



Jernbane-
direktoratet

Lokaltog i Trondheim

Delrapport

Tilbudskonsepter og kapasitetsanalyse

Dokumentnummer: 2024/2267-10

Dato: 27.11.2024

Innhold

1	Innledende vurderinger av kapasitet	3
1.1	Formål	3
1.2	Infrastruktur.....	3
1.3	Teoretisk kapasitet for Stavne-Leangenbanen.....	3
1.3.1	Generelt	3
1.3.2	Kapasitet med kjøring motsatt vei annen hver gang	4
1.3.3	Kapasitet med tog i samme retning.....	6
1.3.4	Øking av kapasitet ved økt strekningshastighet på Stavne-Leangenbanen.....	9
1.4	RNC analyse	10
1.5	Takte tre tog i timen sammen med to tog i timen.....	12
2	Referansegruppemøte	13
2.1	Tabell med alle innspill.....	14
2.2	Vurdering av konsepter.....	17
2.3	Videreførte konsepter.....	17
3	Konsepter og rutemodeller	21
3.1	Hovedkonsept 1	21
3.1.1	Alternativ 1 Ranheim – Ranheim, begge retninger.....	21
3.1.2	Alternativ 2 Ranheim – Ranheim, én retning av gangen.....	23
3.2	Hovedkonsept 2	24
3.3	Hovedkonsept 3	29
3.3.1	Alternativ 1 Ranheim – Marienborg.....	29
3.3.2	Alternativ 2 Lerkendal - Marienborg.....	31
3.4	Hovedkonsept 4 Leangen - Heimdal.....	33
3.5	Hovedkonsept 5 Flytte godstog til Stavne-Leangenbanen.....	34
3.6	Utvelgelse av 4 konsepter	36
4	Tilbakemeldinger fra konsulent og optimering	37
4.1	Hovedkonsept 1.3	37
4.2	Hovedkonsept 1.4	38

1 Innledende vurderinger av kapasitet

1.1 Formål

I forbindelse med utarbeidelse av tilbudskonsepter for lokaltog som benytter Stavne-Leangenbanen gjøres det en forenklet vurdering av kapasiteten på denne strekningen. Hensikten er å finne et nivå for tilgjengelig kapasitet slik at det ikke leges ned innsats i utarbeidelse av tilbudskonsepter som det ikke er mulig å realisere.

På grunn av lengden av Stavne-Leangenbanen og den lave hastigheten (40 km/t, jf. avsnitt 1.2) blir banen en flaskehals hvis hele strekningen benyttes i et tilbudskonsept.

1.2 Infrastruktur

Det er forutsatt KTT-tiltak (kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen i forbindelse med to tog/time på Trønderbanen), dvs. i analyseområdet Ranheim-Heimdal:

- Ekstra plattform på Skansen (til spor 2)
- Ekstra plattform på Lademoen (til spor 2)
- Funksjonelt dobbeltspor Marienborg-Lademoen (med samtidig innkjør på Lademoen)
- Søndre tilsving er operativ (mulig å kjøre Selsbakk-Lerkendal direkte)
- Samtidig innkjør på Heimdal, Selsbakk og Leangen. Samtidig innkjør Ranheim (se omtale under).
- Hastigheten på Stavne-Leangen-banen er 40 km/t

I analysen er det forutsatt at det er samtidig innkjør på Ranheim (benyttes i hovedkonsept 2, se avsnitt 3.2). Denne samtidigheten er det imidlertid bare er mulig å oppnå hvis stoppunktet i for toget fra Vikhammer flyttes ca. 60 m mot øst slik at sikkerhetssonen blir tilstrekkelig lang (70 m). Plattformen må da tilsvarende forlenges 60 m mot øst. Hvis toget mot vest stopper med dagens plattform vil toget stoppe for nært middel slik at sikkerhetssonen mellom ytre signalskilt mot vest og middel i sporvekselen er for kort.

Det å forlenge plattformen 60 m mot øst ser ut til å være mulig i spor 1. I spor 2 er det et buttspor (spor 3) som hindrer forlengelse. På luft- og gatefoto ser det ut til at det ikke er objekter som hindrer forlengelse av plattform i spor 1, og kostnadene vil sannsynligvis være svært begrenset.

I analysen kunne plattformtiltaket tas med som en prissatt kostnad i de samfunnsøkonomiske analysene eller håndteres om en ikke-prissatt virkning sammen med andre ikke-prissatte virkninger, spesielt sett i sammenheng med investering for hensettingsbehov som er håndtert som en ikke-prissatt virkning.

Det antas at kostnaden for plattformforlengelse i spor 1 er lav og vesentlig mindre enn kostnaden for hensettingsplasser. Det er derfor som en forenkling i den videre analysen valgt å se bort fra kostnader til forlengelse av plattformen i spor 1 ca. 60 m mot øst.

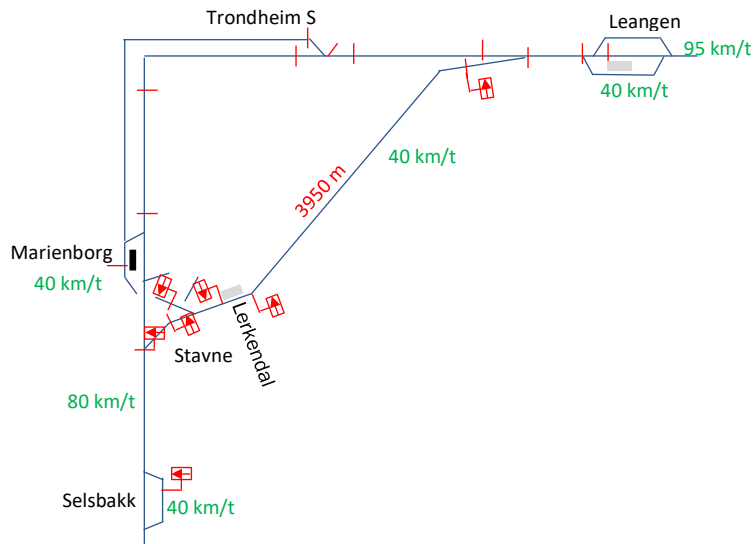
1.3 Teoretisk kapasitet for Stavne-Leangenbanen

1.3.1 Generelt

Stavne-Leangenbanen analyseres mht. trafikkkapasitet, dvs. antall tog per tidsenhet som er forsvarlig å avvikle under forutsetning om akseptabel driftskvalitet.

Ved kjøring av tog Ranheim-Heimdal er dimensjonerende strekning Leangen-Selsbakk og for kjøring Ranheim-Lerkendal-Trondheim-Ranheim er dimensjonerende strekning Leangen-Marienborg.

Området som er relevant for kapasitetsanalyse avgrenses da av området Leangen-Selsbakk-Marienburg. En sporskisse av området er vist i Figur 1.



Figur 1. Sporskisse for område til kapasitetsanalyse av Stavne-Leangen-banen.

1.3.2 Kapasitet med kjøring motsatt vei annen hver gang

Kapasiteten for strekningen beregnes ut fra minste togfølgetid som er den minste tidsavstanden det er mulig å ha mellom tog. Togfølgetiden måles over en sekvens av tog, fra avgang av første tog og fram til det er mulig med avgang av en gjentakelse av første tog. Togfølgetiden beregnes som gjennomsnittlig togfølgetid i den definerte sekvensen av tog, og det regnes med at tog kjøres motsatt vei annen hver gang.

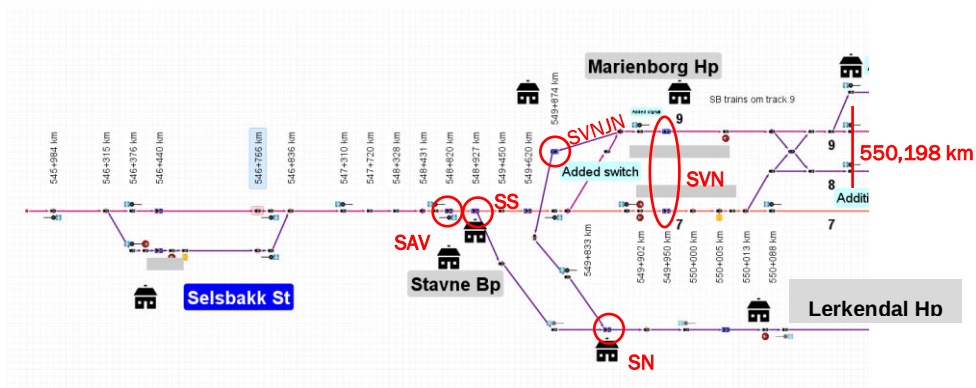
Jo lavere togfølgetid desto høyere trafikkapasitet (måleenhet er antall tog per tidsenhet). Et tilbudskonsept som skal kjøres over hele driftsdøgnet bør ikke ha en utnyttelse over 60 %. Utnyttelsen beregnes over en gitt tidsperiode ut fra andelen av tiden som infrastrukturen er belagt. Belegget i en gitt periode er antall tog som kjøres per tidsenhet ganget med gjennomsnittlig togfølgetid.

Togfølgetider avhenger av hvordan tog kjøres. Det sees på tre forskjellige sekvenser av tog på for å fram et verdier for togfølgetider. Disse sekvensene er ikke direkte koplet til tilbudskonsepter. Sekvensene av tog og beregning som analyseres er:

- Leangen-Selsbakk + Selsbakk-Leangen
- Leangen-Marienburg + Marienburg-Leangen
- Leangen-Selsbakk + Marienburg-Leangen + Lengen-Marienburg + Selsbakk-Leangen

Belegget i sekvens A og B består altså av to tog, mens sekvensen i C består av fire tog.

I Figur 2 er det vist en skisse av infrastrukturen rundt Stavne.



Figur 2. Sporskisse for området Selsbakk-Marienberg-Lerkendal.

Togsekvensene nevnt over belegger infrastrukturen på forskjellig måte.

- Tog mellom Leangen og Selsbakk belegger hele strekningen og må inn på Leangen hhv. Selsbakk før neste to kan kjøre i motsatt retning.
- Tog fra Marienberg via Lerkendal til Leangen kan bare benytte én plattform og to tog i hver sin retning kan derfor ikke være ved Marienberg samtidig. Tog til Marienberg fra Trondheims-siden kan først kjøre inn mot Marienberg når tog fra Lerkendal mot Trondheim har passert sporfelt ved km 550,198 og frigitt plattformsporet ved Marienberg. Toget til Lerkendal og Marienberg kan på dette tidspunktet være i bremseavstand til signalskilt ved km 550,198.
- Ved kjøring av tog Leangen-Marienberg etterfulgt av tog Heimdal-Leangen kan tog fra Heimdal være ved punkt SAV nord for Selsbakk og kjøre inn mot Stavne når tog til Marienberg er bak sporfelt (signalskilt) etter SN. Motsatt kan tog fra Marienberg kjøre mot Stavne når tog til Heimdal/Selsbakk er bak sporfelt (signalskilt) etter SN.

Gjennomsnittlig togfølgetid finnes til knapt 13 minutter i sekvens A og B og knapt 11 minutter i sekvens C.

Basert på togfølgetidene er det i Tabell 1 i tillegg til togfølgetider vist tilhørende kapasitet ved maksimalt tidsmessig belegg av infrastrukturen på 60 %. Dette er en standardverdi for maksimal utnyttelse over døgnet for å sikre nok robusthet til å håndtere mindre forsinkelser. Kapasiteten finnes som antall tog per time ut fra forholdet $K=60/T_f$, der T_f er togfølgetid i minutter. Det sees at alle tre sekvenser medfører en kapasitet på omtrent 3 tog/time i sum begge retninger.

Tabell 1 viser også utnyttelsen ved 3 tog/time, gitt at rutetilbudet utnytter kapasiteten med avrundet verdi til nærmeste hele antall tog per time. Utnyttelsen beregnes som $U=(N*T_f)/60$, der N er antall tog per time i sum begge retninger og T_f er togfølgetid i minutter.

Sekvens A og B har nominelt litt under 3 tog/time har med 3 tog/time en utnyttelse på 64 %. Dette er litt høyere enn grensen på 60 %, men ansees som akseptabelt. Sekvens C har en kapasitet på litt over 3 tog/time og med 3 tog/time er utnyttelsen 54 %. Med 4 tog/time blir utnyttelsen 85 % i A og B. Det er en utnyttelse som er en god del høyere enn det som vanlig vis aksepteres i rush (75 % eller evt. 80 %) for et tilbud som skal kjøres kontinuerlig over døgnet.

Med den forutsatte hastigheten på Stavne-Leangen-banen, 40 km/t, er det altså mulig med inntil 3 tog/time i sum begge retninger.

Tabell 1. Togfølgetider, kapasitet og utnyttelse for tre sekvenser av tog.

Sekvens	A	B	C
Delsekvenser (L=Leangen, S=Selsbakk, M=Marienburg)	L-S + S-L	L-M + M-L	L-S + M-L + L-M + S-L
Togfølgetid [tt:mm:ss]	00:12:31	00:12:46	00:10:41
K_praktisk døgn med U=60 % [tog/time]	2,9	2,8	3,4
Gitt frekvens [tog/time]	3	3	3
Utnyttelse med gitt frekvens	63 %	64 %	53 %
Gitt frekvens [tog/time]	4	4	4
Utnyttelse med gitt frekvens	84 %	85 %	71 %
Maks utnyttelse	60 %	60 %	60 %

Med 3 tog/time per retning er det i gjennomsnitt 40 minutter mellom avganger per retning. Det vil da ta to timer før samme minuttall blir gjentatt, f.eks. kunne det være avgang xx:15, xx:55, xx:35 og så igjen xx:15. Det ville altså bli flere minuttall for de reisende å forholde seg til. Hvis rutetabellen skal være enklere blir det ett minuttall per retning da ett tog per regning per time, eller det to tog/time i sum begge retninger.

