike nivåene



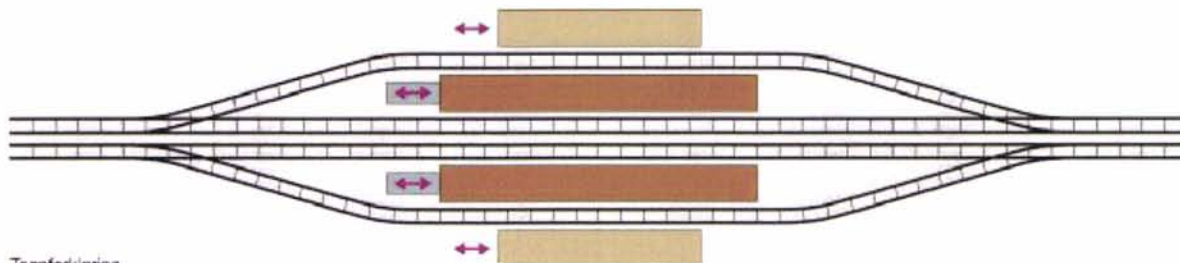
Lav plattform i midten





Felles plattform. Ytre spor heves og/eller midtre spor senkes til korrekte plattformhøyder



Lav plattform ytterst på hver side



Tegnforklaring

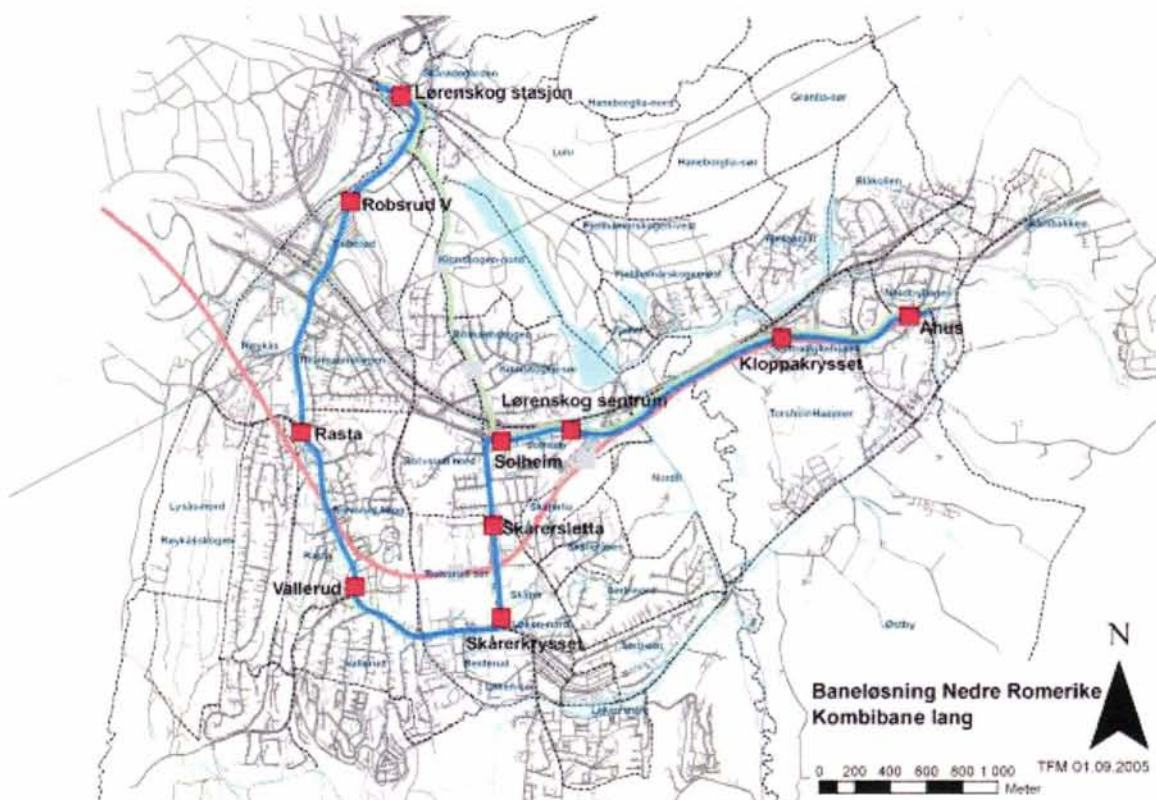
-  Plattformhøyde 70 eller 55 cm
-  Plattformhøyde - 30 cm

## 8 Driftsscenarier for Hovedbanen

For Hovedbanen vil sannsynligvis passasjermarkedet, dvs. kravet til antall sitteplasser, være styrende for hvilken frekvens som trengs på passasjersiden, og antall vogner/togsett man trenger pr. avgang.

### *Passasjertrafikk*

Utgangspunktet for anslag på kapasitet er dagens tilbud og beregninger av etterspørsel i et banetilbud til Ahus hentet fra Oslopakke 2 "Baneløsninger Nedre Romerike". Beregningene gjelder alternativ "Kombibane Lang", som er illustrert under.



Nødvendig kapasitet på Hovedbanen:

- Hovedbanen, tilbud i maksimaltiden i dag: 1700 sitte (Vogner: 3+5+3+6)
- Bane til Ahus, beregnet behov i snitt Rømsrud: 550 sitte (beregnet for år 2025)



Det faktiske behovet på Hovedbanen er usikkert. Det er vanskelig å få frem trafikk tall på dagens stasjoner. Beregninger i Emma/Fredrik viser 1115 reisende i maks-snittet pr time i et 2-timers rush. På grunn av rushets spissitet vil maksimaltiden, som antas å ligge midt i rushperioden, ha en større etterspørsel. Foreløpig anslås etterspørselen i maksimaltiden til å være 1300 - 1400 seter. Med en forventet trafikkøkning frem mot 2025, antas etterspørselen minst å tilsvare dagens kapasitet på 1700 sittende i snitt pr. rushtime.

Sum anslått/beregnet kapasitetsbehov for Hovedbanen og kombibane lang til Ahus, (anslag 2025):  $1700 + 550 = 2250$  sitteplasser. Tidshorizonten i Jernbaneverkets stamnettutredning, 2040 skal legges til grunn for kapasitetsberegningene. Gitt en moderat veiutbygging, fortsatt økonomisk vekst og et noe økende fokus på miljø, er det rimelig å anta en økende etterspørsel etter jernbanereiser frem mot 2040. Forsiktig anslag for behov for antall sitteplasser i år 2040, er 2500. I dette antallet ligger det ikke inne noen stor passasjervekst på grunn av bedret frekvens.

Det betyr at det i driftscenariene må være mulig å forlenge togene, uten at det har avgjørende betydning for kapasiteten på selve Hovedbanen. Dette forutsetter en oppgradering av trekraften i kombibanetogene i forhold til dagens konfigurasjon.

### *Godstrafikk*

I stamnettutredningen er det en generell premiss at mengden gods fraktet på jernbanenettet skal kunne tredobles i perioden mot 2040. Det betyr mellom 2,5 og 3 ganger så mange togpar som i dag. I henhold til grafisk rute varierer etterspørselen etter godstogkapasitet, men den overstiger 3 tog pr time og retning kun i meget spesielle tilfeller. Maks antall i persontrafikkens rushtid (kl 07-08 og 16-17) er 2 tog pr time og retning.

Ved kapasitetsberegning brukes følgende etterspørsel for rushtime i år 2040:

- Alnabru – Hovedbanen mot Lillestrøm, 5 togpar pr. time.
- Lillestrøm – Hovedbanen - Alnabru, 2 togpar pr. time
- Alnabru – Bryn – Oslo S – Vestover, 2 togpar pr. time.
- Alnabru – Godssporet – Loenga – Østfoldbanen, 2 togpar pr. time.

### *Infrastruktur mot Ahus*

Infrastruktur (spor) mot Ahus er antatt å være tilpasset Light Rail. I denne mulighetsstudien for baneløsninger til Ahus er det forutsatt at nye spor følger veinettet, dvs med en kurvatur tilpasset moderne Light Rail (trikk).

Disse prinsippene gjenspeiles i reguleringsplanlegging i Lørenskog kommune. Som en konsekvens av dette er det antatt at kontaktledningsanlegget i gatenettet i Lørenskog er lavspent (750V likestrøm). Av den grunn vil det være behov for to-strøms materiell uavhengig av om materiellet trekkes ut i Oslos gatenetter eller ikke.

### *Utfordringer/ åpne spørsmål ved kombibanedrift*

- Frekvensen "utenfor" Lørenskog bør (kanskje) være ca det samme mot Lillestrøm (spesielt med tanke på Strømmen st) som mot Ahus.
- En tettere frekvens til Ahus kan (kanskje) forsvares ut fra at banen gir en bedre flatedekning og antas å få en del internreiser i Lørenskog hvis frekvensen er god.
- 4-deling eller 3-deling av timen. Dvs. at grunnfrekvensene skal være 15/30/60 minutter eller 20/60 minutter.
- Må avgreininger være planskilte?

