

Modernisering av Rørosbanen

Gjermund Siksjø Johansen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Alf Helge Løhren, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Modernisering av Rørosbanen	Dato: 10/6-2013		
	Antall sider (inkl. bilag): 131		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Gjermund Siksjø Johansen			
Faglærer/veileder: Førsteamanuensis II Alf Helge Løhren			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Tor Johan Nicolaisen, Raymond Siiri			

I 2012 ble Dovrebanen stengt i 8 uker etter et større jordras ved Soknedal. Dette raset hemmet gods- og persontransporten mellom Oslo og Trondheim, og førte til at deler av godstransporten ble kjørt over Rørosbanen. Godsavviklingen var ikke uten problemer, da Rørosbanen manglet kapasitet til å ta alle godstogene. I tillegg er ikke Rørosbanen elektrifisert, som presenterte et problem for transportselskapene, siden de har begrenset tilgang på lokomotiver uten elektrisk fremdrift.

Med en elektrifisert Rørosbane, opprustet med forlengede krysningsspor og oppgradert fjernstyring mellom Røros og Støren, vil banen være rustet til en eventuell stenging av Dovrebanen. Dette er fordelaktig, da det vises i oppgaven at Dovrebanen har vært stengt nesten 4 % av tiden de 5 siste årene. Til sammenlikning har Rørosbanen vært stengt i underkant av 1 %.

Dersom Rørosbanen elektrifiseres og settes i den stand som behøves for å kjøre godstransporter i avvikssituasjoner, vil den nødvendigvis være godt nok rustet til å kunne ta deler, eller all, godstrafikk til vanlig. Med dagens vekst i godsvolum, vil Dovrebanen møte kapasitetsproblemer innen få år, og Rørosbanen kan da avlaste dette problemet. Dette er i tråd med de politiske ønsker om å få mer gods over fra veg til bane.

I dag brukes Rørosbanen til person- og tømmertransport. Sentralt i oppgaven er å finne ut hva en modernisering vil ha å si for disse transportstrømmene, og om det eventuelt er tiltak som vil gi en ytterligere gevinst enn elektrifisering og kapasitetstiltak.

Oppgaven tar for seg moderniseringsønsker og -forslag for Rørosbanen, kartlagt gjennom en intervjuundersøkelse med de fleste av kommunene banen går gjennom. Alle ønskene og forslagene funnet er gjennomgått, sammen med de planer Jernbaneverket har utredet for jernbanestrekningen. I denne gjennomgangen er det vurdert hvilken effekt de forskjellige tiltakene vil gi, og en kombinasjon av tiltak er anbefalt på bakgrunn av mål fra både kommunene og Jernbaneverket.

Stikkord:

- | |
|-------------------------|
| 1. Moderniseringstiltak |
| 2. Rørosbanen |
| 3. Solørbanen |
| 4. Ruteendringer |

Gjermund Siksjø Johansen(sign.)

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet ved NTNUs institutt for bygg, anlegg og transport (BAT) våren 2013, som den obligatoriske og avsluttende delen av mitt 5-årige utdanningsløp ved universitetet. Oppgaven er skrevet for Jernbaneverket og tilsvarer 30 studiepoengs studiebelastning (omlag 800 timer).

Oppgaven ble valgt med utgangspunkt i min prosjektoppgave *Redusert kjøretid på Rørosbanen* og innspill fra Jernbaneverket. Masteroppgaven består av tre hoveddeler, fordelt på 8 kapitler.

Jeg ønsker å takke min veileder ved NTNU, Alf Helge Løhren og mine veiledere ved Jernbaneverket, Tor Nicolaisen og Raymond Siiri for deres støtte og hjelp til å skrive denne oppgaven. En stor takk rettes også til Petter Johansen, Kristin Siksjø og Siri Rød som har lest korrektur og hjulpet meg med å gjøre oppgaven mer leselig.

SAMMENDRAG

Rørosbanen er en av de eldste jernbanestrekningene i Norge. Den er bygget gjennom tre ulike regioner: landbrukslandskapet på Hedemarken, de brede U-dalene i Østerdalen, og den elvedalen i Gauldalen. Banen går mellom Hamar og Støren, og andre viktige stasjoner inkluderer: Elverum, Koppang, Tynset og Røros.