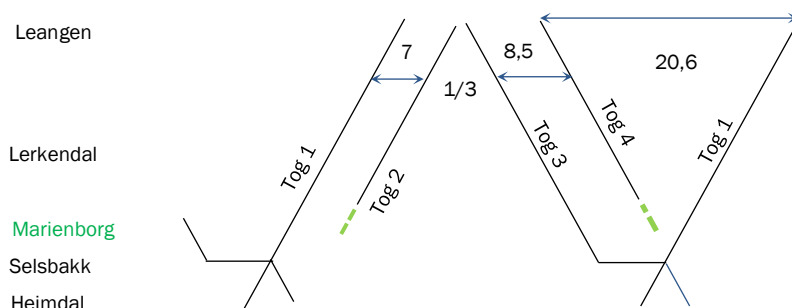
1.3.3 Kapasitet med tog i samme retning

Kjøring av tog i samme retning gjør at tog kan kjøres tettere enn ved kryssing og tog i motsatt retning og det gir isolert sett høyere kapasitet. Togfølgetid mellom Lerkendal og signalkilt ved tilkopling til Nordlandsbanen er ca. 7 minutter (7,5 minutter med margin i rutemodellen). Hadde tog bare blitt kjørt Lerkendal-Leangen uten å ta hensyn til hvordan tilbudet er utformet eller til turnering kunne det kjøres 5,1 tog/timen over lang tid med 60 % utnyttelse.

Hvis tog også skal kjøres motsatt vei, Leangen-Lerkendal, må første tog et forbi signalkiltet rett ved Lerkendal før tog fra Leangen kan få togvei og avgang. Da er togfølgetiden ca. 8,5 minutter (9 minutter med margin i rutemodellen). I gjennomsnitt er togfølgetiden ca. 7,75 minutter og gir en praktisk kapasitet på ca. 4,6 tog/time (sum begge retninger) med 60 % utnyttelse over driftsdøgnet.

Kjøring av tog i samme retning kan være en mulighet i forbindelse med omkjøring for gods, men kapasiteten vil i utgangspunktet ikke kunne utnyttes fullt ut for et lokaltogtilbud uten å føre til økt materiellbehov siden tog må snu og også kjøres retur med samme materiell.

Et eksempel på tilbud er vist i Figur 3, der det kjøres (1) et tog fra Heimdal til Leangen etterfulgt av (2) et tog samme retning fra Marienburg, deretter (3) et tog motsatt vei fra Leangen til Heimdal etterfulgt av (4) et tog samme vei til Marienburg og deretter et tog fra Heimdal til Leangen (tog 1 gjentatt).



Figur 3. Belegg med to tog i samme retning.

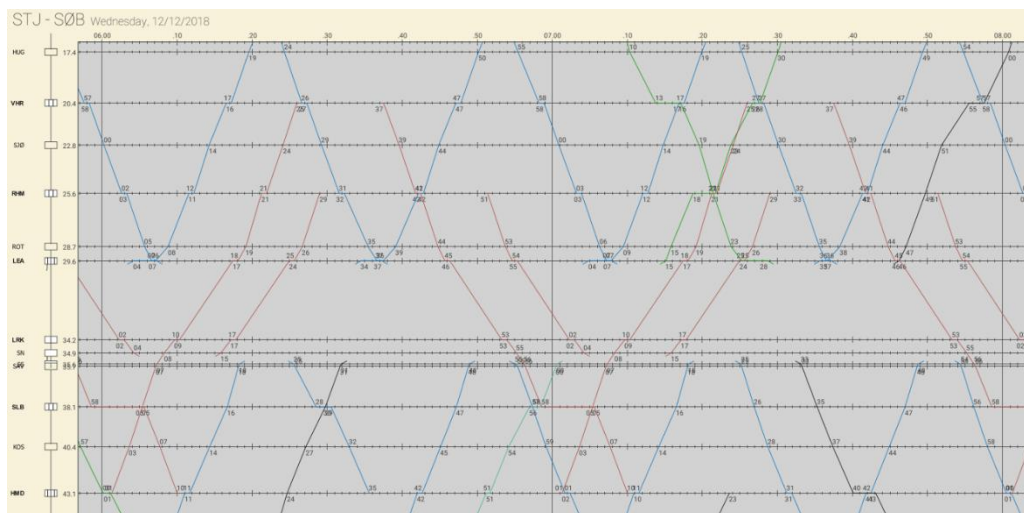
Togfølgetid mellom tog 1 og 2 er ca. 7 min, togfølgetid mellom tog 2 og 3 er 1/3 minutt (avgangsprosedyre på Lerkendal), togfølgetid mellom tog 3 til Heimdal og tog 4 til Marienborg er 8,5 minutter. Togfølgetid mellom tog 3 til Heimdal og tog 1 gjentatt fra Heimdal påvirkes av tiden når tog til Marienborg frigrir strekningen. Tog fra Selsbakk kan kjøres mot Lerkendal når tog til Marienborg har løst ut togvei et stykke forbi signalskilt ved Stavne, 1117 m fra Lerkendal. Etter oppdateringstid i systemet og etablering av togvei kan tog fra Selsbakk være i indication-tidsavstand før bremseavstand før signalskilt ved søndre tilsving (SAV i Figur 2). Alt i alt er tidsavstand mellom avgang Leangen for tog til Marienborg og til ankomst tog fra Heimdal ca. 20,6 minutter. Tidsavstanden mellom tog 3 og tog 4 Samlet syklustid for tog 1 til gjentakelsen av tog 1 er $7+1/3+8,5+20,6 = \text{ca. } 36,5$ min. Det gir en utnyttelse på ca. $36,5/60 = 61\%$. Dette er i praksis på anbefalt grense på 60 %, og en kapasitet på 4 tog/time i sum begge retninger ansees å være realistisk.

Kapasiteten i eksemplet i Figur 3 øker da fra 3 til 4 tog/time i sum begge retninger til når tog kan kjøres som vist i stedet for motsatt vei annen hver gang.

Andre typer tilbud og rekkefølger av tog er også mulige og kunne ha vært analysert, men det som gir minst belegg og størst kapasitet er når tog til Marienborg kjøres etter tog til Heimdal og dermed stort sett kjører i «luken» mellom to tog til og fra Heimdal.

Materiellbehov og sporbehov

Eksemplet i Figur 3 må i praksis tilpasses ruteplan med øvrige tog. Dette er vist i Figur 4 som illustrer grunnstrukturen for L7, men der konflikter med andre tog er ikke løst. Det er behov for to stammer i omløp Heimdal-Vikhammer og to stammer i omløp Marienborg-Lerkendal-Ranheim (samme med vending Trondheim S i stedet for Marienborg). I alt er det fire stammer (enkeltsett) i omløp.

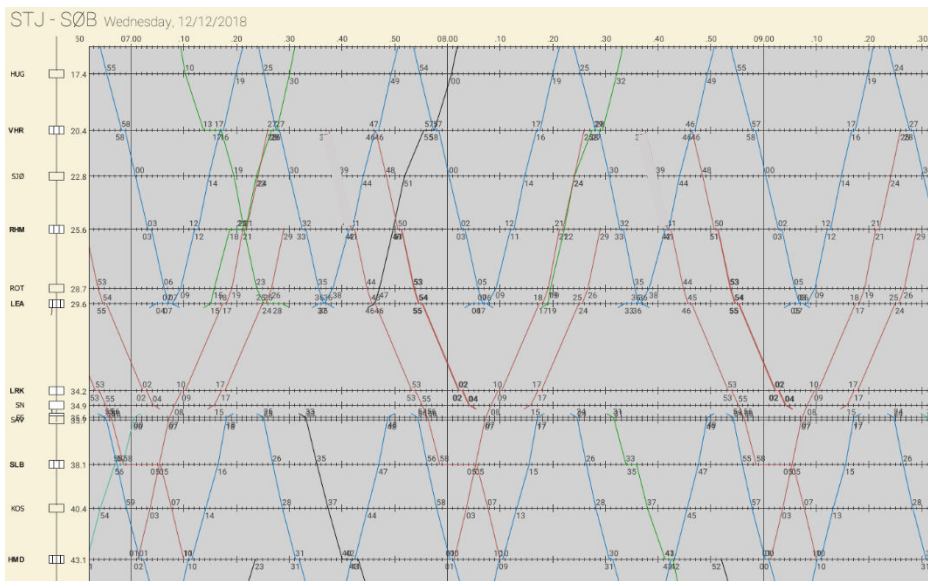


Figur 4. Rutemodell i eksempel med to tog7t/retning Lerkendal-Leangen-Ranheim.

Som det framgår i figuren, er det definert vending på Ranheim og på Vikhammer. Vending på Leangen ville kreve fire spor og er ikke mulig siden det er to plattformspor (noe kunne løses med skifting til og fra buttspor, men det tar kapasitet og reduserer robustheten). Vending på Ranheim av begge linjer ville ha krevd tre spor og det er to spor til plattform.

Med turneringen vist i Figur 4 er det behov for tre spor på Ranheim mens det bare er to spor tilgjengelig.

En mulighet for å kompensere for antall spor på Ranheim er å la tog på Vikhammer stå lengre tid i vendingen og returnere så det treffer i neste ruteleie fra Ranheim. Tilsvarende kan vendingen på Ranheim avsluttes tidligere for å benytte ruteleiet som ellers kommer fra Vikhammer. Dette er illustrert i Figur 5. På denne måten vil sporbehovet på Ranheim bli redusert til to spor,



Figur 5. Alternativ turnering i eksempel.

Avganger Heimdal-Vikhammer må da samturneres med avganger Trondheim-Ranheim. Materiellbehovet ville fortsatt være fire stammer (enkeltsett).

Kapasitetsutnyttelse

En generell utfordring med rutemodellen er at tog kommer tett etter hverandre fra Stavne-Leangenbanen, det er nettopp det som er poenget for å få øke kapasiteten på Stavne-Leangenbanen. Det medfører imidlertid behov for flere spor til vending.

I andre konsepter (konsept 1.4, se avsnitt 4.2) kan det være samme frekvens med to tog/t/retning mellom Leangen og Ranheim, men da kommer togene mer spredt til andre tider siden de kjøres på strekningen Marienborg-Trondheim S-Leangen (dobbeltspor). Det medfører at L7 kan vende på Ranheim hver halvtime med ankomst før sørgående R70 og avgang etter nordgående R70. Det blir da bare behov for to spor på Ranheim.

Også utnyttelsen av strekningen påvirkes. I Figur 5 er sporbekleiring for vending av L7 på Ranheim redusert, men det er fortsatt en annen utfordring med rutemodellen og kjøring av tog tett etter hverandre, nemlig at L7 benytter samme ruteleie som ellers er benyttet av fjerntog og dermed medfører en del konflikter. Disse konfliktene er ikke analysert i detalj eller forsøkt løst. Bindinger for mulige ruteleier Heimdal-Selsbakk gir føringer for når tog kommer videre ut på strekningen Leangen-Ranheim. Samtidig er tidsavstand mellom tog på Stavne-Leangenbanen større enn minste tidsavstand Leangen-Ranheim. Det betyr at L7 blokkerer et større tidsrom og at det blir færre muligheter til å få inn ruteleier for andre tog i tillegg til L7. Strekningskapasiteten Leangen-Ranheim blir dermed høyere utnyttet. Et eksempel er konflikten mellom L7 og fjerntog 8:18 på Leangen i Figur 5.

Selv om tilbudskonseptet gir mulighet til høyere kapasitet (økt frekvens) viser eksemplet og betraktningene (ikke alle mulige rutemodeller er analysert) at det generelt utfordrer med spor til vending og/eller høy utnyttelse av strekningen.

Frekvens i eksempel

I tillegg effekt for behov for spor til vending og effekt på utnyttelsesgrad, som omtalt over, er det også interessant å belyse effekten på opplevd tilbud av selve tilbudet, uavhengig av mulighet til gjennomføring.

Tilbudskonseptet gir økt frekvens mellom Leangen og Ranheim, men ellers ikke økt frekvens sammenlignet med de andre konseptene som er tatt med videre (se kapittel 3).

Framføringstiden Leangen-Lerkendal-Heimdal er også vesentlig økt på grunn av kryssing på Selsbakk (se Figur 4).

Taktingen og intervaller mellom tog Lerkendal-Ranheim er skjevdelt med 7,5/52,5 minutter over timen og for Ranheim-Lerkendal er intervalldelingen 9/51 minutter. Det er nominelt to tog/time/retning. Når tidsintervallene vektet med antatt (uniform) etterspørsel i intervallene tilsvarer det imidlertid en ekvivalent frekvens med jevne intervaller på 1,28 tog/time og 1,34 tog/time/retning. I gjennomsnitt er det effektivt ca. 1,3 tog/time/retning. Den effektive frekvensen av tilbudet er altså ikke dobbelt så høy som med ett tog/time/retning, men bare ca. 30 % høyere.

Begrenset økning i effektiv frekvens til tross for relativt høyt materiellbehov og høy utnyttelse av infrastrukturen (samt økt framføringstid til Heimdal) tilsier at tilbudskonseptet ikke er så interessant å analysere nærmere.

Oppsummering

Kjøring av tog i samme retning på Stavne-Leangenbanen gir økt kapasitet på denne banen. Kjøring av to tog Lerkendal-Leangen etterfulgt av to tog Leangen-Lerkendal gir isolert sett økt kapasitet fra 3 til 4 tog/time i sum begge retninger. Imidlertid fører utnyttelse av den økte kapasiteten til høyere utnyttelse av strekningen Leangen-Ranheim og utfordringer med å framføre andre tog. Det er også potensielt behov for flere vendespor, avhengig av turnering og vending.

I den videre analysen legges denne måten å utvikle tilbudskonsepter på derfor ikke til grunn.

1.3.4 Øking av kapasitet ved økt strekningshastighet på Stavne-Leangenbanen

Hvis kapasiteten med tog i motsatt retning annen hver gang, jf. avsnitt 1.3.2, skulle økes til f.eks. 4 tog/time i sum begge retninger (neste heltall opp fra 3 tog/time) må togfølgetiden reduseres til maks 9 minutter (dvs. $(60\% \cdot 60 \text{ min/t}) / (4 \text{ tog/t}) = 9 \text{ min/tog}$). Det er en reduksjon i tid på nesten 4 hhv. nesten 3 minutter sammenlignet med togfølgetiden i sekvens A, B og C.