Forskjellig beregningsverktøy er vurdert, men RailPlan er valgt fordi det i modellen er enkelt å gjøre endringer, blant annet i infrastrukturen. Videre kan RailPlan simulere hele segmentet mellom Lillestrøm og Oslo S inklusive Godssporet til Loenga og av/påkjøring til Alnabru.

#### *8.1 Aktuelle driftsscenarioer*

Driftsscenarioer er teoretiske fremtidsbilder og de er valgt ut fra to hovedkriterier:

- De skal kunne avvike en antatt etterspurt passasjertrafikk med et begrenset antall ståplasser i makstimen på den innerste delen av strekningen.
- Det skal være såpass mange avganger at man i kapasitetsberegningene får testet når man overstiger kapasitetsgrensene.

I en situasjon med kombibanedrift kan et driftsopplegg enten ligne på et av de beregnede scenariene eller avvike i betydelig grad. I en faktisk driftssituasjon vil blant annet krav til robusthet i driftsopplegget være en viktig faktor.

Etter drøfting med Region Øst har man kapasitetsberegnet 3 scenarier. Alle er beregnet med avgreining til Oslos gatenett på Etterstad.

Kombimateriell er beregnet med samme trekrafttabell som Type 69 med 3 vogner, men med 100 km/t som topphastighet i stedet for 130 km/t. Kombimateriell finnes i flere utgaver. Det er tatt utgangspunkt i Citatdis Regiotram.

I simuleringene er det, for å beregne nødvendig antall togsett, lagt til grunn 120 plasser i et kombibanetog. Kombibanetog har et større innslag ståplasser enn konvensjonelt togmateriell.



Beskrivelse av forkortelser benyttet på skissene under:

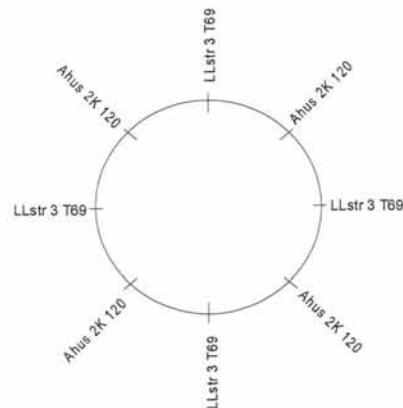
LLstr 3 T69: 3-vogns Type 69 eller tilsvarende med 300 sitteplasser.

Ahus (LLstr) 1K 120: 1 sett 3-seksjoners RegioTram med 100-120 sitteplasser pr sett avhengig av sete- og dørkonfigurasjon. Utregning av nødvendig antall kombibanetog er basert på 120 passasjerer pr. sett. Det er kalkulert med at et begrenset antall passasjerer (10-20) i rushet ikke får sitteplass til eller fra de 2-3 stasjonene nærmest Oslo sentrum. Total kapasitet inklusive ståplasser er oppgitt til 220.

Ahus (LLstr) 2K 120: 2 sett 3-seksjoners RegioTram med 240 plasser.

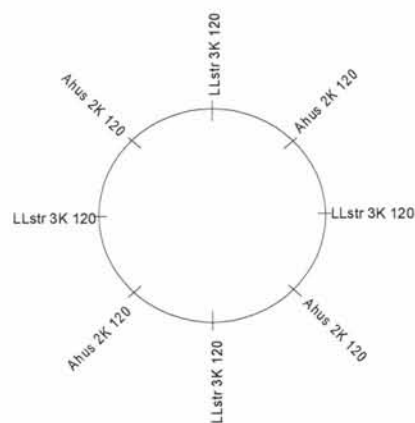
### Scenario 1: 4 lokaltog og 4 kombitog

- Basis er 15-min frekvens til Lillestrøm og Ahus. Standard togmateriell til Lillestrøm og kombimateriell til Ahus.
- Scenario 1 gir 2160 plasser i maksimaltiden, noe som er litt lite i henhold til antatt behov vist ovenfor.
- Hvis man bytter ut vognsett til Ahus med 4-seksjoners RegioTram øker tilbudt plassantall til 2360.
- Alternativt kan man sette inn et dobbelt 69 sett til/fra Lillestrøm på den høyest belastede avgangen. Dvs. øke tilbudet med 300 plasser til 2460.



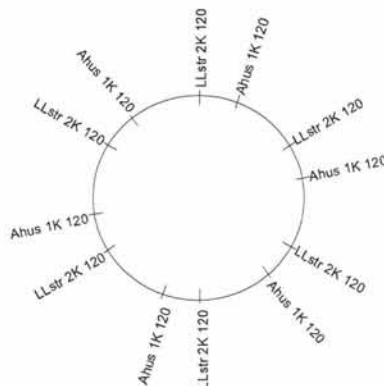
### Scenario 2: 8 kombibanetog

- Scenario 2 har samme frekvenser som Scenario 1, men alle avganger kjøres med kombimateriell.
- Scenario 2 gir med den vognsammensettingen som vist til høyre en kapasitet på 2400 pr time.
- Alle avganger med kombimateriell, forutsettes avgrenset til bygatenettet på Etterstad. Dette scenariet vil derfor avlaste Oslo S og Oslotunnelen med 4 avganger pr time i rushtid idet ingen avganger trekkes til Skøyen/Asker.



### Scenario 3: 10-min frekvens med kombibanetog både til Lillestrøm og AHUS

- Scenario 3 gir 10-min frekvens både til Lillestrøm og Ahus. På grunn av den høge frekvensen er avgangene lagt etter hverandre så tett som mulig for å danne tidsluker for godstrafikken og eventuelt annen trafikk på Hovedbanen.
- Scenario 3 gir med den vognsammensetningen som er vist til høyre 2160 plasser pr time.
- Alle avganger med kombimateriell, forutsettes avgrenet til bygatenettet på Etterstad. Dette scenariet vil derfor avlaste Oslo S og Oslostunnelen med 4 avganger pr time i rushtid idet ingen avganger trekkes til Skøyen/Asker.



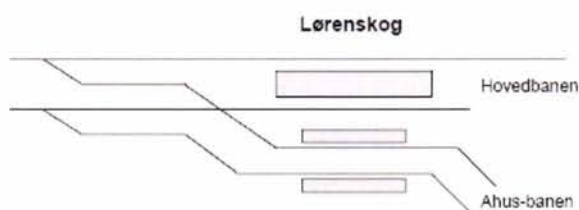
Et alternativ for å øke kapasiteten er å kjøre 4 seksjoners sett til Lillestrøm, dvs. +300 seter, eventuelt 4 seksjoners sett både til Lillestrøm og AHUS. Siste alternativ gir +450 seter. Dette forutsetter en oppgradering av trekraften i kombibanetogene i forhold til dagens konfigurasjon.

## 8.2 Forutsetninger i infrastrukturen

### Avgrening ved Lørenskog stasjon

Kombibanen til Ahus tilkobles Hovedbanen på Lørenskog stasjon. Påkoblingen er forutsatt i plan, dvs. ingen planskilt løsning. Se skisse.

Selve banen til Ahus er ikke simulert. Alle tog fra/til denne banen er blitt matet inn på Hovedbanen respektive ført ut fra Hovedbanen til/fra en stasjon kalt Robsrud. Denne stasjonen er i simuleringene blitt plassert ca 500 meter fra tilkoblingspunktet på Hovedbanen.





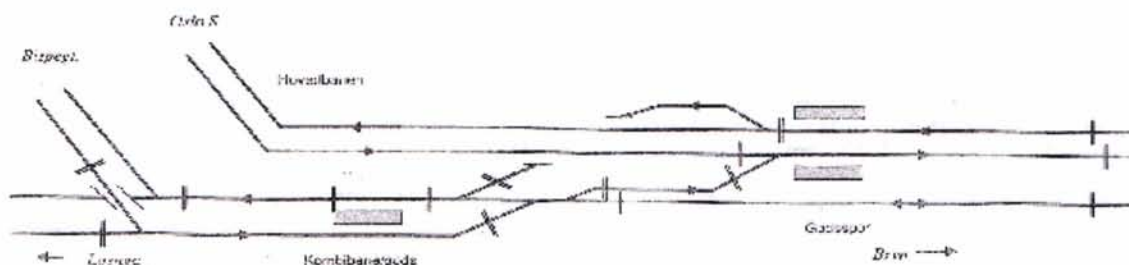
## Avgrening til Oslos trikkenett ved Etterstad

I utredningen "Bybane/ Kombibane til Lodalen" fra 2004 (AS Oslo Sporveier, Akershus fylkeskommune, Jernbaneverket) vises det flere løsninger med avgreningen på Etterstad/ Bryn og via Kværnerbyen/ Lodalen til Nyland allé og Bjørvika/ Fjordbyen. Alternativene har ulike konsekvenser og kostnader.