Siden banen sto ferdig i 1877, er det gjennomført få endringer, og den nyere, mer moderne Dovrebanen har tatt store markedsandeler på fjerntransporten mellom Oslo og Trondheim, samt all gjennomgående godstransport. Dette skyldes blant annet det faktum at Dovrebanen er elektrifisert, og dermed gjøres transport enklere og billigere for operatørene, som kan bruke samme rullende materiell hele veien fra Oslo til Trondheim.

Rørosbanen er ikke elektrifisert, og på grunn av dette er det mindre økonomisk å bruke den som hovedbane for gjennomgående trafikk.

Dovrebanen er bygget gjennom et landskap utsatt for skred og ras. I oppgaven er det vist at Dovrebanen er i gjennomsnitt er stengt 3,8 % av tiden mellom Hamar og Støren, tilsvarende 14 dager hvert år. Til sammenligning er Rørosbanen stengt 0,7 % av tiden, tilsvarende tre dager i året. Etter et stort ras i 2012, ble Dovrebanen stengt i 8 uker. Stengingen kostet minst 100 millioner kroner. Raset kuttet en av de viktigste transportårene for gods og passasjerer mellom Oslo-regionen og Trondheims-regionen. Dette fikk Jernbaneverket (JBV) til å foreslå Rørosbanen som en back-up linje for Dovrebanen. Mens Dovrebanen var stengt, ble opptil fem av de åtte godstog som daglig går mellom Trondheim og Oslo sendt via Rørosbanen. Dette gikk imidlertid ikke problemfritt. Rørosbanen hadde ikke kapasitet til å håndtere all trafikken, og godstransportørene hadde ikke nok dieseldrevne lokomotiver til å kjøre alle tog. Dette fikk JBV og godsselskapene til å foreslå en elektrifisering av Rørosbanen.

I denne oppgaven er noen av de direkte effektene av å elektrifisere Rørosbanen vist. En generell reduksjon i reisetid, som fører til høyere kapasitet og en reduksjon i forsinkelser er det mest åpenbare eksempelet, både for lokale pendlere og for InterCity-reisende. For godstransport, er elektrifisering avgjørende for gjennomgående transport, siden de kraftigste lokomotiver har elektrisk trekraft. I denne oppgaven er noen praktiske eksempler på dette, og i en gitt situasjon uten kryssingsspor og 1300 tonn total vekt, bruker tog drevet med et elektrisk drevet CE119-lokomotiv fire timer og 30 minutter mellom Hamar og Støren. Dette er ca. 30 minutter raskere enn tog drevet med det dieseldrevne lokomotivet CD312.

Det kan virke opplagt å elektrifisere Rørosbanen på dette grunnlaget. Andre tiltak enn elektrifisering også blitt undersøkt i lys av skredet på Dovrebanen i 2012. Disse tiltakene er i stor grad kapasitetstiltak som kryssingsspor og forbedring av signalsystemet. Er det da noe mer som kan gjøres? Kan en forbedring på Rørosbanen gi andre effekter i tillegg til å heve driftssikkerheten i jernbanesystemet? Hvis ja, hvilke tiltak må iverksettes for å få full effekt av forbedringene på banen, hva vil gi en ekte *modernisering*?

Gjennom en intervjuopprosess har kommunene langs Rørosbanen blitt stilt spørsmål om deres syn på nåværende og fremtidig bruk av banen, hvilke tiltak som bør iverksettes, og konsekvensene av disse tiltakene. Nøkkelpersoner i JBV har også blitt spurt om disse spørsmålene.

På grunnlag av svarene fra intervjuene, eksisterende litteratur, og planene for Rørosbanen, er foreslåtte tiltak diskutert i detalj. De utgjør dermed et grunnlag for videre søken av den optimale løsningen for fremtidig utvikling av linjen. Tiltakene diskutert inkluderer forbedring av kryssingsspor

(lengre og tettere), geometriforbedringer, ruteendringer, konsekvenser av økt materiell og kombinasjonen av jernbanen og andre transportformer som sykkel og buss.