Det kan estimeres hvor høy linjehastigheten måtte være mellom Lerkendal (start fra 0 km/t) til tilkopling til Nordlandsbanen ved Lerkendal (ned til 40 km/t) for å oppnå nødvendig tidsbesparelsen som nevnt over (gitt at det denne strekningen kunne oppgraderes for å spare kjøretid).

Tidsbruken mellom Lerkendal og tilkoplingen mot Nordlandsbanen er med 40 km/t ca. 6 min. Besparelsen som må oppnås i togfølgetid for sekvens A og B er ca. 3,7 min. Kjøretiden kan da ikke være mer enn ca. $6 - 3,7 = 2,3 \text{ min}$. Det medfører at gjennomsnittshastigheten på knapt 4 km er ca. 100 km/t. Imidlertid medfører akselerasjon og retardasjon at maksimal gjennomsnittshastighet på strekningen bare kan bli litt over 90 km/t (ved ca. 140 km/t maks). Det er da ikke mulig å oppnå ønsket tidsbesparelse med 4 tog/time og maksimalt 60 % belegg.

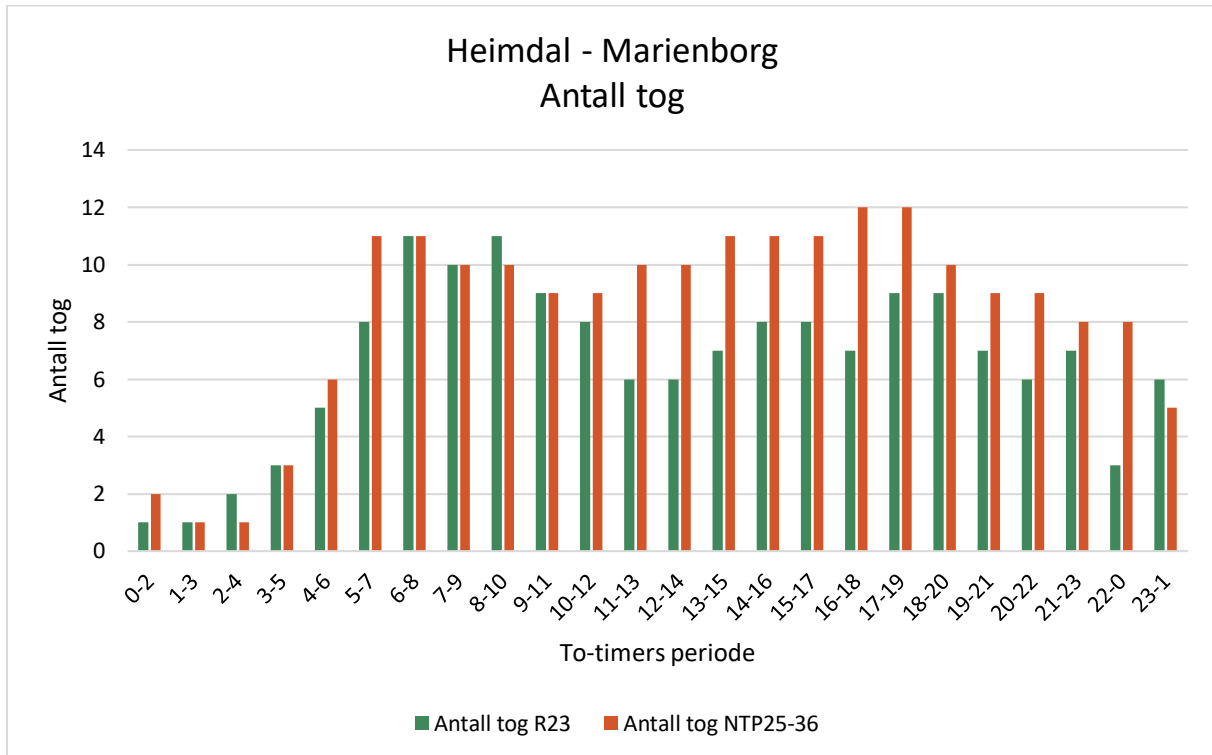
Hvis det i stedet aksepteres 64 % utnyttelse (som med sekvens A og B og 3 tog/time) blir minste togfølgetid økt 9,6 minutter og krav til gjennomsnittshastighet blir redusert til ca. 78 km/t, som kan oppnås med en strekningshastighet på ca. 90 km/t.

1.4 RNC analyse

Det er ikke blitt utført en egen RNC-analyse for prosjektet Lokaltog Trondheim. Ved å gjenbruke resultater fra en tidligere analyse kombinert med nye tall kan man likevel få en indikasjon på kapasitetsutnyttelsen.

Jdir har utført en RNC-analyse av togtilbudet i R23. En RNC-analyse går ut på å beregne kapasiteten til en strekning og sammenligne mot antall kjørte tog. Kapasiteten avhenger av faktorer som lengde og hastighet, men også sammensetningen av togene som kjører i perioden man analyserer. Kjører det kun persontog i en retning vil kapasiteten være høyere enn om man kjører persontog i en retning og godstog i den andre.

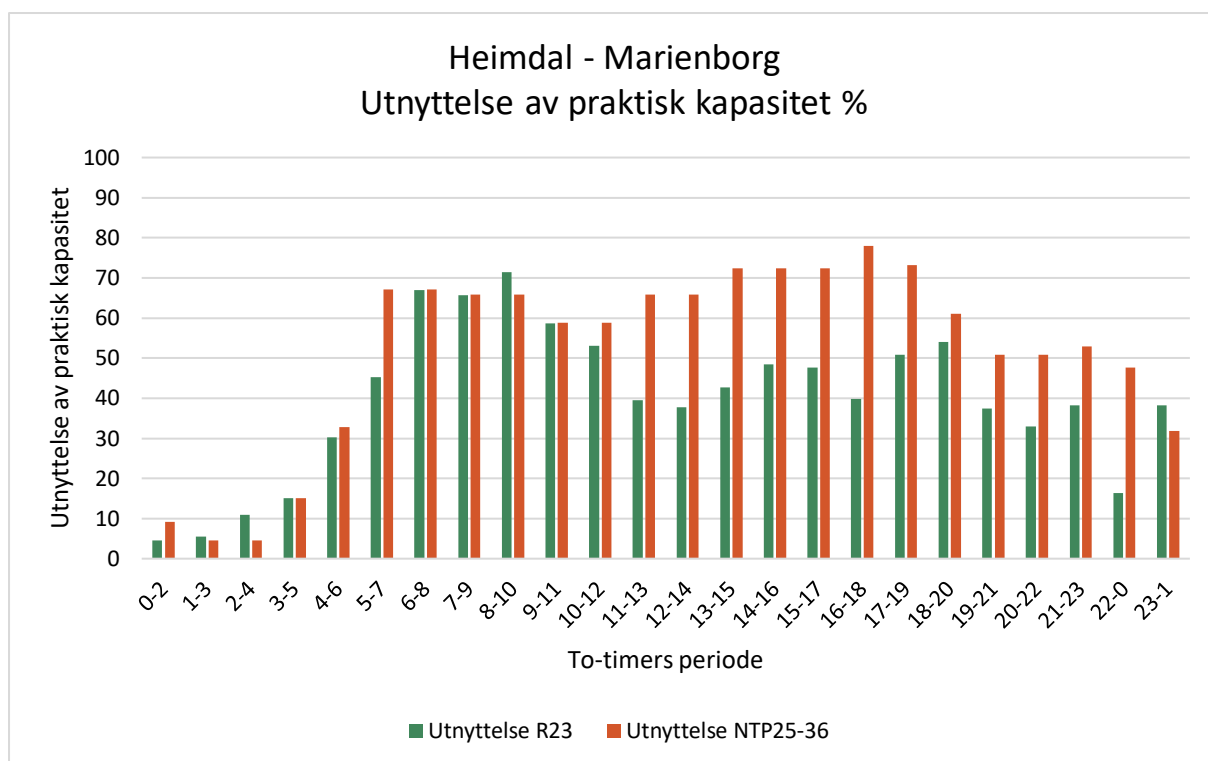
I Figur 6 kan man se antall tog i sum i begge retninger på strekningen Heimdal – Marienborg for både R23 og første periode i NTP2025-2036. Figuren inkluderer alle tog, både persontog og godstog.



Figur 6. Antall tog Heimdal-Marienborg, R23 og NTP 2025-2036.

Den store forskjellen mellom de to togtilbudene er at i NTP2025-2036 kjøres linje R70 med to tog i timen begge veier på strekningen Melhus-Stjørdal, altså forbi den analyserte strekningen Heimdal-Marienborg. Dette vises best i perioden 11-19 der man ser at det kjøres flere tog enn i R23.

Figur 7 viser utnyttelse av praktisk kapasitet på strekningen Heimdal-Marienborg. Tallene for R23 er beregnet via en RNC-analyse mens tallene for NTP2025-2036 er estimert ut ifra antall tog og resultatene fra RNC-analysen av R23.



Figur 7. Utnyttelse av praktisk kapasitet Heimdal-Marienborg, R23 og NTP 2025-2036.

Tallene viser kun kapasitetsutnyttelsen på strekningen, ikke på stasjonene. Det kan dermed kapasitetsbegrensninger på stasjonene, som ikke kommer frem i slike tall. Praktisk kapasitet er den delen av infrastrukturkapasitet som iht. veiledere bør settes av for rutemessig fremføring av tog.

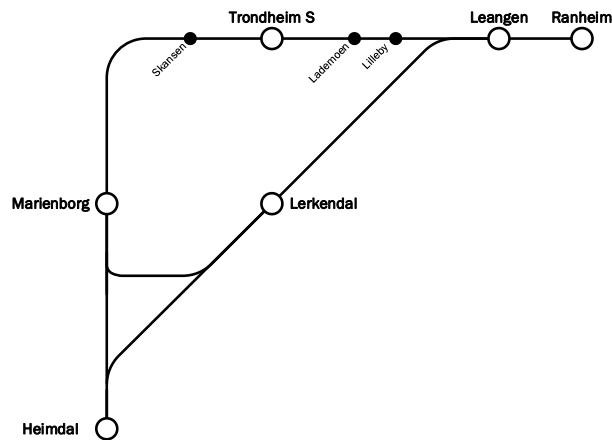
Resten av infrastrukturkapasiteten opp mot teoretisk kapasitet bør settes av til fremføring av forsinkede tog og adhoc-tog. Ofte legges 75% av den samlede teoretiske kapasiteten i dimensjonerende time til grunn for fremføring av rutegående tog, mens 25% settes av til håndtering av forsinkede tog og ekstratog.

Dersom planlagte tog beslaglegger den delen av infrastrukturkapasiteten som iht. veiledere burde settes av til ekstratog eller for forsinkede tog, kan utnyttelsesgraden av den praktiske kapasiteten bli større enn 100%. I så fall planlegges trafikken slik at togene følger hverandre tettere enn anbefalt, noe som begrenser muligheten til å fremføre ekstratog på kort varsel eller at forsinkede tog forsinkes andre punktligge tog i større grad enn ønskelig.

Som figuren viser, er utnyttelsen estimert til å være over 70% i flere perioder i NTP2025-2036. Ved oppståtte forsinkelser vil det da være større sannsynlighet for følgeforsinkelser da det er tett mellom tog og kryssinger. Dersom man legger til et lokaltogtilbud vil utnyttelsesgraden øke ytterligere noe som kan bidra til dårligere driftsstabilitet.

1.5 Takte tre tog i timen sammen med to tog i timen

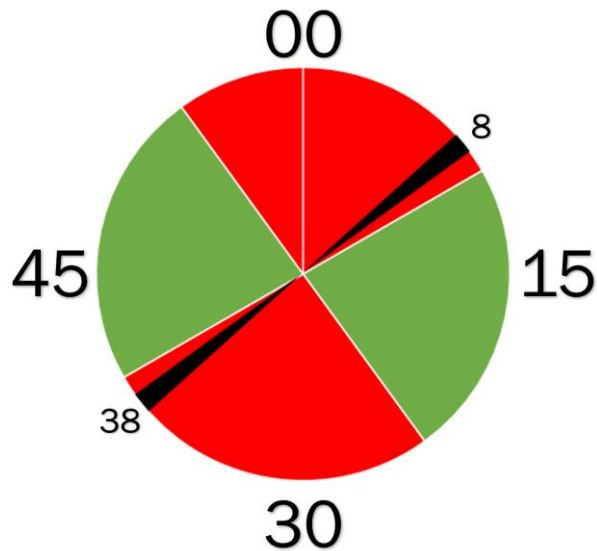
Et av forslagene som kom tidlig i prosessen var å kjøre tre tog i timen i samme retning i ring Leangen-Trondheim S-Marienberg-Lerkendal-Leangen. Eventuelt kan man også starte på Ranheim.



Figur 8 Illustrasjon av de aktuelle strekningene

Dette ble undersøkt via rutemodeller, men man støtte på kapasitetsproblemer og utfordringer med å takte det nye tilbudet sammen med R70s «To tog i timen».

Figuren under viser når et nytt lokaltogtilbud ville kunne ha hatt avgangstidpunkt fra Leangen i retning Lademoen, markert i grønt. Linje R70 har avgang i retning Lademoen på minuttall 8 og 38. De røde feltene er tidspunkter hvor det ikke er ledig kapasitet grunnet R70 avgang i motsatt retning og togfølgetid bak R70 avgang mot Lademoen.



Figur 9 Illustrasjon over avgangstider fra Leangen i retning Lademoen

Det er ikke mulig å legge til et nytt togtilbud med avgang hvert 20. minutt sammen med det planlagte tilbudet som allerede skal gå hvert 30. minutt, dersom begge tilbud skal ha faste minuttall. I denne vurderingen har man ikke tatt hensyn stasjonskapasiteten på Leangen og heller ikke det øvrige togtilbudet som fjerntog og godstog,

2 Referansegruppemøte

Onsdag 22. mai 2024 ble det avholdt workshop i Trondheim med referansegruppen. Her var det deltakere fra Jdir, SJ Norge, Statens vegvesen, Trondheim Kommune, AtB og Trøndelag fylkeskommune. Formålet med samlingen var å finne forslag til konsepter for lokatogtilbud i Trondheimsområdet, avgrenset geografisk til området mellom Heimdal og Ranheim. Det var også en forutsetning at det konseptene ikke skulle medføre infrastrukturiltak utover det som er planlagt i forbindelse med NTP 2025-2036.