Et alternativ er på nordsiden av Lodalen via godssporet, som må utvides til dobbeltspor. Dette alternativet er problematisk for godstrafikken i et flaskehalsområde. Forbindelsen kuttes mellom utgående trafikk på Gjøvikbanen og godssporet. Selv om godstrafikken fortrinnsvis kjøres Brynsbakken via Hovedbanen, brukes forbindelsen (også av persontogene) dersom Hovedbanen av en eller annen grunn er stengt. Kostnadene for dette alternativet er beregnet til 250 mill. kr. i 2004 priser, og vil med dagens priser trolig ligge på ca. 400 - 500 mill. kr.

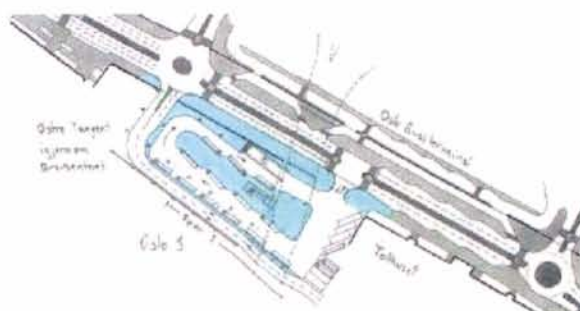
Et annet alternativ som er langt mindre konfliktykt, er å avgrene like sør før Bryn og gå i tunnel til Kværnerbyen på sørsiden av Lodalen. Dette er dyrere, og beregnet til 400 mill i 2004 priser, sannsynligvis ca 600-700 mill. med dagens priser.

Skissen under viser avgrening på Etterstad i overnevnte utredning



I utredningsarbeidet har det alternativt vært drøftet å bruke Oslo S som et sted å stoppe eller vende kombibanetog. En innføring til Oslo S vurderes som betydelig mer komplisert av hensynet til driftsstabilitet og kapasitet for øvrig togtrafikk. En videreføring fra Oslo S og ut til Schweigaards gate er omstridt da mange kryssende interesser berøres. Løsninger som forutsetter trafikk med kombibanemateriell på Oslo S syntes å være lite etterspurt og antas å være uaktuelle.

Dersom kombibanetog skal trekkes ut i Schweigaards gate via Oslo S, må dette i tilfelle skje i området mellom Tollhuset og Postens brevsenter; eies nå av KLP. Planskisser viser at dette ennå er mulig med en justering av veiprojektet "Østre tangent", som er planlagt ført igjennom brevsenteret. Planlagt gateterminal for buss i Schweigaards gate og eventuell flytting av trikken til Nyland allé kan gjennomføres. Ingen løsninger er regulert.



### 8.3 Resultat av beregningene.

Alle simuleringene er utført med simuleringsprogrammet RailPlan. Utgangspunktet for infrastrukturmodellen er en tidligere laget modell som er blitt modifisert med kombibanetilknytningene. Simuleringene er foretatt over en periode på ca 5 timer, fra kl 06:00 til kl 11:00. Samme trafikkmengde over hele perioden.

I tillegg til lokaltogene er alle persontog som benytter nedre del av Hovedbanen til/fra Oslo S tatt med i simuleringene:

- Flytog vestover til Asker, 3 ganger pr. time
- Regiontog mot Vestfoldbanen, 1-2 ganger pr. time
- Lokaltog Dal – Drammen, 1 gang pr. time
- Lokaltog Årnes – Skøyen 1-2 ganger pr. time
- Lokaltog Eidsvoll – Kongsberg, 1 gang pr. time
- To godstog pr. time Lillestrøm – Alnabru
- To godstog pr. time Alnabru – Lillestrøm
- To godstog pr. time Alnabru – Oslo S – Oslotunnelen
- To godstog pr. time Oslotunnelen – Oslo S – Alnabru

Fire av dagens innsatstog fra Lillestrøm til Oslo S i maksimaltiden er tatt ut av ruteplanen. Tilsvarende passasjerkapasitet er integrert i driftsopplegget som er lagt til grunn for scenariene. Godstogene Alnabru – Loenga er ikke tatt med da de benytter eget godstogspor.

RailPlans resultater kommer i utgangspunktet ikke som anslag på infrastrukturens belastning. RailPlan simulerer en fast ruteplan. Simuleringssvaret er at det enten går å kjøre ruteplanen uten at forsinkelser oppstår eller at det ikke går. Hvis forsinkelser oppstår beregnes det hvor lang tid det tar før forsinkelsen er eliminert. Med andre ord, dersom ruteplanen er konstant over hele driftsdøgnet, vil man aldri klare å eliminere forsinkelsen. Hvis antall avganger reduseres etter rushtidens avslutning så vil forsinkelsene etter hvert forsvinne.

RailPlan, versjon 3 som benyttes her, kan simulere evne til tilbakestilling ved avvikssituasjoner. Det må gjøres ved å introdusere enkeltavvik, eventuelt kombinasjoner av avvik. RailPlan vil så vise hvor lang tid det tar før driftsopplegget er tilbakestillt til en situasjon uten forsinkelser. For å få et bilde av driftsoppleggets robusthet, må man med andre ord simulere et ukjent antall tilfeller med forskjellige avvik. Metodikken er tidkrevende og er ikke gjennomført i dette prosjektet. Tilsvarende har heller ikke vært gjort i tidligere beregninger.

I denne utredningen er det simulert med 3 forskjellige driftsscenarier for lokal- og kombibanetrafikken. Det er ikke simulert avvikssituasjoner der Romeriksporten er stengt og et redusert driftsopplegg kjøres på Hovedbanen mellom Oslo S og Lillestrøm. For å kunne simulere en slik situasjon må det gjøres en del antagelser om hvilke tog som prioriteres og hvilke som innstilles. Dvs. noe av det samme som i praksis gjøres i dag når flytogene, ved avvik, går over til å kjøre med dobbeltsett i 20 minutters rute.



Resultater er fremstilt nedenfor:

<b>Scenario 1</b>	<b>4 lokaltog og 4 kombibanetog</b>
Forutsetning	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etablering av tilkobling for lettbane til Ahus i plan på Lørenskog stasjon.</li><li>• Det må etableres planskilt avgrensning til Etterstad.</li></ul>
Resultat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilstrekkelig kapasitet på Hovedbanen.</li></ul>
Kommentarer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lokaltogene fra Lillestrøm går gjennom Oslotunnelen, og kombibanetogene fra Ahus fases av Hovedbanen på Etterstad</li></ul>
<b>Scenario 2</b>	<b>8 kombibanetog</b>
Forutsetning	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etablering av tilkobling for lettbane til Ahus i plan på Lørenskog stasjon.</li><li>• Det må etableres planskilt avgrensning på Etterstad.</li></ul>
Resultat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilstrekkelig kapasitet på Hovedbanen.</li></ul>
Kommentarer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oslo S og Oslotunnelen avlastes med 4 avganger i maksimaltiden</li></ul>
<b>Scenario 3</b>	<b>10-min frekvens med kombibanetog både til Lillestrøm og Ahus</b>
Forutsetning	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etablering av tilkobling for lettbane til Ahus i plan på Lørenskog stasjon.</li><li>• Det må etableres planskilt avgrensning på Etterstad.</li></ul>
Resultat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilstrekkelig kapasitet på Hovedbanen</li></ul>
Kommentarer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oslo S og Oslotunnelen avlastes med 4 avganger i maksimaltiden</li><li>• Større tidsluker for godstrafikken og annen trafikk</li></ul>

## 9 Driftsscenario for Jærbanen

For Jærbanen legges det til grunn et driftsopplegg som har fremkommet gjennom møte med Region vest og Rogaland fylkeskommune. Driftsopplegget er bekreftet med brev datert 12. januar 2007 fra fylkeskommunen.

### 9.1 *Aktuelt driftsscenario*

Togtrafikken som legges til grunn i kapasitetsberegningene er i henhold til målsettingen i Jernbaneverkets stamnettutredning "Mer på skinner mot 2040."

- Lokaltrafikk settes til 15-min frekvens mellom Stavanger stasjon og Sandnes samt halvtimesfrekvens videre mot Egersund.<sup>2</sup>
- Regiontrafikk settes til 60 min frekvens til Kristiansand; eventuelt forbi.
- Godstrafikk kjøres kun fra Ganddal og sørover. Den påvirker derfor ikke kapasitetsberegningene mellom Stavanger og Sandnes.

#### *Kombibanetraffikk.*

For Jærbanen foreligger det en utredning om kombibane fra 1999. Den har hittil vært grunnlag for diskusjoner om å bruke det nye dobbeltsporet til mer en ren jernbanedrift. I løpet av 2006 har man lokalt kommet til at det vil være mer fremtidsrettet å tenke seg et mer omfattende lettbanenett i tillegg til bruk av dobbeltsporets antatt ledige kapasitet.