De anbefalte tiltakene er valgt ut fra en avveining av målene for banen presentert av JBV, sammen med svarene fra intervjuprosessen.

Oppgaven foreslår å bruke Rørosbanen som det nordgående sporet i et "dobbeltspor" for godstrafikken mellom Oslo og Trondheim, med Dovrebanen som det sørgående sporet. Dette vil øke kapasiteten på korridoren og gi bedre rammebetingelser for godstransportørene. Å føre gods nordover om Røros er rimeligere enn over Dovrebanen fordi høydeforskjellen er mindre. En større driftssikkerhet for korridoren oppnås dersom Rørosbanen kan brukes til å avlaste hele eller store deler av den totale godstrafikken i en unntakssituasjon.

Det anbefalte handlingsløpet er derfor en elektrifisering av Rørosbanen, i kombinasjon med 8 nye kryssingsspor, 7 forlengede kryssingsspor, fjernstyring av signalanlegg mellom Røros og Støren, og linjeforbedringer. Det er viktig at disse tiltakene, som inkluderer det største volumet av byggearbeidet, blir planlagt og utført på samme tid. Gjennom samordning av disse tiltakene, vil de økonomiske konsekvensene av en modernisering være lavere enn disse tiltakene hver for seg, siden kostnadene ikke er uavhengig. Elektrifisering er for eksempel billigere å gjøre hvis endringer i geometri er gjort på forhånd.

I tillegg til disse rene tekniske forbedringene, foreslår denne oppgaven tiltak for å bedre de generelle rammebetingelsene for gods- og persontransport, internt (lokalt) og eksternt (regional). Tiltak for godstransport inkluderer elektrifisering av Solørbanen, fjernstyring av Solørbanen, et triangelspor i Hamar og Kongsvinger, forbedringer i overbygningen, samt en full modernisering av signalanlegget til ERTMS for å tillate internasjonal varetransport på norske jernbanestrekninger.

Tiltakene som kan gjøres for persontransporten fra infrastrukturleverandørs side er forbedret rullende materiell (gjort mulig ved elektrifisering) og nyere og mer moderne jernbanestasjoner med bedre muligheter til å bytte transportmiddel (bil/buss/sykkel). Fordi togoperatøren (NSB) er atskilt fra infrastrukturleverandør, er det få direkte endringer som kan gjøres i forretningsmodellene og hvilke ruter de velger å operere. Til tross for dette, kan infrastrukturleverandør tilrettelegge for disse endringene ved å undersøke driften av banen og stasjon- og reisendestatistikk. Tiltakene som er foreslått fra intervjuundersøkelsen: 1 time-frekvens mellom Hamar og Rena, en forlengelse av morgen- og kveldsruten mellom Røros og Trondheim til å inkludere Tynset.

SUMMARY

The Røros Line is one of the oldest railway lines in Norway. It is built through three different regions: the farming landscape of Hedemarken, the wide glacier valleys found in Østerdalen, and the tight canyon-like valleys found in Gauldalen. The end stations of the line are Hamar and Støren; other important stations include: Elverum, Koppang, Tynset and Røros.

Since the construction was finished in 1877, the line has only gone through minor changes in the superstructure. The newer, more modern Dovre Line has taken marked shares by encompassing the InterCity passenger line between Oslo and Trondheim, in addition to all the pervasive cargo transport. This is due to the fact that the Dovre line is electrified, thus making the transportation easy and cheap for the operators, who can use the same rolling stock all the way from Oslo to Trondheim.

The Røros line is namely not electrified, and because of this it's not economically viable as a main line passenger line, nor as an auxiliary line to the Dovre line.