I dette notatet vises konseptene, det gjøres en vurdering av konseptene og en siling og konseptene aggregeres til slutt i hovedkonsepter for videre analyse.

Hovedkonseptene analyseres videre for å identifisere hvilke varianter som skal inkluderes i en mer detaljert kapasitetsanalyse.

2.1 Tabell med alle innspill

I Tabell 2 vises de konseptene som kom opp under referansegruppemøtet sammen med noen konsepter som Jdir. har kommet frem til i forkant eller etterkant av møtet.

Tabell 2. Konsepter fra og etter referansegruppemøtet 22.05.2024.

Nr. på forslag	Gruppe	Konsept	Endest. A	Endest. B	Avganger i grunnrute	Stoppmønster
Konsepter fra gruppearbeid på samling 22.05.2024						
1	Gr. 1	Min.	Melhus	Stjørdal	2	Lerkendal inngår i stoppmønster via søndre tilsving
2	Gr. 1	Med.	(Ranheim) Leangen	(Ranheim) Leangen	3	Alle stopp pluss Grilstad og Rotvoll (men vurdere endre stoppmønster på Trønderbanen til Ranheim-Leangen-Trondheim S-Marienburg). God kobling til trikk og Metrobuss ved Skansen. Mediumalternativet med stasjon under bakken ved Havforskningssenteret
3	Gr. 1	Maks.	(Melhus) Heimdal	Ranheim	4	(Melhus) Heimdal, Kolstad, Romolslia, Selsbakk, Lerkendal, M.borg, Skansen, Tr.h S, Lademoen, Lilleby, Leangen, Rotvoll, Grilstad, Ranheim
4	Gr. 2	Min. A	Stjørdal	Støren/Melhus	2 avganger/time med stopp på Lerkendal R70	Alle med Lerkendal (uten Selsbakk)
5	Gr. 2	Min. B			Legge inn stopp med F6 (5+1 avganger/døgn), F7 (2+1 avganger/døgn), R60 (3 avganger/døgn), R71 (2 avganger/døgn)	Alle utenom Lerkendal (uten Selsbakk)
6	Gr. 2	Med. A	Trondheim S	Trondheim S	Ring: 1 avgang/timen (kan krysse Marienburg) taktet med R70	Trondheim, Lademoen, Lilleby, Leangen, Lerkendal, Marienburg, Skansen
7	Gr. 2	Med. B	Heimdal	Ranheim	1,5 avganger/time (hvert 40 minutt) taktet med R70 på Stavne-Leangen-banen	Heimdal, Lerkendal, Leangen, Rotvoll, Ranheim
8	Gr. 2	Med. C	Lerkendal (eller Heimdal)	Ranheim	2 avganger/time	Alle med/uten Lerkendal (uten Selsbakk)

Nr. på forslag	Gruppe	Konsept	Endest. A	Endest. B	Avganger i grunnrute	Stoppmønster
9	Gr. 2	Maks. A	Heimdal	Ranheim	4 avganger/time (i tillegg til regiontog, som muligens får færre stopp – rendyrke togkategorier)	Alle med Lerkendal (uten Selsbakk)
10	Gr. 2	Maks. B	Trondheim S	Trondheim S	Ring: 4 avganger/time (i tillegg til regiontog som muligens får færre stopp – rendyrke regiontogkategorier)	Trondheim, Lademoen, Lilleby, Leangen, Lerkendal, Marienborg, Skansen
11	Gr. 3	Min.	Leangen	Marienborg	3 tog i timen, en retning	Stopper på alle. Snu retning midt på dagen.
12	Gr. 3	Med.	Leangen	Leangen		Sløyfe. Stoppe på alle stasjoner.
13	Gr. 3	Maks Høyere hastighet			Høyere hastighet Lerkendal-Leangen	

Supplement etter samling 22.05.2024

Nr. på forslag	Gruppe	Konsept	Endest. A	Endest. B	Avganger i grunnrute	Stoppmønster
14	Gr. 2		Ranheim	Melhus	To pendler Ranheim-Trondheim S-Lerkendal og Melhus-Lerkendal som alternerer med vending på Lerkendal. Er i tillegg til R70.	
15			Leangen	Leangen	Ring i en retning (opprinnelig innspill fra SJ NORD)	
16			Heimdal	Leangen	Pendel via Trondheim S (ikke Lerkendal)	
17			Marienburg	Lerkendal/Leangen/Ranheim	Stavne-Leangen-banen, snur på Marienburg (korrespondanse/"mating")	

2.2 Vurdering av konsepter

Av konseptene i Tabell 2 vurderes det at konsept nr. 1, 3, 4, 8 og 9 (som er like) vil medføre ca. 15 min lengre framføringstid for reisende for R70 hvis de skal innom Lerkendal og toget skal snu der. Dette vurderes som en så stor ulempe for reisende ikke skal til Lerkendal at konseptet 1 og 4 siles ut.

Konsept 2 innebærer etablering av ny stasjon i fjell ved Tyholt og konsept 13 medfører sannsynligvis endringer i infrastruktur. Disse konseptene siles derfor også ut i denne fasen.

Når det gjelder mulig hastighetsøkning på deler av Stavne-Leangen-banen, uten infrastrukturtiltak, vil dette undersøkes nærmere i prosjektet.

Konsept 5 medfører økt framføringstid for reisende på fjerntog på Nordlandsbanen og Dovrebanen og for reisende på Meråkerbanen. Med samme stoppmønster som anbefalt for R70 i NTP 2025-2036 mellom Heimdal og Stjørdal (Heimdal, Marienborg, Skansen, Trondheim S, Lademoen, Lilleby, Leangen, Ranheim, Vikhammer, Hommelvik, Værnes og Stjørdal) blir økningen i framføringstid omtrent slik: Dovrebanen +3 minutter, Nordlandsbanen +9 minutter, Rørosbanen uendret, Meråkerbanen +6 minutter.

Samtidig er det i anbefalt alternativ fra NTP totalt 73 avganger i sum begge retninger for R70 mellom Heimdal og Ranheim. Antall stopp per døgn i sum begge retninger vises i Tabell 3 med og uten ekstra stopp for F6, F7, R60 og R71.

Stopp	Antall stopp per døgn, sum begge retninger uten ekstra stopp	Antall stopp per døgn, sum begge retninger med ekstra stopp F6, F7, R60 og R71	Økning i antall stopp per døgn, sum begge retninger
Stjørdal	79	79	0
Værnes	79	79	0
Hommelvik	77	83	6
Vikhammer	77	83	6
Ranheim	73	83	10
Leangen	73	83	10
Lilleby	73	83	10
Lademoen	73	83	10
Trondheim S	101	101	0
Skansen	79	91	12
Marienborg	79	91	12
Heimdal	91	91	0

Tabell 3. Antall stopp per døgn i sum begge retninger, uten og med ekstra stopp for F6, F7, R60 og R71

Det vurderes at den relative økningen i antall stopp er relativt beskjeden i forhold til ulempen med økt framføringstid for andre reisende. Konsept 5 siles derfor ut.

2.3 Videreførte konsepter

Basert på gjennomgangen i det foregående videreføres 10 konsepter fra Tabell 2: nr. 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16 og 17.

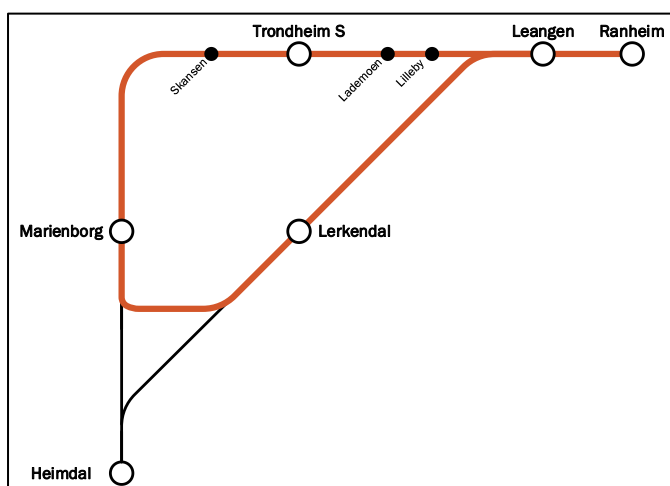
Disse konseptene kan grupperes til fire hovedkonsepter, der de enkelte videreførte konseptene fra samlingen 22. mai er varianter. Det vil da kunne være alternative start- og sluttstasjon og stoppmønster innenfor hvert hovedkonsept.

Hovedkonseptene er vist i Tabell 4 og illustrert med prinsippsskisser i Figur 10 til Figur 13.

Tabell 4. Hovedkonsepter etter siling og aggregering av innspill.

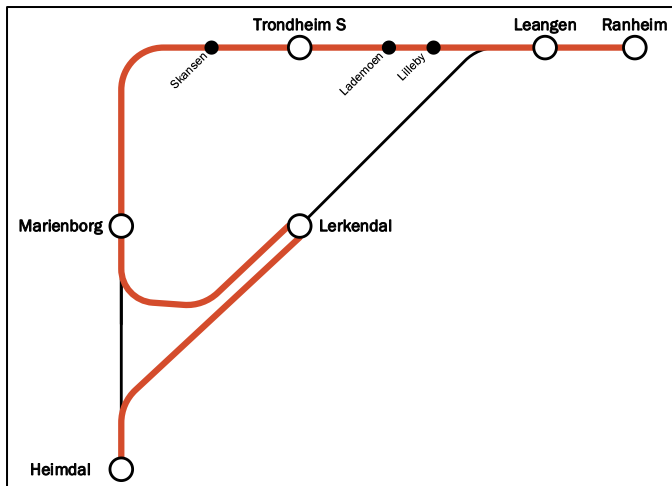
Hoved-konsept	Nr. fra samling	Type konsept	Kommentar
HK1	6, 10, 11, 12, 15	Ring med S-L-banen	To retninger eller én retning, ev. bytte av retning midt på dagen hvis en retning.
HK2	14, 16	Ny pendel	Ny pendel i tillegg til R70: (i) to separate linjer med vending på Lerkendal. HK2A mot Ranheim og HK2B mot Heimdal (ii) HK2-C Heimdal-Ranheim uten å gå innom Lerkendal
HK3	17	Overgang Marienborg ("mating")	Marienborg-Lerkendal (-Leangen) (-Ranheim)
HK4	7, 8	Pendel via S-L-banen	Tverrforbindelse Heimdal-Lerkendal-Leangen (-Ranheim) uten å gå innom Trondheim S

Følgende fire hovedkonsepter (HK) ble dermed videreført til den samfunnsøkonomiske analysen:



Figur 10: HK1 1

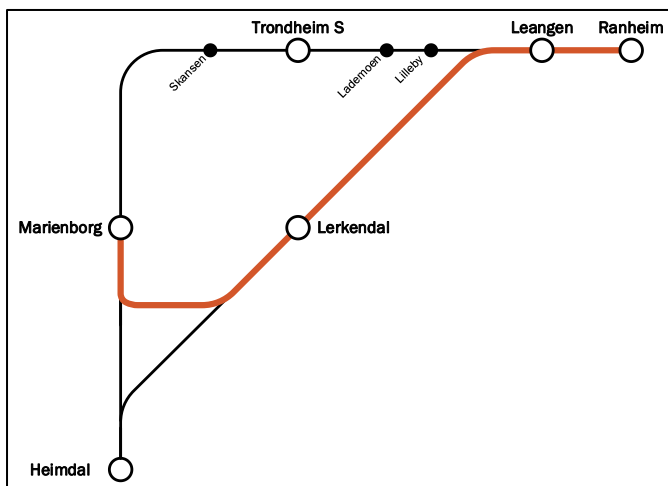
HK1 består av en lokaltoglinje som går i ring til og fra Ranheim, via Trondheim S og Stavne-Leangenbanen. Linjen har 1 avgang/time/retning. På strekningen Ranheim-Leangen danner linje L7 og R70 et samlet tilbud med 4 avganger i timen, altså hvert 15. minutt. På strekningen Leangen-Marienborg blir det samlet 3 avganger i timen.



Figur 11: HK2

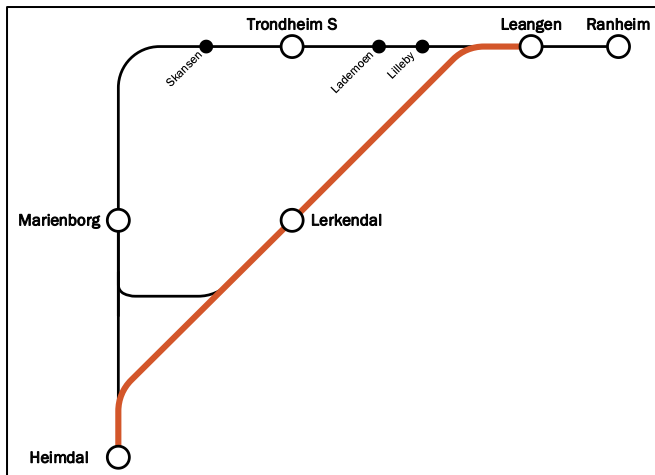
HK2 består av to lokaltoglinjer: En som går Ranheim-Lerkendal og en som går Lerkendal-Heimdal. Hver linje har 1 avgang/time/retning.