Den nye banestrukturen for Nord Jæren ligger til grunn for beregningene. Den nye banestrukturen er omfattende og det er ikke nødvendigvis slik at alle lenker vil bli realisert. Men realisering av de antatt tyngste relasjonene er rimelig sannsynlig. Disse relasjonene forutsetter mer eller mindre bruk av det nye dobbeltsporet.

Rogaland Fylkeskommune v/Samferdselssjefen bekreftet driftsopplegget. Det trekkes det frem spesielt 3 aktuelle linjer som forutsettes operert i 15-min rute:

- Stavanger lufthavn Sola – Forus – Gausel – Dobbeltsporet - Stavanger st – gatenettet – Lervik. Referert til som linje 3 i brev fra Rogaland fylkeskommune, Samferdselsseksjonen 18-01-2007. Prioritet: 1.
- Sandnes øst – Sandnes/Gausel – Dobbeltsporet – Stavanger st – gatenettet – Lervik. Linje 4, prioritet: 2.
- Jåttåvågen – Tasta – Hillevåg nord – Dobbeltsporet – Stavanger st – gatenettet – Tasta. Linje 6, prioritet: 3.

---

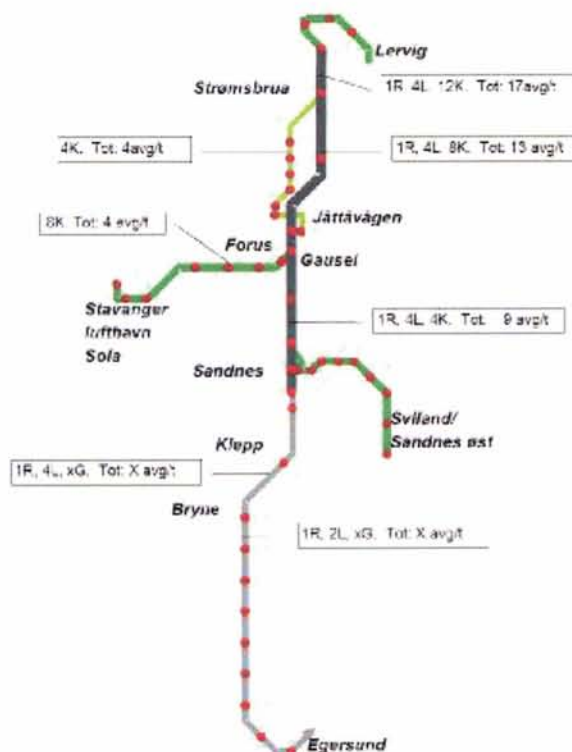
<sup>2</sup> 15 min frekvens mellom Stavanger og Sandnes er her tolket til å være ordinært lokaltog. All kombibanetraffikk kommer i tillegg. En alternativ tolkning er at 30 min frekvens Stavanger – Sandnes og videre mot (Bryne)/Egersund kombinert med 15 min frekvens med kombibane tog Stavanger – Sandnes Øst via Sandnes sentrum, mer enn oppfyller intensjonene i Stamnettutredningen.



Figuren til høyre viser de tre linjene som er prioritert for trafikk med kombibanetog i samtrafikk med konvensjonelle tog.

Med bakgrunn i ovenstående forutsetninger er det vist antall tog per time i forskjellige snitt.

Et komplett nett bybane/ kombibane/ jernbane for Nord Jæren er vist i vist i kapittel 3.



### Metode for beregningen

Infrastrukturen på Nord Jæren er ikke definert i RailPlan. Innlegging av infrastrukturen i RailPlan, versjon 3, er en meget tidkrevende prosess. Versjon 3 er også et utgående simuleringsverktøy, til fordel for versjon 5. For Nord Jæren har man derfor valg å benytte et kapasitetsberegningsverktøy i Excel for kapasitetsberegning av dobbeltspor, utviklet av Jernbaneverket.

Muligheten for å avvikle trafikken på hele strekningen finnes gjennom å sette opp ruter for tog. Forutsetningen er at man under normale driftsforhold for hvert hovedsignal har en minste togfølgetid som sikrer at alle tog har grønne signaler.

Langs strekningen varierer togantallet etter som kombibanetog kjører inn / ut av strekningen. Bindinger i endene av strekningen påvirker hvor tett togene kan kjøres over hele strekningen og tog kan derfor ikke stables maksimalt på alle delstrekninger. Man kan derfor ikke kun se på kapasitet på de enkelte delstrekningene for å se om det er plass til det ønskede antall tog.

Det må derfor undersøkes konkret i en ruteplan om det mellom lokal- og regiontog er plass til kombibanetog i samme retning og om kombibanetog med motstrøms kryssing får plass. Det aksepteres opp til 85 % kapasitetsutnyttelse. De resterende 15 % skal sikre en buffertid slik at mindre forsinkelser ikke skal forplante seg til alle etterfølgende tog.

For ytterligere beskrivelse av metode og beregning av kapasitet henvises det til en egen rapport, som er omtalt i forordet.

## 9.2 Forutsetninger for beregningene

- Det er 4 lokaltog per time (to til Bryne, ett til Nærbø og ett til Egersund) og ett regiontog per time. Lokaltog kjører med stiv rute, dvs. med faste 15-minuttersintervaller.
- Kombibane kjører etter stive ruter
- Tog skal, jf. forutsetninger for kapasitetsberegninger, ha grønt i både forsignal og hovedsignaler samt kjøre etter strekningshastigheten.
- 85 % utnyttelse, jf. UIC-anbefaling om dedikert forstadstrafikk (ref. UIC Code 406 R Capacity, 1. utgave 1. juni 2004)
- Regiontoget en gang i timen antas å kunne plasseres vilkårlig i forhold til lokaltogene, avhengig av hvordan det best kan passes inn.
- Alle tog skal ha plass innen for en 15-minuttersperiode
- Alle tog skal over en time maksimalt unytte kapasiteten 85 %
- Det skal være plass til motstrøms kryssinger ved Gausel og ved Sandnes hp
- Det er forutsatt planskilt kryssing ved Strømsbrua. Kryssing i plan bør testes i videre utredning.

Infrastruktur som er benyttet i beregningene er en modifisert versjon av den forventet prosjekterte (nye dobbeltsporet) infrastrukturen. Modifiseringen består i at det er tilføyd to ekstra hovedsignaler og at det konsekvent er operert med 800 m avstand mellom forsignal og hovedsignal. Modifikasjonen er gjort for å kunne optimalisere toggangen.

Avstanden mellom stopp er opp til 2-3 km. Dette er tilstrekkelig til at et kombibanetog oppnår en hastighet på 100 km/t. Kombimateriell har opp til 100 km/t en gjennomsnittlig akselerasjon på  $0,35 \text{ m/s}^2$  og retardasjon er satt til  $1 \text{ m/s}^2$ . Verdiene er basert på akselerasjons- og retardasjonskurver for Alstom Citadis Regiotram. For lokaltog (type 72) er tilsvarende tall  $0,6 \text{ m/s}^2$  og  $0,8 \text{ m/s}^2$  og for regiontog  $0,5 \text{ m/s}^2$  og  $0,7 \text{ m/s}^2$ .

Holdetider ved plattform er satt til:

- 0,3 minutter for kombibanetog
- 0,5 minutter for lokaltog
- 1,0 minutter for regiontog

Det beregnes kapasitet på dobbeltsporet mellom Sandnes holdeplass og Stavanger stasjon. I retning Stavanger regnes det fra Sandnes holdeplass til innkjørsveksel på Stavanger stasjon. I retning Sandnes regnes det fra plattform på Stavanger Stasjon til innkjørsveksel på Sandnes holdeplass (ikke Sandnes S).

Følgende er ikke vurdert:

- Det er ikke tatt hensyn til korrespondanse mellom ulike linjer.
- Det er ikke vurdert hvordan kombibanen kan føres inn mot Stavanger stasjon.