The Dovre line is built through a landscape prone to landslides. Through the thesis, it is shown that the Dovre line is on average closed 3.8 % of the hours in a year between Hamar and Støren, equaling to 14 days. By comparison, the Røros line is closed 0.7 % of every year, which equals about 3 days. After a large land slide in 2012, the Dovre line was closed for 8 weeks and the cost was at least 100 million NOK. Effectively severing one of the main methods of transporting goods and passengers between the Oslo region and the Trondheim region, this triggered the Norwegian Rail Administration (Jernbaneverket) to suggest the Røros line as a back-up line for the Dovre line. During the closing of the Dovre line, up to 5 of the 8 goods trains that daily go between Trondheim and Oslo were sent through the Røros line. However, this was not without issues. The Røros line had not the capacity to handle all of the traffic, neither had the cargo transporters enough locomotives without electrical traction. This prompted the Rail Administration to suggest, in collaboration with the cargo transporters, an electrification of the Røros line.

In this thesis, some of the direct effects of electrifying the Røros line are shown. A general reduction in travelling times, leading to higher capacity and a reduction in delays is the most obvious example for local commute and long-distance passenger lines. For goods transportation, electrification is essential for long haul freights, since the most powerful locomotives have electric traction. In this thesis some practical examples of this are modeled. In a given situation with no passing loops and 1200 tone's total weight, the electrically driven train with one CE119 locomotive travels from Hamar to Støren in 4 hours and 30 minutes, about 30 minutes faster than the comparable diesel engine CD 312.

Although it might seem obvious to just electrify the Røros line on this basis, some other measures other than electrification have also been investigated in this thesis. These include in great deal capacity measures like passing loops and improvement of railway signaling. But what more is there to be done? Can an improvement of the Røros line give other effects besides creating redundancy of the railway system? If so, which measures have to be taken to gain a full effect of improving the line, to modernize it?

Through an interviewing process, the municipalities that the Røros line goes through have been questioned on their views on present and future usage of the line, which measures should be taken and the consequences of these actions. Representatives of the Norwegian National Rail Administration have also been asked on these issues.

On basis of the responses of the interviews, existing literature and plans of the Røros line, the measures are discussed in some detail, thus making a basis for further investigation of the optimal solution for future development of the line. The measures discussed include improvement of passing loops (longer and closer), geometry improvements, changes in routes, consequences of improved rolling stock and the combination of railroad with other modes of transportation such as bikes and busses.

The recommended measures are chosen based on the goals for the line presented by the Rail Administration, together with the answers from the interviewing process.

The recommended course of action is therefore an electrification of the Røros line, in combination with 8 [REF] new passing loops, 7 extended passing loops, remote control of signal systems between Røros and Støren, and line enhancements. It's critical that these measures, which include the largest volume of construction work, are planned and carried out at the same time. Through coordination these measures, the economic impact of a modernization would be lower than these measures singlehandedly, because the costs are interconnected. Electrification is for example cheaper to do if changes in the geometry are done on the forehand.

In addition to these pure technical improvements, this thesis suggests measures specifically set for improving framework conditions for cargo and passenger transportation, internally (local) and externally (regional). Measures for cargo transportation include an electrification of the Solør line, remote control on the Solør line, a triangle track in Hamar, improvements in the superstructure, and a full revamp of the signaling system to ERTMS to allow for international cargo transportation on Norwegian rail lines.

For passenger transportation the, measures made possible from the side of an infrastructure provider are improved rolling stock (made possible by electrification) and newer and more modern railway stations with better possibilities to arrive with for example bus. Because the Norwegian State Railways (NSB) is a train operator separate from the infrastructure provider, few direct changes can be made in their business models and which routes they choose to operate. While this is the case, the infrastructure provider can however facilitate the possibilities of other changes, by doing capacity analyses and investigating why certain routes are not offered. These measures include: 1 hour-frequency between Hamar and Rena and an extension of the morning line and evening line between Røros and Trondheim to include Tynset.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	i
Sammendrag	iii
Summary	v
Figurer	ix
Tabeller.....	xi
Definisjoner	xii
Forkortelser	xiii
1 Innledning.....	1
1.1 Hva er modernisering?	1
1.2 Hensikt.....	1
1.3 Omfang og begrensinger	1
1.4 Fremtidens godstrafikk.....	1
1.5 En moderne persontrafikk.....	1
2 Metodevalg.....	2
2.1 Litteratursøk	2
2.2 Intervju	2
2.3 Databehandling	3
2.4 Vurdering av foreslåtte tiltak	3
3 Rørosbanen	4
3.1 Om	5
3.2 Trafikksituasjon	5
3.3 Teknisk tilstand.....	13
3.4 Driftsavbrudd.....	13
3.5 Solørbanen	15
4 Intervjuundersøkelse.....	17
4.1 Forarbeid	17
4.2 Gjennomføring	17
4.3 Spørsmål og svar	18
4.4 Oppsummering.....	26
4.5 Egevaluering av undersøkelsen, endringer underveis og kritikk.....	27
5 Drøfting av moderniseringsplaner og – ønsker.....	28
5.1 Jernbaneverkets planer	28
5.2 Eksterne rapporter	29
5.3 Tiltak	29
6 Moderniseringstiltak	31