Avganger for L7 går i det ene av to 30-minuttersintervaller for R70 (Trønderbanen) og gir sammen med R70 tre tog/time/retning Marienborg-Ranheim. På strekningen Marienborg-Ranheim blir 30-minuttersintervallet delt ca. 20 min/10 min mot nord og ca. 10 min/20 min mot sør. Intervall mellom tog er da 30/20/10 eller 30/10/20 avhengig av retning. På strekningen Selsbakk-Heimdal blir 30-min-intervallet delt ca. 20 min/10 min mot nord og ca. 10 min/20 min mot sør. Det er imidlertid ikke passasjerutveksling på Selsbakk slik at intervallet bare gjelder for reiser generelt til og fra Heimdal.



Figur 12: HK3

HK3 består av en lokaltoglinje som går mellom Ranheim og Marienborg, via Stavne-Leangenbanen. Linjen har 1 avgang/time/retning. På strekningen Ranheim-Leangen danner linje L7 og R70 et samlet tilbud med 3 avganger i timen. Optimalt burde avgangen på L7 gått fra Ranheim på minuttall XX:18 for å ligge midt mellom R70s avganger som går på minuttall XX:03 og XX:33. Men grunnet kryssinger og materiellturnering er avgangen til L7 lagt på minuttall XX:14.



Figur 13: HK4

HK4 består av en lokaltoglinje som går mellom Leangen og Heimdal via Stavne-Leangenbanen. Linjen har 1 avgang/time/retning. På relasjonen Heimdal-Leangen danner linje L7 og R70 et samlet tilbud med 3 avganger i timen. L7 har linjevei via Lerkendal mens R70 har linjevei via Trondheim S. Optimalt burde avgangen på L7 gått fra Heimdal på minuttall XX:27 for å ligge midt mellom R70s avganger som går på minuttall XX:12 og XX:42. Men grunnet kryssinger og materiellturnering er avgangen til L7 lagt på minuttall XX:20.

3 Konsepter og rutemodeller

3.1 Hovedkonsept 1

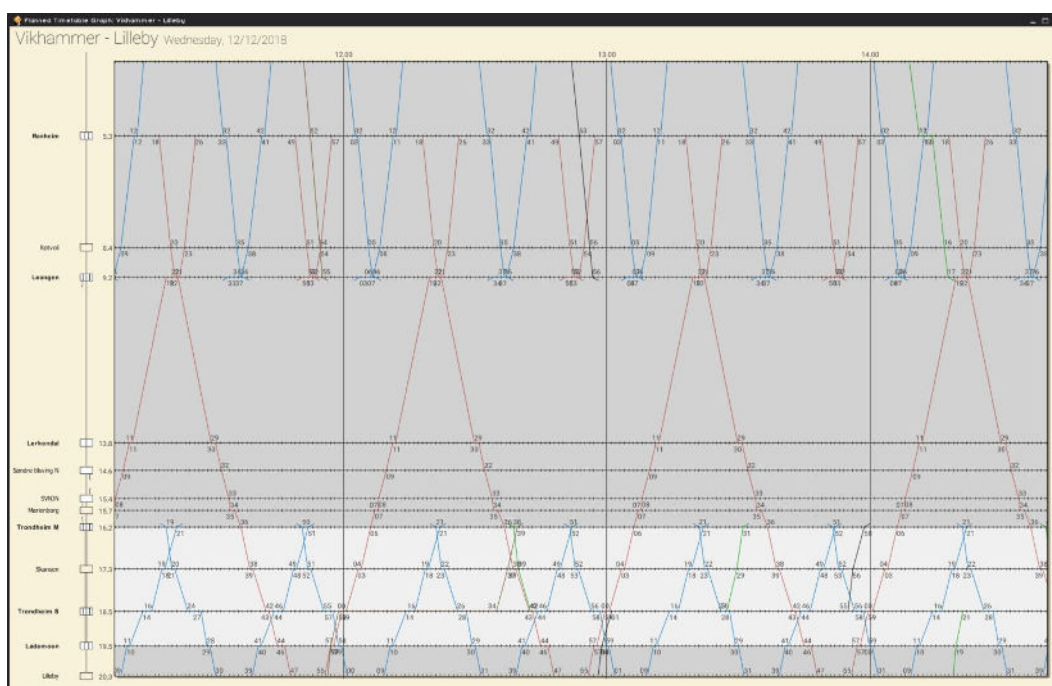
Dette hovedkonseptet innebærer at togene kjører i ring, med både utgang- og endestasjon på Ranheim.

I rutemodellen til NTP25-36 har linje R70 systemkryssing på Leangen. Siden R70 har to avganger/time hver vei betyr det at det er begrenset med muligheter for å snu togsett på Leangen og i tillegg ha kort nok overgangstid mellom R70 og L7 slik at det blir et effektivt tilbud.

Alternativet er å heller snu linje L7 på Ranheim. Dette medfører lang overgangstid mellom R70 og L7 både for de som skal nordover og sørover. Det fører også til at L7 opptar et spor på Ranheim store deler av dagen slik at Ranheim ikke kan benyttes til kryssing for R70 i tilfeller der sydgående tog er forsinket.

3.1.1 Alternativ 1 Ranheim – Ranheim, begge retninger

- Fra/til
 - Ranheim – Ranheim, via Lerkendal
- Stoppesteder
 - Ranheim, Leangen, Lerkendal, Marienborg, Skansen, Trondheim S, Lademoen, Lilleby
- Frekvens
 - 1 avgang/time/retning
- Retning
 - Begge retninger
- Vendetider
 - 21/23 minutter på Ranheim
- Kjøretøybehov
 - 2 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - 11 konflikter med øvrige tog
 - En del av konfliktenes kan løses med at de øvrige togene venter på Ranheim for kryssing

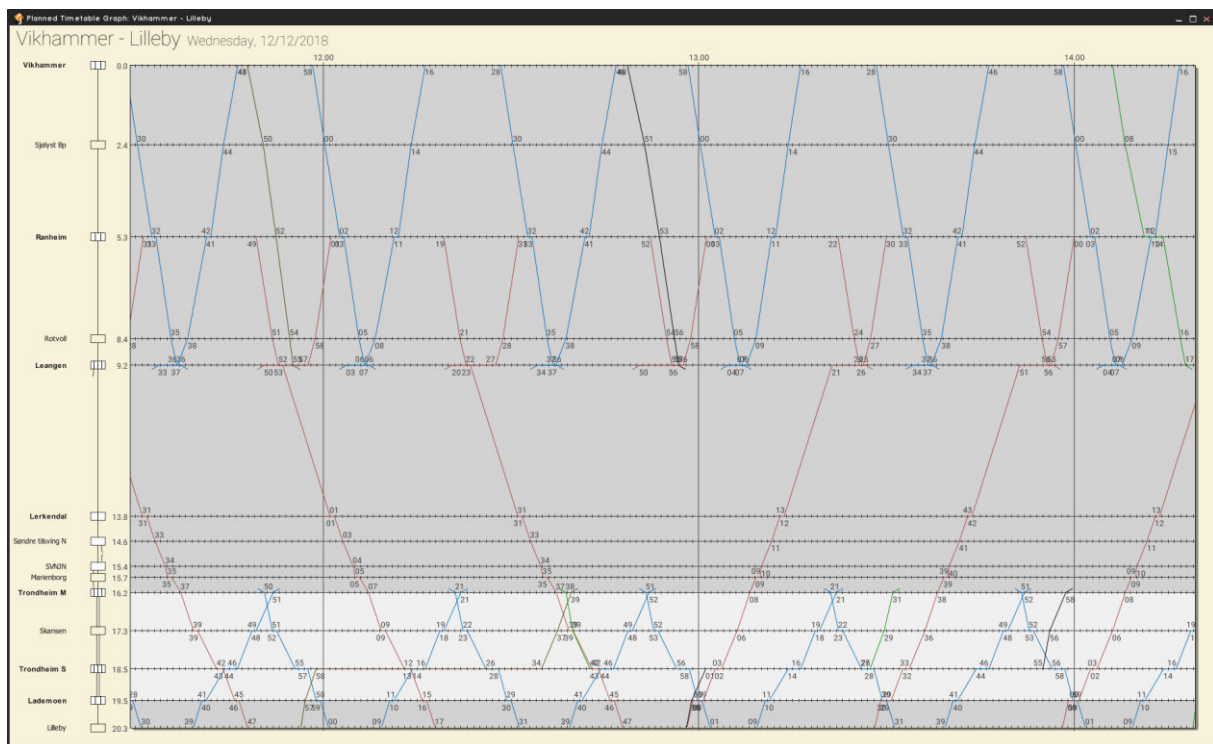


Strekningen Leangen-Lerkendal-Marienburg er kun trafikkert av linje L7 og her er der derfor ingen konflikter. På strekningen Marienburg-Trondheim S-Lademoen er det et funksjonelt dobbeltspor, noe som gir høy kapasitet og få konflikter.

Det er på strekningen Lademoen-Ranheim de fleste konfliktene oppstår. Dette lokaltogtilbudet er plassert slik at det sammen med den eksisterende linjen R70 oppnår kvatersintervall fra Ranheim i retning Trondheim S. Men det er også i dette tidsrommet, midt mellom R70-avgangene, at de øvrige godstog, regiontog og fjerntog er lagt. Siden L7 vender på Ranheim og beslaglegger et spor er det også begrenset med mulighet til å flytte kryssinger til Ranheim. For å løse opp i konfliktene vil det føre til flere forlengede framføringstider.

3.1.2 Alternativ 2 Ranheim – Ranheim, én retning av gangen

- Fra/til
 - Ranheim – Ranheim, via Lerkendal
- Stoppsteder
 - Ranheim, Leangen, Lerkendal, Marienborg, Skansen, Trondheim S, Lademoen, Lilleby
- Frekvens
 - 2 avgang/time
- Retning
 - Kjøres i kun en retning av gangen. Med klokken på før klokken 13, og mot klokken etter klokken 13
- Vendetider
 - 18/22 minutter på Ranheim
- Kjøretøybehov
 - 2 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - 3 konflikter med øvrige tog
 - Et langt opphold på Leangen reduserer antallet konflikter, men øker fremføringstiden



Figur 15 Illustrasjon av grafisk rute, der linje L7 bytter retning midt på dagen

I likhet med alternativ 1 er det på strekningen Lademoen-Ranheim at de fleste konfliktene oppstår. I dette alternativet har L7 et langt opphold på Leangen, på slutten av ruten. Dette er lagt inn for å løse en del av konfliktene på en måte som likevel gir mer eller mindre stive ruter. Men dette betyr også at framføringstiden er lengre enn nødvendig for enkelte avganger. Dersom man går videre med dette alternativet bør man vurdere reisetid opp mot nytten av stive ruter.

3.2 Hovedkonsept 2

Oppsummering av hovedkonsept 2:

- Fra/til
 - Ranheim–Trondheim S-Lerkendal hhv. Heimdal-Lerkendal
- Stoppesteder
 - Ranheim, Leangen, Lerkendal, Marienborg, Skansen, Trondheim S, Lademoen, Lilleby, Heimdal
- Frekvens
 - 1 avgang/time/retning for hver linje
- Vendetider
 - Ca. 8 minutter på Lerkendal og ca. 9 min på Ranheim (HK2A) hhv. ca. 19 minutter på Lerkendal og 22 min på Heimdal (HK2B)
- Kjøretøybehov
 - 2 kjøretøy

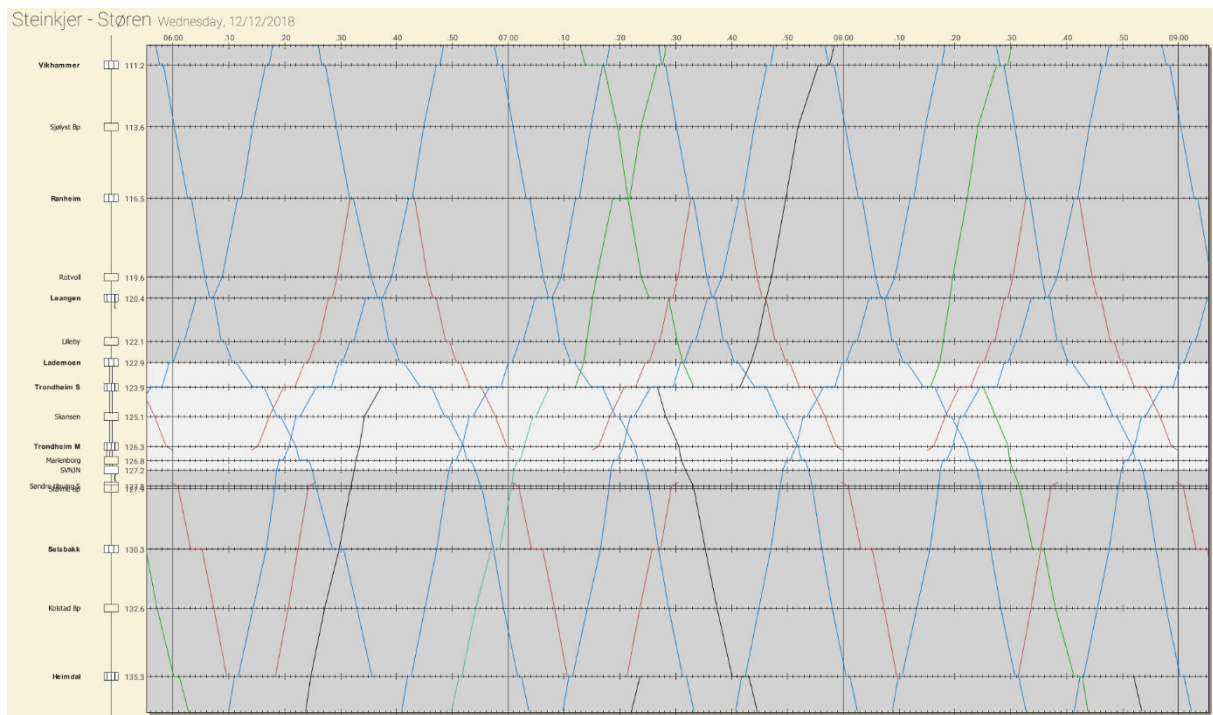
I hovedkonsept 2 er det to pendler: HK2-A Lerkendal-Ranheim og HK2-B Lerkendal-Heimdal. Begge snur altså på Lerkendal, men siden det er bare ett spor på Lerkendal kan vendingen av tog ikke skje samtidig.