### 9.3 Resultater og vurdering av tiltak for å avvikle trafikken

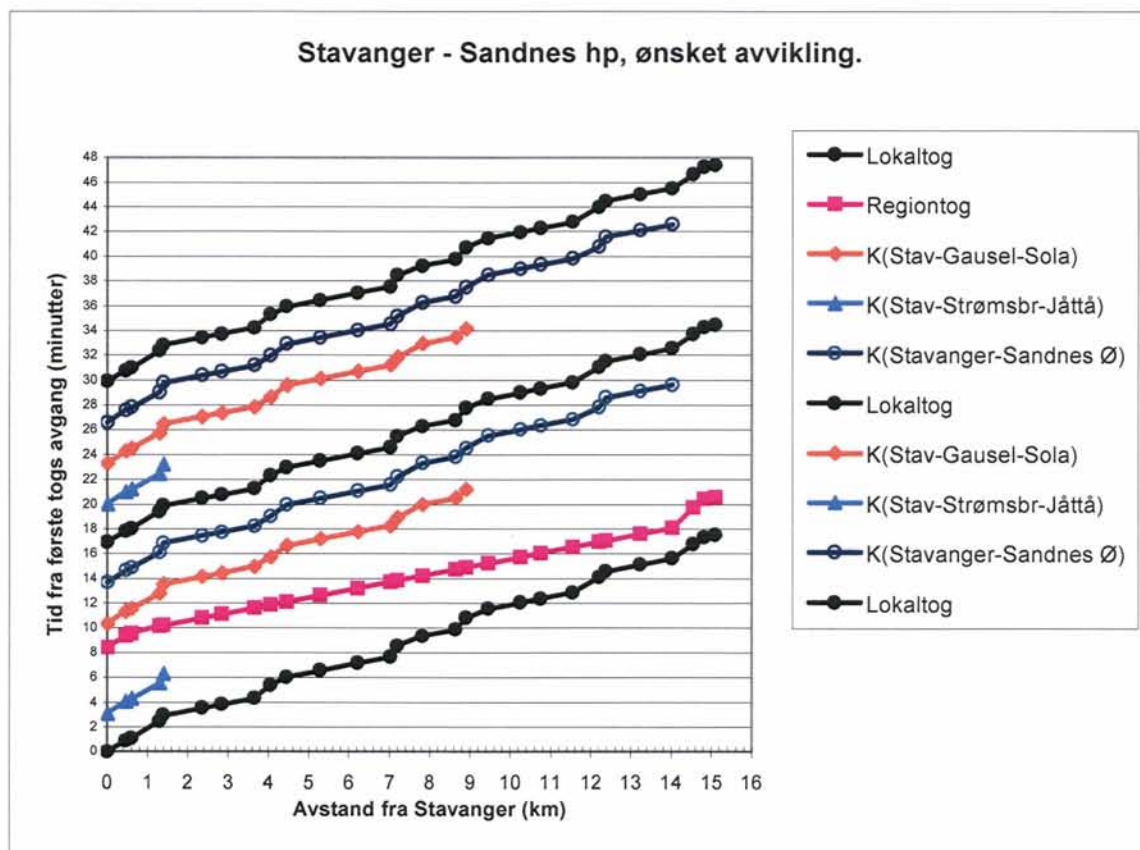
#### Avvikling av trafikk med alle tog

Figuren under viser resultat av ruteplan for to sekvenser av tog (driftsmessig to kvarter), dvs. mellom tre lokaltog, svarende en 30-minuttersperiode. I første periode er det et regiontog i andre periode er det ikke regiontog og ytterligere to kvarter uten regiontog.

Togene er plassert så tett som mulig etter hverandre under hensyn til at dimensjonerende togfølgetid skal være oppfylt mellom alle tog.

Det sees at i makskvarteret er beleggstiden mellom første og andre lokaltog knapt 17 minutter (16,9 minutter). Dvs. at det ikke er tid til å avvikle det ønskede driftsopplegget etter som absolutt maksimalt tilgjengelige tid (gitt krav om stive ruter) er 15 min.

Selv om det akkurat hadde gått å avvikle trafikken i første kvarter måtte belegget i andre (samt tredje og fjerde) kvarter maksimalt vært 12 min (for å kompensere for 15 min belegg i første kvarter), men er 13,0 minutter. Dvs. at også i andre (samt tredje og fjerde) kvarter er utnyttelsesgraden for høy.



Konklusjonen fra avsnittet over er at det forslåtte driftsopplegget ikke kan avvikles på den skisserte infrastruktur. Spørsmålet er da dels om det kan gjøres tiltak som øker kapasiteten slik at trafikken kan avvikles dels hvilket driftsopplegg som kan avvikles på infrastrukturen.

Det vil være mange alternative mulige kombinasjoner av infrastrukturtiltak og endringer i driftsopplegg (rutestruktur, frekvens, egne spor for kombibane etc.) som kanskje tillater at trafikken avvikles.

Av praktiske hensyn er det nødvendig å begrense analysen til et mindre antall alternativer og de undersøkte alternativer (hypoteser) er beskrevet nedenfor:

#### **Tiltak 1**

##### ***Reduksjon av skiltet hastighet til 80 km/t***

#### Resultat

- Ikke beregnet

#### Kommentar

- Skiltet hastighet blir lavere enn dimensjonerende hastighet, blokk lengder reduseres til 530 meter.
- Det antas å ikke være ønskelig å skilte hastigheten på strekningen lavere enn den er dimensjonert for.
- Gir mulighet for kortere togfølgetid og tilsvarende høyere kapasitet.
- Kan eventuelt vurderes på en kortere strekning mellom Strømsbrua og Stavanger stasjon for å kunne tillate tettere togfølge på en kort strekning for å oppnå mer robust trafikkavvikling.

#### **Tiltak 2**

##### ***Inndeling i kortere blokker og/eller flere blokker***

#### Resultat

- Ingen innvirkning

#### Kommentar

- Mellom Stavanger og Strømsbrua kan blokken på 600 meter deles opp i hhv. 400 og 200 meter. Dette antas imidlertid ikke å gi nok kapasitetsøkning.
- Minimum blokk lengde ved 100 km/t er 770m. Kun 2 understrekninger kan deles opp i flere blokker, men de er ikke kritisk for kapasiteten.
- Redusert hastighet mellom Stavanger og Strømsbrua kombinert med to nye blokker vil sannsynligvis gi nok kapasitet, men det bryter med forutsetningen om å kjøre med best mulig strekningshastighet



Etablering av blokk lengder som er kortere enn 800 m kan øke kapasiteten. En kontroll mot nødvendige bremseavstander i tabell over "Målavstander" i JD 550, viser at ved 100 km/t og mindre enn 1 promille fall er nødvendig blokk lengde 770 meter. Hvis blokk lengden skal være kortere enn 800 m må med andre ord skiltet hastighet reduseres.

Det antas på dette stadium av arbeidet et det ikke er aktuelt. Det er derfor ikke gjennomført beregninger for en situasjon med for eksempel 80 km/t skiltet hastighet. Deler av strekningen har lengre blokk lengder enn 800 m. Imidlertid er det er ikke på disse stedene at dimensjonerende togfølgetid opptrer.

Hvis kapasiteten skal økes må hastigheten senkes til for eksempel 60 km/t inn mot Strømsbrua slik at det kan innføres flere nye blokker. Dermed vil den ønskede trafikken sannsynligvis kunne avvikles. Tiltaket bryter med forutsetningen om at strekningshastigheten skal utnyttes. Det er derfor ikke kapasitetsberegnet. Alternativet kan være interessant fordi det totalt sett gir et meget begrenset tillegg i kjøretid når en vurderer hele strekningen samlet enten til Sandnes eller, i enda sterkere grad, til Egersund.

### **Tiltak 3**      **Reduksjon av kombibanetrafikken**

Resultat      • Tilstrekkelig kapasitet

Kommentar      • Kombibanetog Stavanger-Sandes Ø tas ut av driftsopplegget.  
• Banebetjening av planlagt byutvikling i Sandnes Øst/Sviland kan ikke realiseres.  
• Det er kapasitet til å foreta motstrøms kryssing ved Gausel.

Kombibane Stavanger-Gausel (prioritet 1) er tenkt implementert tidligere enn kombibane Stavanger-Sandnes Ø (prioritet 2). Det undersøkes om det er mulig å gjennomføre rutetilbudet uten kombibane Stavanger-Sandnes Ø. Kombibanen Stavanger – Strømsbrua – Jåttå (prioritet 3) kjøres i "skyggen" mellom regiontog og lokaltog, slik at denne ikke opptar kapasitet på strekningen. Det er derfor ikke interessant å undersøke et redusert rutetilbud der kombibanen Stavanger-Strømsbrua-Jåttå er tatt bort.

#### Tiltak 4

#### Ekstra stopp på Gausel og Mariero for regiontog

#### Resultat

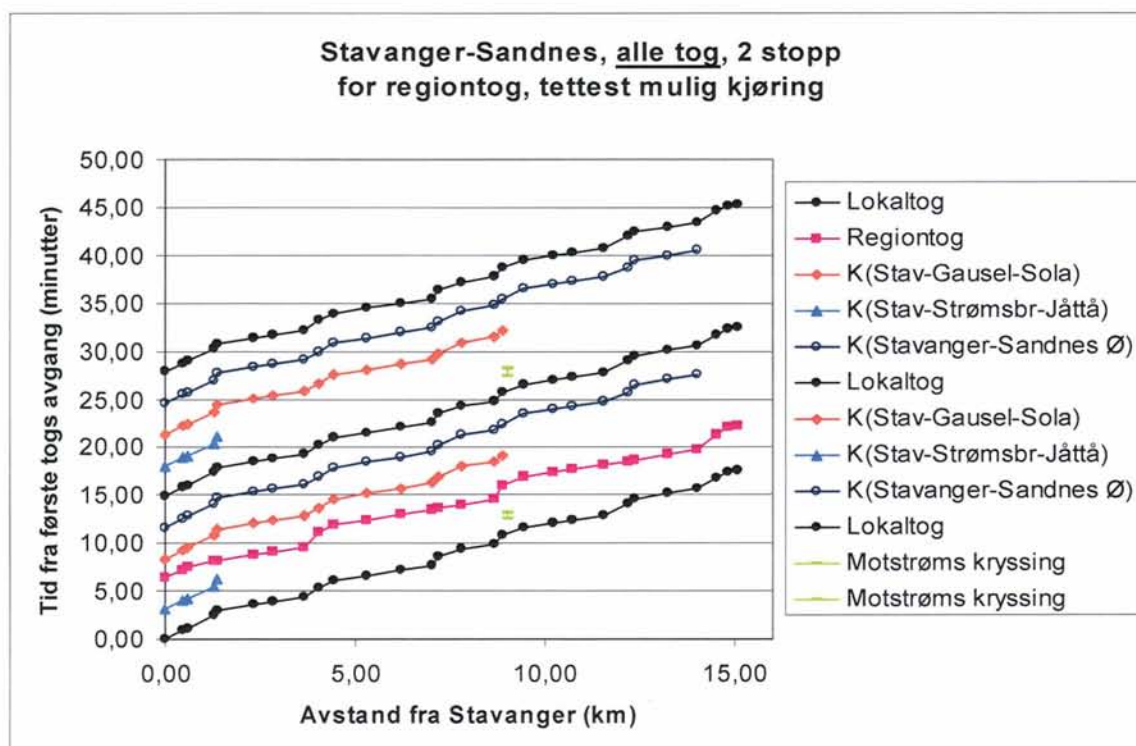
- Økt, men ikke helt tilstrekkelig kapasitet

#### Kommentar

- Utnyttelsen av kapasiteten i sporet i løpet av et timesintervall er beregnet til ca 90 %. Det er noe høyere enn normalt akseptert på 85 %
- Reisende med regiontog får 3 – 4 minutters ekstra reisetid på strekningen mellom Sandnes og Stavanger.
- Markedsmessig innvirkning av 3 – 4 minutters økt reisetid for passasjerer på regiontog er ikke vurdert.
- Hvis det aksepteres utkjør fra Stavanger på gult forsignal, vil kapasitetsutnyttelsen falle under 90 %.
- Hvis det stilles strengere krav til akselasjonsegenskaper for kombibanetog, vil kapasitetsutnyttelsen falle under 90 %.

I tilfellet med alle kombibanetog er det for liten kapasitet på strekingen. Dette skyldes primært stor tidsforskjell i kjøretid mellom regiontog og lokal- og kombibanetog. Ved å introdusere to ekstra stopp for regiontoget (Mariero og Gausel) mellom Sandnes og Stavanger, med 1 minutt opphold, vil kjøretiden øke til 15,8 minutter mot 12,2 minutter med bare stopp ved Sandnes.

Figuren under viser grafisk driftsopplegg. Figuren viser også et eksempel på motstrøms kryssing (ved Gausel).





**Tiltak 5**                    *Høyere hastighet på strekningen*

Resultat

- Ingen innvirkning

Kommentar

- Hvis det skiltes en høyere hastighet vil det dette også gjelde for regiontog.
- Da dimensjonerende togfølgetid mellom lokaltog og regiontog er ved innkjør til Sandnes.
- Høyere hastighet gi et større tidsbelegg for regiontog (behov for større tidsluke) og totalkapasiteten vil reduseres.

**Tiltak 6**                    *2 lokaltog og ett regiontog fordelt på 3 kvartersintervall.*

Resultat

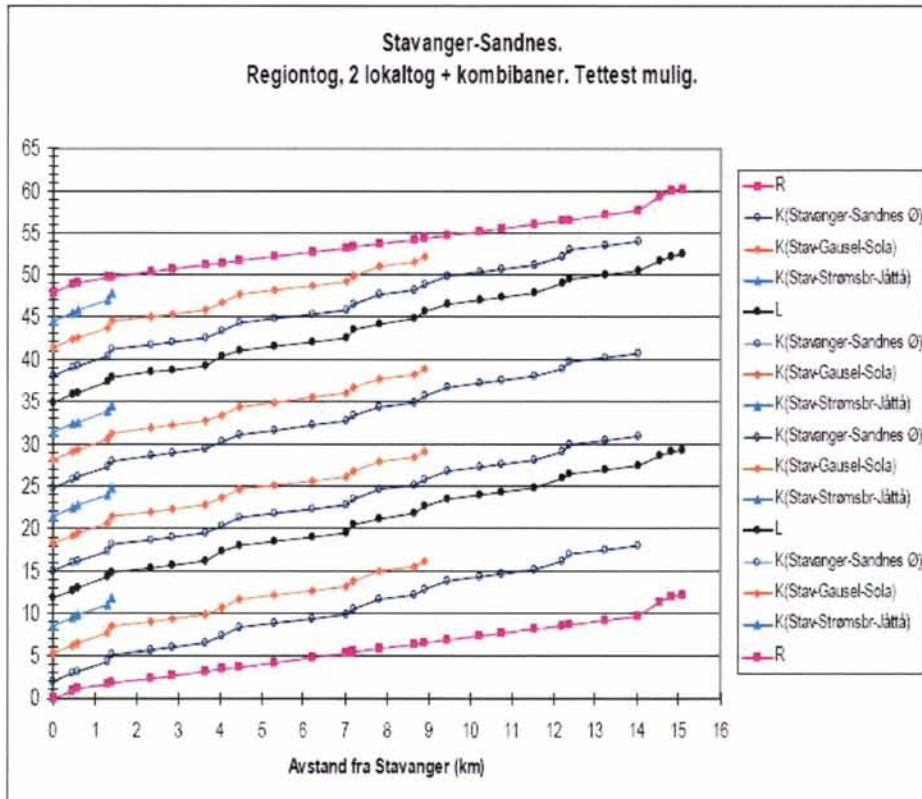
- Tilstrekkelig kapasitet

Kommentar

- Motstrøms kryssing er kontrollert og kan avvikles.
- 4 kombibanetog pr time (+ regiontog) oppfyller stamnettutredningens intensjon om betjening av strekningen Sandnes – Stavanger med kvartersfrekvens.
- Kombibanetogene er forutsatt grenet av i Sandnes og fortsetter med samme frekvens til Sandnes øst.
- Utnyttelsen av kapasiteten i sporet i løpet av ett timesintervall blir 80 % mot Sandnes og 67 % mot Stavanger.
- Lokaltogstasjoner sør for Sandnes vil ikke kunne betjenes oftere enn med 30-minutters frekvens.

For å betjene strekningen Sandnes – Egersund med halvtimesfrekvens må det kjøres 2 lokaltog i tillegg. Disse kan vende på Sandnes dersom det aksepteres overgang til kombibanetogene. Løsningen er uheldig for passasjerene fordi kombibanetogene er forutsatt med plattformer på torget inntil stasjonen. Det betyr at overgang medfører en noe lang gangavstand og høydeforskjell. I beregningen er det forutsatt at også disse lokaltogene fortsetter på strekningen Sandnes – Stavanger.

Figuren under viser et driftsopplegg der det er fire kombibanetog pr. time og linje, to lokaltog pr. time og ett regiontog pr. time. Sammen med 4 avganger per time med kombibanetog til Sandnes/ Sandnes øst, vil det mer enn oppfylle intensjonen i Jernbaneverkets stamnettutredning som sier: "Skal det kunne tilbys kartersfrekvens mellom Stavanger og Sandnes og halvtimesfrekvens videre til Egersund".



Figuren viser et driftsopplegg med tettest mulig kjøring. Kapasitetsutnyttelsen for Stavanger - Sandnes blir på 67 %.



## 10 Oppsummering

Oppsummeringen er gjort i forhold til de tema som er definert for utredningen. Den første del av rapporten som informerer kort og generelt om kombibaner og kombibaneplaner for Oslo og Stavanger (kapittel 3, 4 og 5) oppsummeres ikke her.

### 10.1 Kapasitet

Kapasiteten på Hovedbanen og Jærbanen er beregnet med to forskjellige utgangspunkt og to forskjellige beregningsverktøy.

#### *Hovedbanen*

Simuleringer og beregninger viser at det er ledig kapasitet på de undersøkte jernbanestrekningene; forutsatt nødvendige ombygginger. Hovedbanen nord for Etterstad har kapasitet til å avvikle inntil 12 kombibanetog i tillegg til eksisterende og forventet trafikk i henhold til Stamnettutredningen. Det forutsettes at eventuelle kombibanetog avgreines fra Hovedbanen før Oslo S.

Dersom det velges et driftskonsept hvor kombibanetogene erstatter dagens lokaltog, kan Oslostunnelen avlastes med 4 togavganger i maksimaltiden.