Det er utarbeidet en rutemodell som medfører at HK2-A ankommer Lerkendal omtrent på minutt 4 og avgår på minutt 12, og HK2-B ankommer omtrent på minutt 40 og avgår på minutt 58. De eksakte tidene varierer ut fra tilpasninger til øvrig trafikk (se omtale senere i avsnittet).

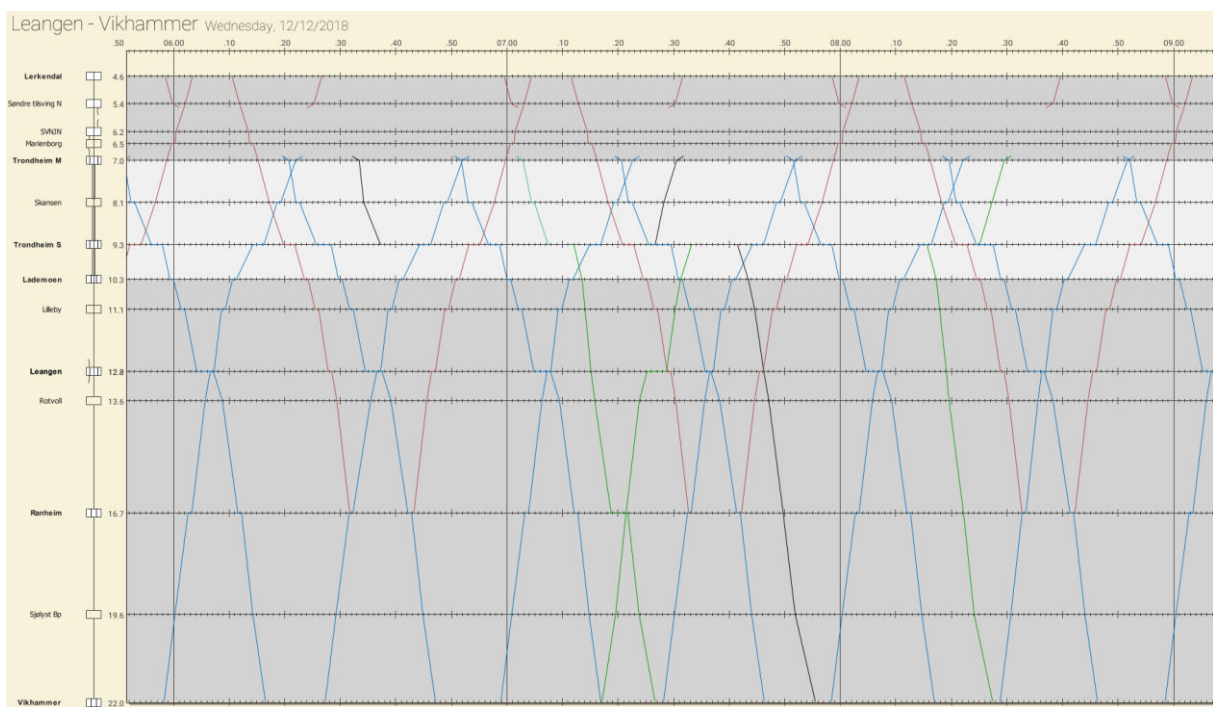
Trafikken kjøres både på strekningen Ranheim-Heimdal, Lerkendal-Ranheim og Lerkendal-Heimdal. Tilbudet er derfor vist i tre figurer, Figur 16 til Figur 18, for å dekke hele infrastrukturen som benyttes. Det er vist et utsnitt av rutemodellen for time 6, 7 og 8.

Tilbudskonseptet krever i sum to togstammer (i praksis to enkeltsett) i omløp, med en stamme per linje.

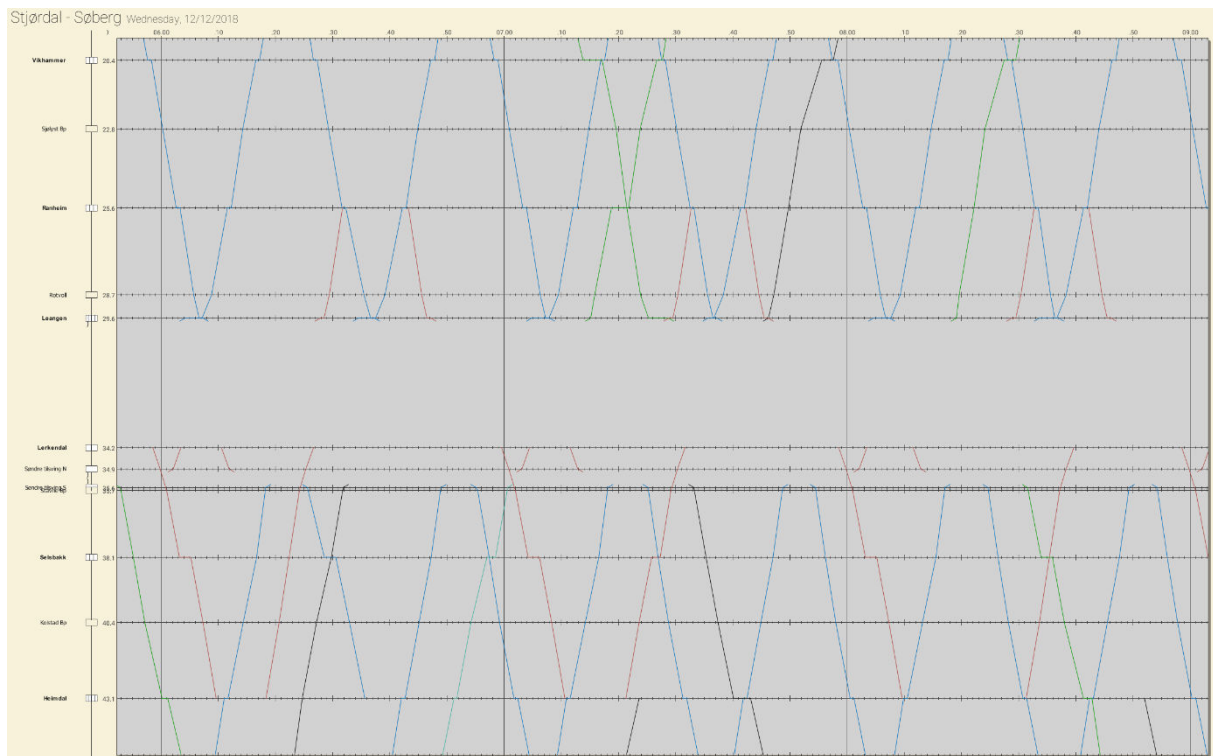
Som det sees i Figur 16 og Figur 18 er det behov for samtidig innkjør på Ranheim ved ankomst av L7 fra Leangen samtidig med ankomst av R70 fra Vikhammer.



Figur 16. Grafisk rute HK2-A og HK2-B Vikhammer-Trondheim S-Heimdal.



Figur 17. Grafisk rute HK2-A og HK2-B Lerkendal-Ranheim.

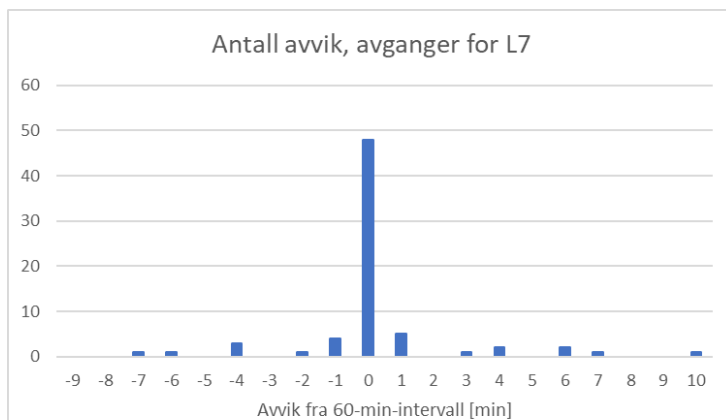


Figur 18. Grafisk rute HK2-A og HK2-B Lerkendal-Heimdal.

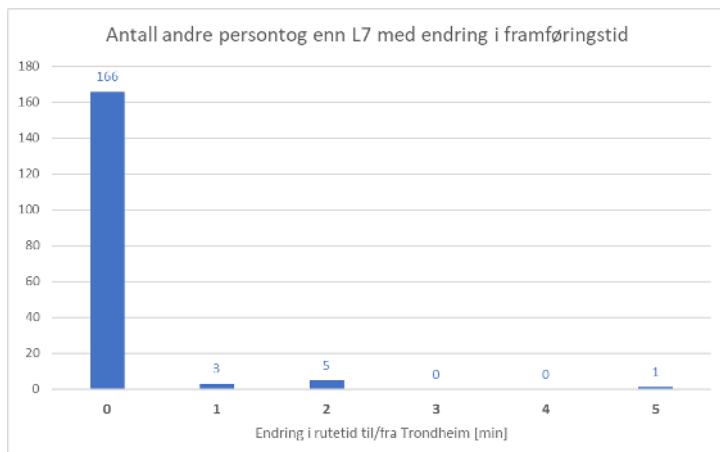
Det har vært nødvendig å justere avganger for både L7 og for andre persontog for å få alle tog framført.

Avvikene for L7 er målt i forhold til et ideelt 60-minuttersintervall ved Lerkendal (på begge linjer), Ranheim og Heimdal. For andre persontog er det ikke et fast intervall å sammenligne med, men der er avvik i intervall målt som avvik fra framføringstid i situasjonen uten L7.

Avvikene er vist i Figur 19 og Figur 20.



Figur 19. Fordeling av avvik fra ideelle 60-minuttersintervall for L7.



Figur 20. fordeling av avvik fra framføringstid til/fra Trondheim S for andre persontog.

Avganger for L7 går i det ene av to 30-minuttersintervaller for R70 (Trønderbanen) og gir sammen med R70 tre tog/time/retning Marienborg-Ranheim. På strekningen Marienborg-Ranheim blir 30-minuttersintervallet delt ca. 20 min/10 min mot nord og ca. 10 min/20 min mot sør. Intervall mellom tog er da 30/20/10 eller 30/10/20 avhengig av retning. På strekningen Selsbakk-Heimdal blir 30-min-intervallet delt ca. 20 min/10 min mot nord og ca. 10 min/20 min mot sør. Det er imidlertid ikke passasjerutveksling på Selsbakk slik at intervallet bare gjelder for reiser generelt til og fra Heimdal.

Snutiden ved Lerkendal og ved Ranheim hhv. Heimdal er vist i Tabell 5.

Tabell 5. snutider for HK2-A og HK2-B.

	HK2A		HK2-B	
Snutider	Lerkendal	Ranheim	Lerkendal	Heimdal
Min	00:07:05	00:08:33	00:11:52	00:08:43
Maks	00:09:05	00:11:33	00:32:52	00:28:43
Median	00:08:05	00:09:33	00:18:52	00:21:43

Snutider er lave i HK2A og er bare noen få minutter større enn teknisk minste snutid. Det betyr at margin til å fange opp mindre forsinkelser er lav og at det må forventes at driftskvaliteten for HK2A ikke er så høy som ønsket.

3.3 Hovedkonsept 3

Dette hovedkonseptet sørger for et eget togtilbud til Lerkendal som korresponderer med R70 Trønderbanen på Marienborg og/eller Leangen. Slik skal det bli enkelt å reise med tog til Lerkendal både nordfra og sørfra. For at det skal bli et godt tilbud må overgangen mellom de to togtilbudene være så effektiv som mulig. Ideelt bør det være som overgangen mellom F6 og R65 på Dombås, der R65 står klar i et annet spor når F6 ruller inn på stasjonen.

Togtilbudet vil også kunne gi en snarvei gjennom byen, for de som ikke skal til/fra Trondheim S, men heller langs øst-vest akse.

I rutemodellen til NTP25-36 har linje R70 systemkryssing på Leangen. Siden R70 har to avganger/time hver vei betyr det at det er begrenset med muligheter for å snu togsett på Leangen og i tillegg ha kort nok overgangstid mellom R70 og L7 slik at det blir et effektivt tilbud.

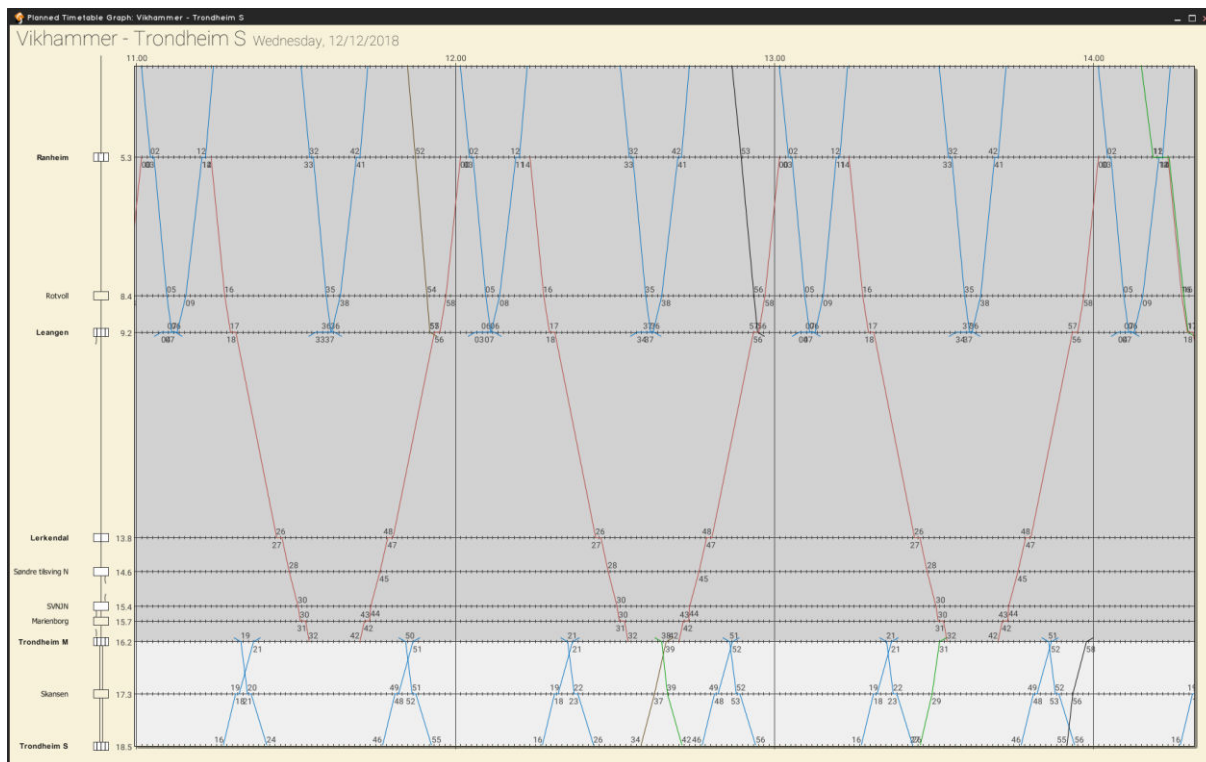
Alternativet er å heller snu linje L7 på Ranheim. Dette medfører lang overgangstid mellom R70 og L7 både for de som skal nordover og sørover. Det fører også til at L7 opptar et spor på Ranheim store deler av dagen slik at Ranheim ikke kan benyttes til kryssing for R70 i tilfeller der sydgående tog er forsinket.