Hovedbanen har et eksisterende marked som skal betjenes gjennom å teste ulike driftsopplegg på en eksisterende infrastruktur. Infrastrukturen på Hovedbanen er simulert med utgangspunkt i:

- Et fast antall godstog i henhold til stamnettutredningen.
- Dagens trafikk som helt eller delvis benytter samme spor som den nye trafikken.
- Et varierende trafikkeringsmønster med lokaltog og/eller kombibanetog.

Beregningsverktøyet som er brukt er RailPlan fordi det finnes en etablert modell for Osloområdet. Det er derfor en begrenset jobb å gjøre mindre endringer i infrastrukturen. RailPlan er et anerkjent simuleringsverktøy som Jernbaneverket har brukt i lengre tid. Simuleringsresultater anses å ha en god kvalitet.

## *Jærbanen*

Jærbanen mellom Sandnes og Stavanger kan få kapasitet til å avvikle tre kombibanelinjer og samtidig oppfylle intensjonen i Stamnettsutredningen; forutsatt nødvendig omprosjektering. I rapporten er det drøftet seks tiltak for å komme frem til driftsopplegg som sannsynligvis kan avvikle trafikken.

Jærbanen skal betjene nye markeder med et ønsket (fast) driftsopplegg og på en ny infrastruktur. Infrastrukturen holdes fast i beregningene. For Jærbanen blir konsekvenser primært endringer i driftsopplegg. En beregningsmodell som er utviklet i Jernbaneverket og basert på Excel er brukt. Dette fordi det ikke finnes en etablert modell i RailPlan.

Excelmodellen er et beregningsverktøy utviklet i basis i standard krav til togfølgetider, sikt og materiellets egenskaper. Basert på at inngangsdata om akselerasjon, retardasjon og holdeplassopphold er korrekte, anses denne modellen også å gi gode beregningsresultater. Det anbefales likevel at det etableres en RailPlan modell for den nye Jærbanen.

Jærbanen er beregnet med følgende utgangspunkt:

- 4 lokaltog og 1 regiontog per time, i henhold til intensjonene i stamnettutredningen. (Stavanger - Sandnes skal betjenes med kvartersfrekvens og ett regiontog retning Kristiansand.)
- I tillegg fases 3 x 4 kombibanetog inn på dobbeltsporet på forskjellige steder mellom Sandnes og Stavanger.
- Strekningshastigheten er forutsatt å være 100 km/t.
- Det er forutsatt tilføyd to ekstra hovedsignaler og det er konsekvent operert med 800 m avstand mellom forsignal og hovedsignal.

Ønsket driftsopplegg med alle kombibanetog og lokal- og regiontog er ikke mulig å avvikle. Tidsbelegget blir for stort og skyldes antall tog i kombinasjon med forskjell i kjøretid mellom regiontog og lokaltog/kombibanetog.

Stamnettsutredningen forutsetter 4 lokaltog pr. time på strekningen Stavanger – Sandnes (Nærbø). Ved etablering av 3 kombibanelinjer på hele eller deler av strekningen, vil en god del av etterspørselen kunne bli overført til kombibanetog.

Det kan stilles spørsmål ved om det blir behov for å utvide dagens lokaltrafikk med ordinære lokaltog. Hele lokaltrafikkmarkedet bør ses under ett, og en mulig løsning kan være å overlate all lokaltrafikk mellom Stavanger og Sandnes (og muligens videre til Nærbø) til kombibanen.



## 10.2 Prioritet

Fordelingsforskriften gir høyest prioritet på infrastrukturen til "offentlige tjenester," dvs. trafikk som opererer som en del av det offentlige kollektivnettet og delfinansiert av det offentlige. Det antas at kombibanetrafikk må anses som "offentlig tjeneste" på lik linje med dagens lokaltogtrafikk.

Fokus vil da være hvordan lokale transportbehov i best mulig grad kan tilfredsstilles innenfor rammer av et komplett kollektivnett. Hvilken materielltype kundene betjenes med vil da være underordnet den totale effektiviteten i systemet.

På denne bakgrunn ansees ikke prioritet på infrastrukturen (for Hovedbanen og Jærbanen) å være et hinder for å etablere kombibanelinjer.

Under de gitte forutsetninger vil det heller ikke være konflikt om prioritet med annen trafikk, for eksempel godstrafikk.

En avvikssituasjon med stengt Romeriksport er ikke simulert, men Hovedbanen antas da ikke å kunne avvikle all trafikk mellom Oslo S og Lillestrøm. For å simulere en slik situasjon kreves det at man på forhånd har avgjort hvilke tog som skal prioriteres og hvilke som skal innstilles.

Med den tolking av fordelingsforskriften som er lagt til grunn i denne rapporten, skilles det ikke på prioritet mellom lokaltog og kombibanetog (infrastrukturkapasitet til offentlige tjenester) og flytoget (som er nevnt spesielt i forskriften).

I en avvikssituasjon vil, slik forskriften er i dag, kombibanetog gis høyere prioritet enn kommersielle tog som godstog og regiontog. Dette kan endres dersom Fordelingsforskriften endres.

En utnyttelse av deler av ledig kapasitet på Hovedbanen til kombibanetrafikk gjør at en stengning av Romeriksporten vil få mer omfattende konsekvenser enn ved dagens driftsopplegg. Det gjør at krav til oppetid for Romeriksporten bør økes og medføre krav om et enda sterkere forebyggende vedlikehold, enn dagens situasjon tilsier. Vedlikeholdet blir mer omfattende og må påregnes gjennomført på kortere tid. Alt vedlikehold må utføres om natten.

Reservekapasitet på det nye dobbeltsporet mellom Stavanger og Sandnes vil bli begrenset med 3 kombibanelinjer, lokaltog og regiontog. Ved et eventuelt ønske om økt trafikk på strekningen vil det kunne gå ut over robustheten i trafikkavviklingen.

Videre er det en konsekvens at vedlikehold normalt må utføres i lavtrafikkperioder. I praksis i stor grad om natten. Dette kan påvirke kostnadsbildet for nødvendig vedlikehold.

### 10.3 Materiell

Den gjennomførte kompatibilitetsstudien viser at det rent teknisk er mulig å trafikere Jernbaneverkets infrastruktur med kombibanetog forutsatt at enkelte forhold hensyntas i konstruksjonsfasen for å sikre kompatibilitet med jernbanens infrastruktur. Kompatibilitetsstudien har ikke identifisert problemstillinger som er særskilte eller vanskeligere i Norge enn i de andre landene som er vurdert.

I eksisterende utenlandske duosystemer benyttes ofte smal strømvtager vippe (som vanlig for sporvogn). Da nødvendig vippebredde avhenger av masteavstand i kontaktledningsanlegget kan et slikt valg eventuelt medføre kostbar ombygging av eksisterende kontaktledningsanlegg (både å rettstrekning og i kurver).

Største utfordring i forhold til materiell er imidlertid et absolutt krav til universell utforming. Det betyr at plattform og innvendig gulv i tog skal ligge i samme plan (maksimalt ca 5 cm i forskjell). Alternativt kan høydeforskjeller opptas ved hjelp av ramper (stigning maks 1:12) eller heiser, på plattform eller i materiellet.

En mulig løsning er at strekninger som trafikeres av både konvensjonelle tog og kombibanetog, må utstyres med plattformer i to høyder, enten i form av plattformer på begge sider av et spor eller som en forlengelse av eksisterende plattformer.

Kostnader til endring av sporgeometri er meget sannsynlig. Hvis plattformhøyde for konvensjonelt tog er 55 cm er det større sannsynlighet for at høydeforskjell mellom innvendig gulv og plattform kan overvinnes med en rampeløsning i materiellet.

Dersom det er mulig å finne løsninger i selve kombibanetogene, for å oppfylle krav til universell utforming, vil det være et vesentlig bidrag til å øke muligheten for kombinert bruk av jernbanenettet der det kan påvises ledig kapasitet.

Det er ikke gjennomført en studie av om kombibanetog kan trafikere Oslo Sporveis infrastruktur. Vognbredden er den samme som for SL 95 (2,65 meter), men med noe større lengde; ca. 37 meter mot SL 95s 33,1 meter. Kombibanetog tar samme stigninger som trikkene, men kan ha problemer med noen vendesløyer med radius ned mot 18 – 20 meter.

Det antas at ny infrastruktur utenfor jernbanenettet tilpasses nytt kombibanemateriell som kan bli aktuelt for henholdsvis Nord Jæren og Lørenskog (Ahus).



## 10.4 Sikkerhet

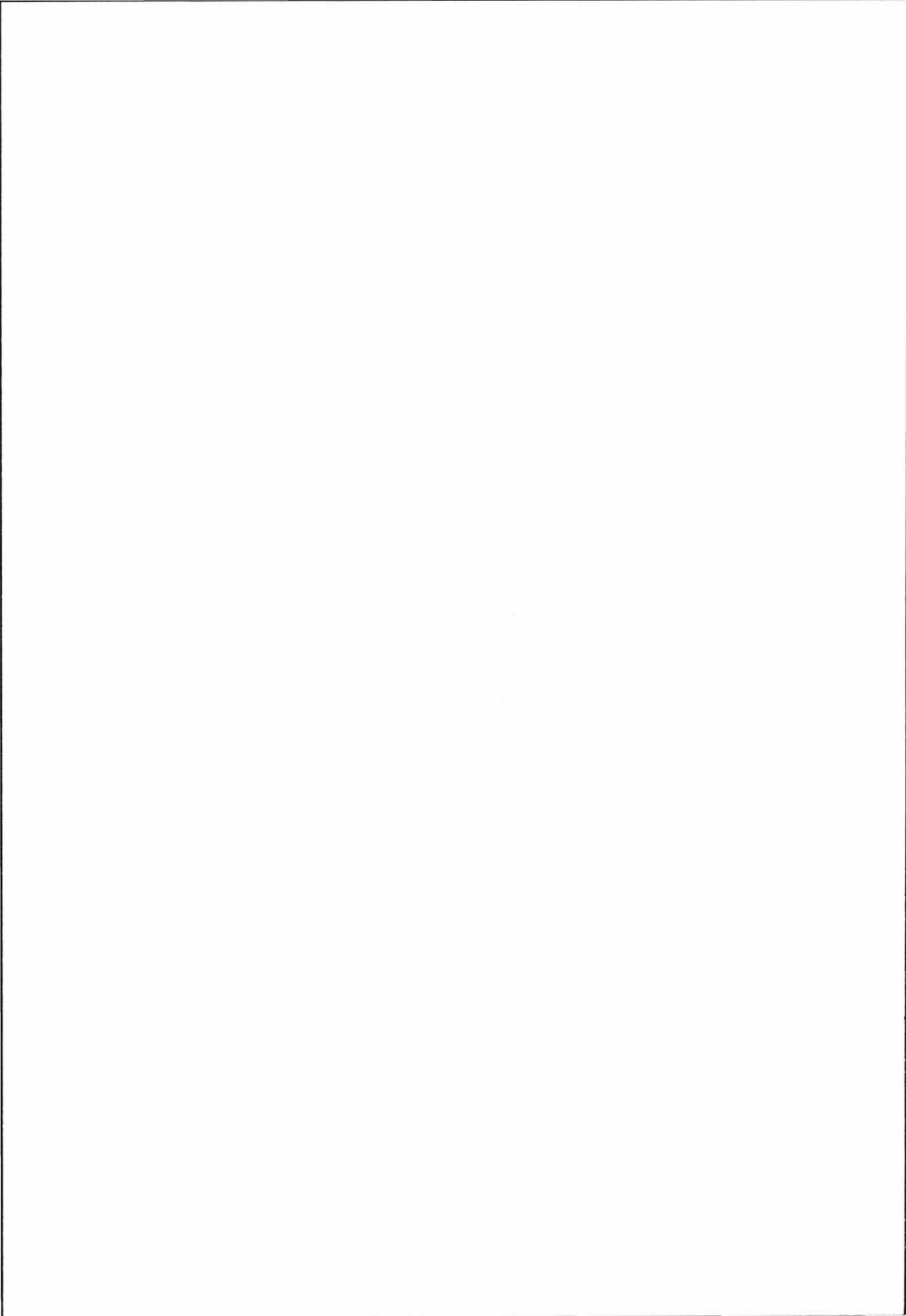
I Europa har de sikkerhetsmessige konsekvenser av å kombinere ulike typer trafikk vært viet betydelig oppmerksomhet. I dag benyttes flere ulike typer kombibanemateriell, dels kombivogner bygget etter forskrifter for sporvogner (Kassel-vogner), men også vogner bygget slik at de tilfredsstiller standard for lettbygd jernbanemateriell (Saarbrücken-vogner).

Et vanlig element i risikovurderingen er at en noe øket risiko dersom vognene kolliderer antas kompensert med en vesentlig kraftigere bremseevne. Risikoreduksjonen oppnåes både ved lavere kollisjonshastighet eller at kollisjonen avverges helt, eller kan komme andre trafikanter til gode, f.eks. bilister på planovergang eller uvedkommende i sporet.

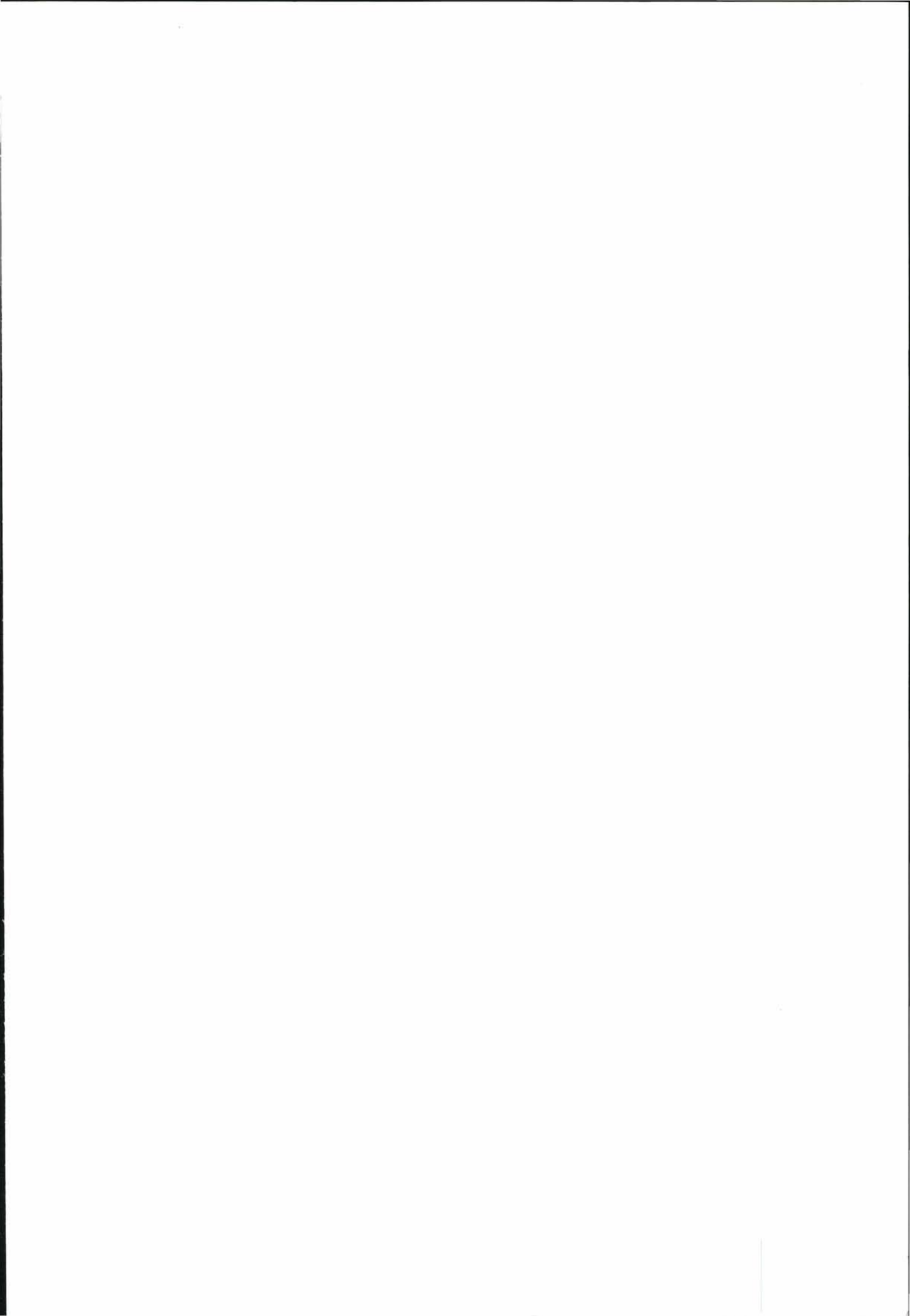
Generelt kan det sies at trafikken tillates etter en konkret vurdering av de ulike risikobidrag og at det kan være foretatt risikodempende tiltak både på kombivognene, øvrig trafikk (trafikkbildet som helhet) og i infrastrukturen.

Risikoanalyser må gjennomføres for aktuelle prosjekter som del av RAMS-prosessen og dokumentere at gjeldende akseptkriterier tilfredsstilles. Nye strekningsanalyser som er under utarbeidelse antas å bli et hensiktsmessig utgangspunkt for å gjennomføre en slik vurdering og disse planlegges ferdigstilt i løpet av få måneder.

Det forutsettes at kombibanetog utstyres med ATC og GSM-R.







MIKROMARC  
BIBLIOTEKSYSTEM



71594563