Trondheim M har tre spor og vil være et godt sted for å snu togsett uten å påvirke annen trafikk.

3.3.1 Alternativ 1 Ranheim – Marienborg

Dette alternativet skaper en «snarvei under byen» fra Leangen til Lerkendal, og har overgangsmuligheter til linje R70 på Leangen og Marienborg.

- Fra/til
 - Ranheim – Marienborg (vender på Trondheim M)
- Stoppesteder
 - Ranheim, Leangen, Lerkendal, Marienborg
- Frekvens
 - 1 avgang/time/retning
- Retning
 - Begge retninger
- Vendetider
 - 14 minutter på Ranheim, 10 minutter på Trondheim M
- Kjøretøybehov
 - 1 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - 7 konflikter med øvrige tog
 - Flere av konfliktene lar seg løse med at de øvrige togene blir stående på Leangen for kryssing med L7



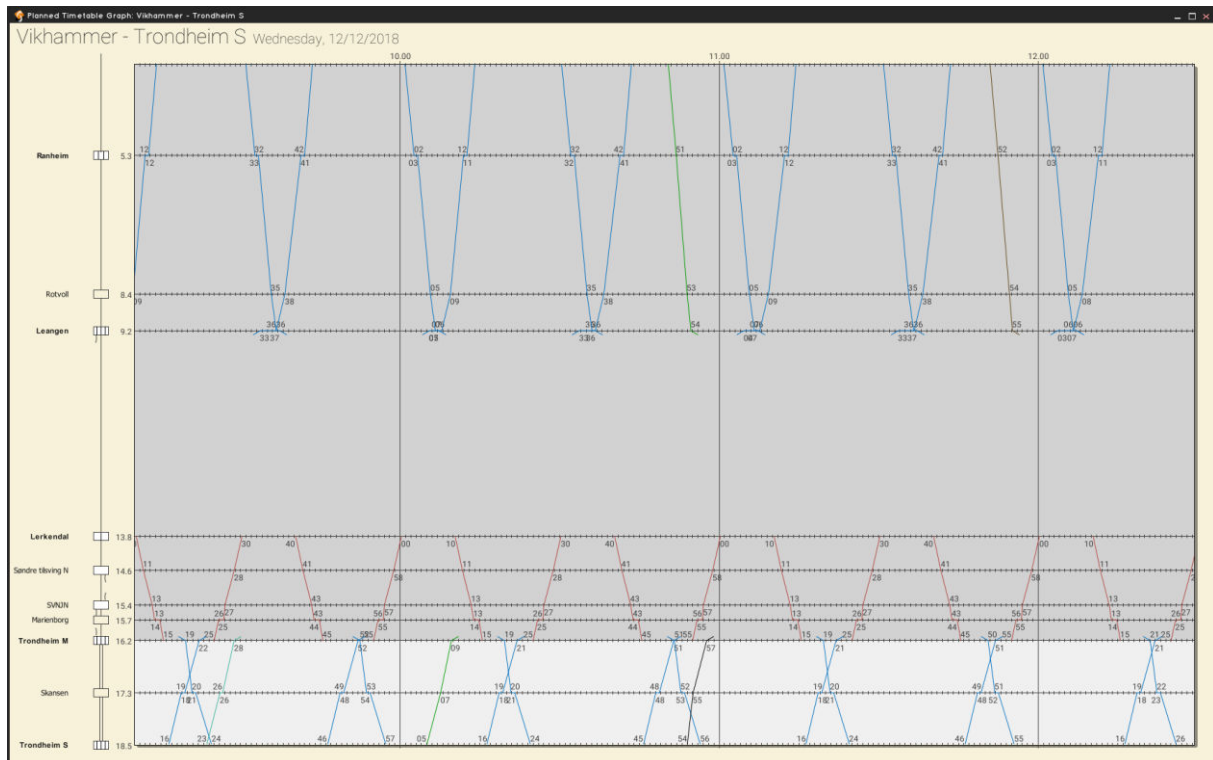
Figur 21 Illustrasjon av grafisk rute, det linje L7 kjører Ranheim-Trondheim M

På grunn av begrenset kapasitet og øvrig togtrafikk er det vanskelig å få til effektive bytter mellom R70 og L7. Dersom man skal reise Stjørdal-Ranheim med R70 og Ranheim-Lerkendal med L7 vil man måtte vente 12 minutter på Ranheim. Dermed blir ikke reisen så effektiv som den kunne ha vært, og differansen i reisetid mot buss reduseres.

3.3.2 Alternativ 2 Lerkendal - Marienborg

Dette alternativet sørger for overgang fra/til Lerkendal på alle avganger for R70 på Marienborg.

- Fra/til
 - Lerkendal – Marienborg (vender på Trondheim M)
- Stoppesteder
 - Lerkendal, Marienborg
- Frekvens
 - 2 avgang/time/retning
- Retning
 - Begge retninger
- Vendetider
 - 10minutter på Lerkendal, 10 minutter på Trondheim M
- Kjøretøybehov
 - 1 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - Ingen konflikter med øvrige tog



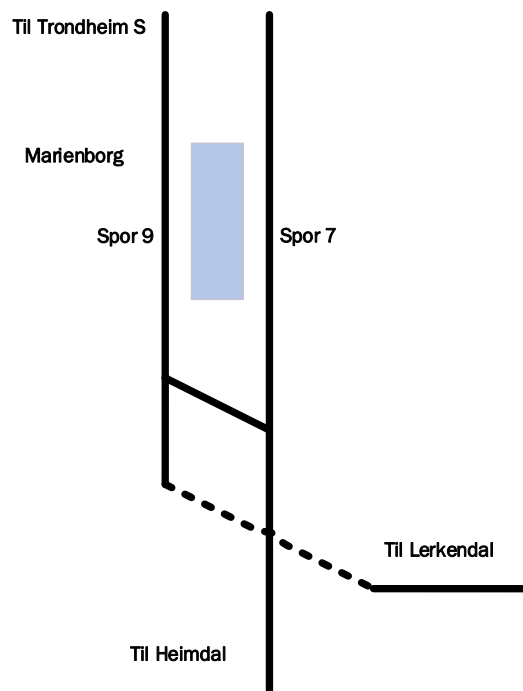
Figur 22 Illustrasjon av grafisk rute, der linje L7 kjører Lerkendal - Trondheim M

Dette alternativet innebærer svært kort linjevei, det tar omtrent 4 minutter å kjøre fra Lerkendal til Marienborg. Dette resulterer i at toget bruker mer tid på å vende på endestasjon enn det bruker på å faktisk kjøre med passasjerer. Den korte linjeveien medfører også at man kan kjøre to avganger/time begge retninger ved å kun bruke ett kjøretøy.

Siden linjeveien er kort og det ikke er konflikter med andre tog er det enklere å tilpasse L7 til bedre overgangstider på Marienborg. Under er overgangstider mellom linje R70 og L7 på Marienborg listet opp:

- En reise fra Lerkendal til Stjørdal
 - 7 minutter
- En reise fra Lerkendal til Melhus
 - 9 minutter
- En reise fra Stjørdal til Lerkendal
 - 6 minutter
- En reise fra Melhus til Lerkendal
 - 4 minutter

Overgangstider på opptil 9 minutter vil nok virke alt for lenge når turen Marienborg-Lerkendal kun tar 4 minutter.



Figur 23 Forutsatt infrastruktur på Marienborg

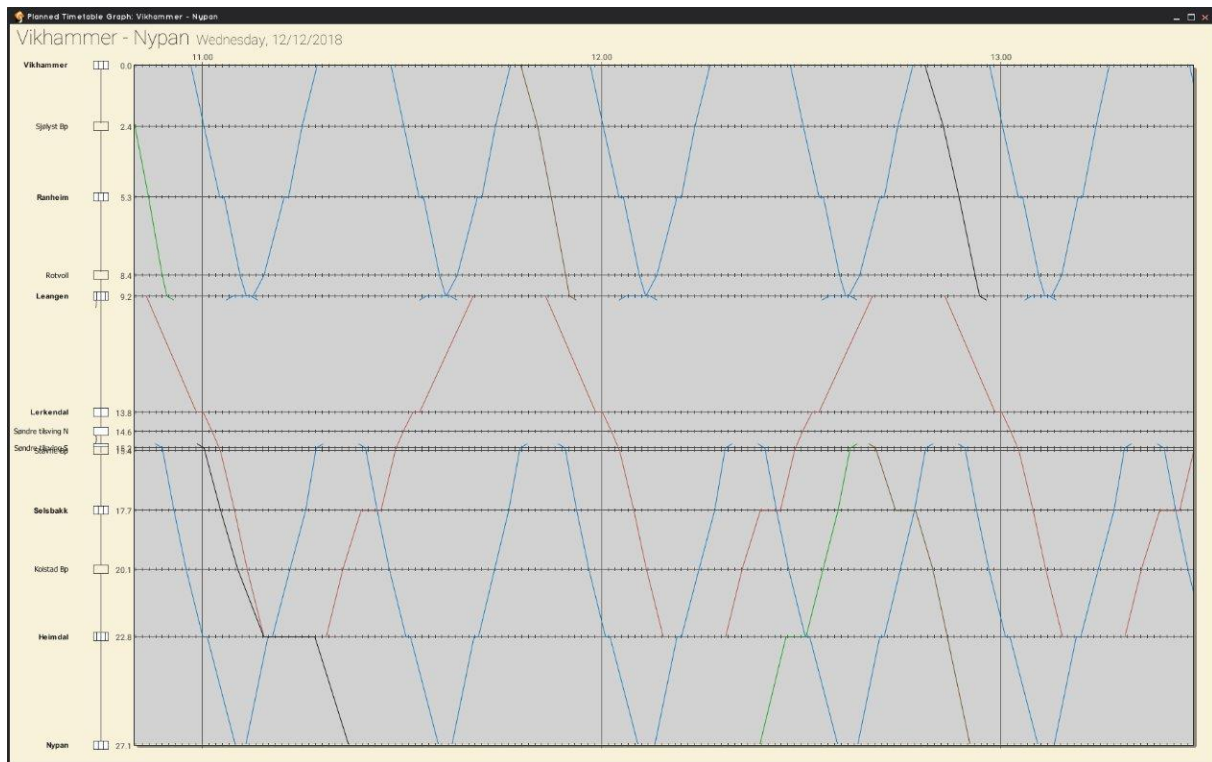
I referansealternativet har vi forutsatt infrastrukturiltakene i E19, som blant annet inneholder funksjonelt dobbeltspor Marienborg-Lademoen. Dette vil medføre retningsdrift, og alle nordgående tog vil benytte spor 7 på Marienborg, mens sydgående tog vil benytte spor 9.

Men tog til og fra Lerkendal vil måtte bruke spor 9 for tog i begge retninger, som man kan se i figuren over. Dette reduserer kapasiteten og vanskeliggjør effektive bytter mellom R70 og L7

3.4 Hovedkonsept 4 Leangen - Heimdal

Dette konseptet gir en snarvei fra Leangen til Heimdal, men går ikke innom Trondheim S.

- Fra/til
 - Leangen – Heimdal, via Lerkendal
- Stoppesteder
 - Leangen, Lerkendal, Heimdal
- Frekvens
 - 1 avgang/time/retning
- Retning
 - Begge retninger
- Vendetider
 - 9 minutter på Leangen, 9 minutter på Heimdal
- Kjøretøybehov
 - 1 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - 6 konflikter
 - De fleste mellom Marienborg og Heimdal



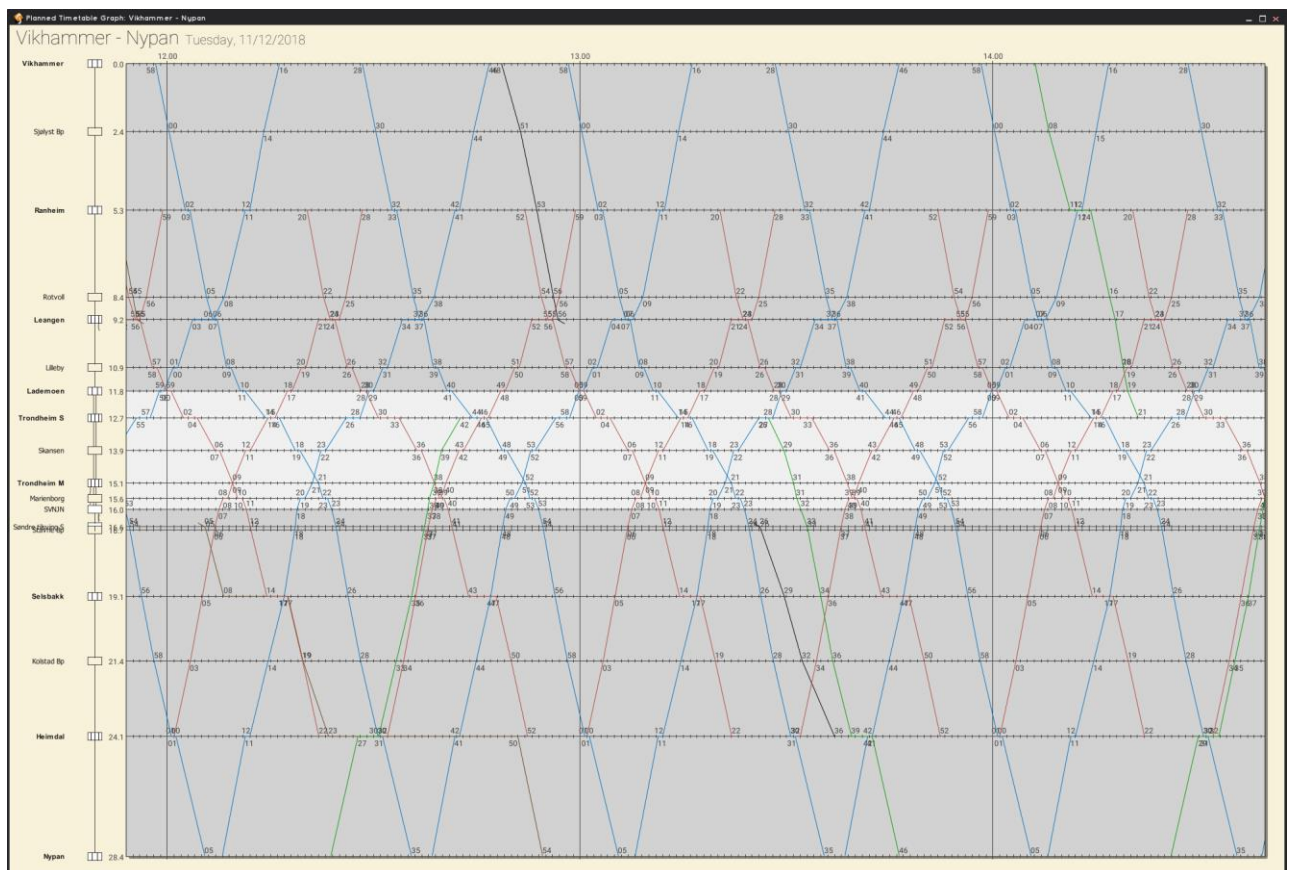
Dette konseptet vender på Leangen istedenfor Ranheim for å minimere antall konflikter. Dette går utover korrespondansen nordover, da L7 ankommer Leangen like etter at R70 har gjennomført systemkryssingen. Ønsker man å reise fra Lerkendal med L7 og bytte til et nordgående R70-tog på Leangen må man vente i nesten 30 minutter.

3.5 Hovedkonsept 5 Flytte godstog til Stavne-Leangenbanen

Dette konseptet ble lagt til på et senere tidspunkt for å sjekke om det å flytte alle godstog til Stavne-Leangenbanen vil frigi nok kapasitet på Dovre- og Nordlandsbanen til å gi bedre plass til et nytt lokaltogtilbud.

I tillegg innebærer dette konseptet at linje L7 kjøres med 2 avganger i timen på strekningen Heimdal-Ranheim. I stedet for å opprette en ny linjevei så vil dette konseptet styrke tilbudet til linje R70, og til sammen gi fire tog i timen hver vei.

- Fra/til
 - Heimdal – Ranheim, via Trondheim S
- Stoppesteder
 - Heimdal, Marienborg, Skansen, Trondheim S, Lademoen, Lilleby, Leangen, Ranheim
- Frekvens
 - 2 avgang/time/retning
- Retning
 - Begge retninger
- Vendetider
 - 21/24 på Ranheim og 9/10 på Heimdal
- Kjøretøybehov
 - 3 kjøretøy
- Konfliktnivå
 - 29 konflikter
 - De fleste mellom Marienborg og Heimdal



Figur 24 Illustrasjon av grafisk togrute, der L7 har to avganger/time/retning

Alle godstog er i dette konseptet lagt om Lerkendal på Stavne-Leangenbanen. Endringene i rutene ble kun gjort på strekningen Vikhammer-Heimdal og dette førte til lengre framføringstid for enkelte godstog. Hadde

man sett på hele rutemodellen og gjort større endringer hadde man kunne funnet en bedre løsning som ga mindre økning i framføringstid.

Siden vi forutsetter dobbeltspor Marienborg-Lademoen er det ikke noe stort problem kapasitetsmessig på akkurat denne strekningen. Det gir derfor ikke et stort utslag på kapasiteten å flytte alle godstog til Stavne-Leangenbanen.

Dette konseptet er det eneste som har en gjennomgående lokaltoglinje som både trafikkerer avsnittene Heimdal-Marienborg og Lademoen-Ranheim. Disse to strekningene er høyt utnyttet og gir dermed mange konflikter.

Som nevnt tidligere er det blandet trafikk på både Dovre- og Nordlandsbanen. Dette gjør det svært vanskelig å plass til et nytt lokaltogtilbud med noenlunde stive ruter, i tillegg til R70s «To tog i timen».

3.6 Utvelgelse av 4 konsepter

I avtalen med konsulent var det lagt opp til analyse av maksimalt fire konsepter.

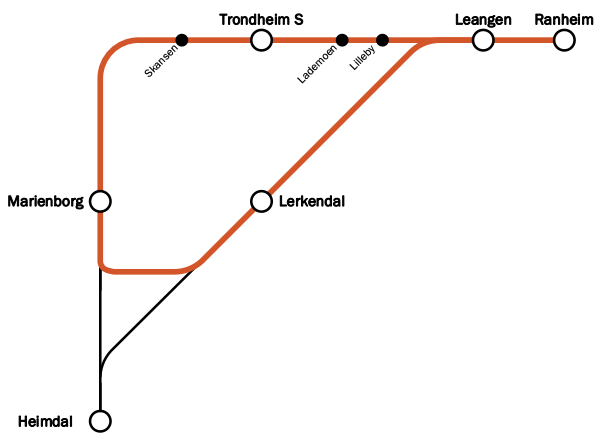
HK1.2 vurderes som uoversiktlig og lite lettfattelig da linjen kjører i ring og skifter retning midt på dagen. Går ikke videre med dette konseptet.

HK2C er en pendel Heimdal-Ranheim via Marienborg og Trondheim S. Siden trafikken ikke benytter Stavne-Leangenbanen er tilbudet uavhengig av elektrifisering av Stavne-Leangenbanen og konseptet er derfor ikke relevant i denne analysen for bruk av nettopp Stavne-Leangenbanen. Går ikke videre med dette konseptet.

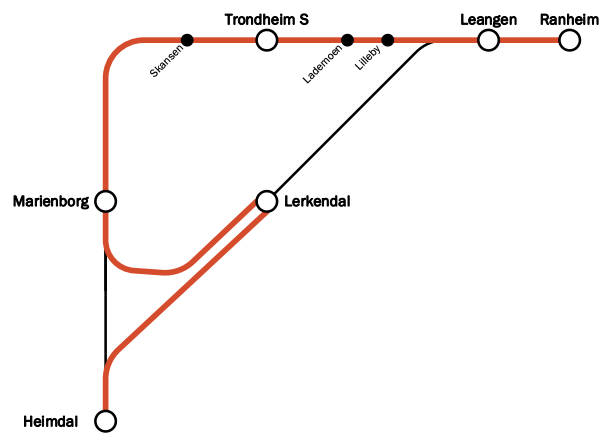
HK3.2 vurderes som lite gjennomførbart da linjen kjører en svært kort strekning, og bruker mer tid på å vende på endestasjonene. Går ikke videre med dette konseptet.

HK5 vurderes som lite gjennomførbart da det er svært mange konflikter med annen togtrafikk. Går ikke videre med dette konseptet.

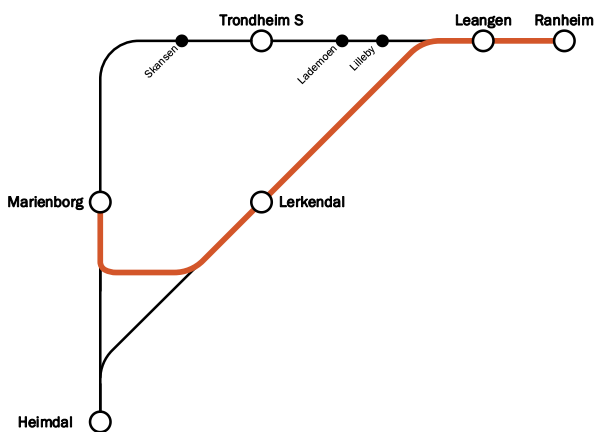
Under er de fire konseptene man går videre med:



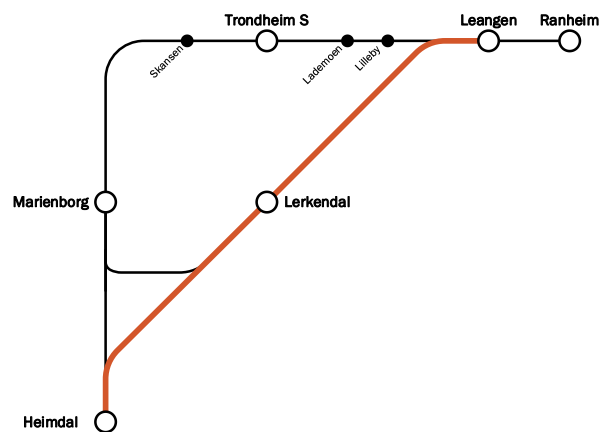
Figur 25 Hovedkonsept 1. Én avgang/time/retning



Figur 26 Hovedkonsept 2. Én avgang/time/retning



Figur 27 Hovedkonsept 3. Én avgang/time/retning



Figur 28 Hovedkonsept 4. Én avgang/time/retning

Alle konfliktene i de fire konseptene ble løst ved at man la inn nye kryssinger og justerte minuttall. Konfliktene ble løst med den løsningen som ga færrest minutter i økt framføringstid. Dette betyr at både linje L7 og øvrige tog har fått noe lengre framføringstid. Alle endringene ble gjort på strekningen Vikhammer-Heimdal, slik at resten av rutemodellen er lik.

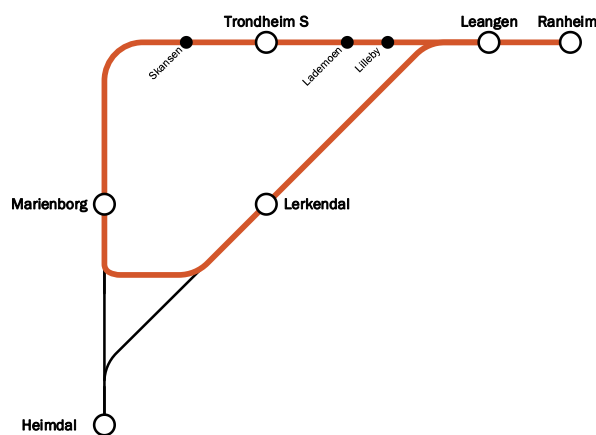
4 Tilbakemeldinger fra konsulent og optimering

I analysene til konsulenten ble det pekt på at «Dersom man klarer å optimalisere HK1 ytterligere for å redusere ulempene for øvrige trafikanter vil dette tiltaket ha mest oppside i form av trafikanntytte» og «Videre gir HK3 lavere effekt på overføring av reiser fra bil sammenlignet med HK1/HK2 som samlet sett gir et vesentlig større antall togreisende. HK1 kommer også vesentlig bedre ut enn HK3 på øvrige effekter, herunder reduksjon i klimagassutslipp og lokal luftkvalitet.»

I samråd med konsulenten ble man enige om å videreutvikle HK1, med fokus på å minimere ulempen for øvrige tog.

4.1 Hovedkonsept 1.3

HK1.3 er basert på HK1 og de fleste egenskapene er like. Forskjellen ligger i at i konflikthåndteringen er det linje L7 som blir nedprioritert og får lengre framføringstid og at det øvrige togtilbudet har så få endringer som mulig.

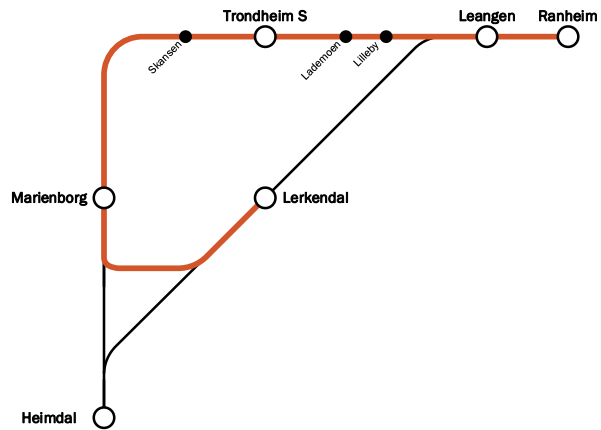


Figur 29 Hovedkonsept 1.3. Én avgang/time/retning

Dette fører til at flere av avgangene på L7 kjøres på avvikende minuttall sammenlignet med HK1. Dette er uheldig for de reisende da man ikke har et fast tidspunkt å forholde seg til, og at planlagt minuttall kan endre seg time til time gjennom driftsdøgnet.

4.2 Hovedkonsept 1.4

HK1.4 er basert på HK1, men her går ingen avganger mellom Lerkendal og Leangen. I stedet så snur togene på Lerkendal og returnerer til Ranheim via Trondheim S. Dette konseptet har 2 avganger/time/retning, men krever også 3 kjøretøy.



Figur 30 Hovedkonsept 1.4. To avganger/time/retning

Likt som i HK1.4 er konfliktene løst slik at L7 tar størstedelen av økningen i framføringstid. Også her fører det til at man ikke oppnår fast avgangstidpunkt for linje L7 gjennom driftsdøgnet, men minuttallene varierer fra time til time.