6.1	Elektrifisering av Røros- og Solørbanen	31
6.2	Linjeomlegginger	34
6.3	Triangelspor Stange-Løten	40
6.4	Triangelspor Kongsvinger-Solørbanen	42
6.5	Fjernstyring på strekningen Røros-Støren.....	43
6.6	Fjernstyring Solørbanen	51
6.7	Utbygging av Kongsvingerbanen	52
6.8	Nye kryssningsspor	52
6.9	Forlengelse av eksisterende kryssningsspor	58
6.10	Moderne rullende materiell	63
6.11	Rassikring.....	70
6.12	Økt aksellast	72
6.13	Kortere blokkstrekninger.....	73
6.14	Komfort og kundeorientering.....	74
6.15	Samordning med andre transportmidler	76
6.16	Stasjonstiltak	81
6.17	Utvidet rutetilbud i Fjellregionen	82
6.18	Pendlerruter i Hamarområdet.....	84
6.19	Sanering av planoverganger	88
6.20	Planlagt arbeid.....	89
7	Anbefalte tiltak for å oppnå bestemte mål	90
7.1	Godstrafikk: Bestemte mål.....	90
7.2	Passasjertrafikk: Bestemte mål	94
8	Konklusjon	98
9	Kilder.....	100
	Bilag 1: Oppgavetekst.....	1
	Bilag 2: Kjøretider	1
	Bilag 3: Passasjerstatistikk.....	1

FIGURER

FIGUR 1: RØROSBANEN (RØD) OG SOLØRNBANEN (BLÅ) MARKERT PÅ NORGESKARTET. ØVRIGE BANER ER MERKET I GRÅTT.....	4
FIGUR 2: STASJONER LANGS RØROSBANEN, MARKERT MED KILOMETER FRA OSLO S.....	7
FIGUR 3: MARKEDSANDELER ULIKE TRANSPORTMIDLER PÅ RØROSBANEN (SITT MARKEDSSEGMENT) OG DOVREBANEN (ENDEPUNKTSREISER TRONDHEIM-OSLO).....	8
FIGUR 4: ANTALL DAGLIG REISENDE MELLOM STASJONENE LANGS BANEN.....	9
FIGUR 5: ANTATT GJENNOMSNIITLIG FYLLINGSGRAD TYPE 93, BASERT PÅ ANTALL AVGANGER I UKEN.....	10
FIGUR 6: ANTATT VEKST I ANTALL REISENDE PÅ FORSKJELLIGE TELLEPUNKT BASERT PÅ TELLEPUNKTDATA MELLOM 1998 OG 2012. ÅR 2000 ER UNNTATT FRA REGRESJONEN, FORDI ÅSTA-ULYKKEN ER SKYLDING I MYE AV TRAFIKKNEDGANGEN. TELLESTATISTIKKEN FOR STØREN FØR 2002 ER OGSÅ TATT UT, DA TALLENE ER BASERT PÅ EN ANNEN TELLEMÅTE.....	11
FIGUR 7: KOMMUNENE LANGS RØROSBANENS ANTATTE BEFOLKNINGSUTVIKLING FRAM TIL 2040. F.V: LITEN VEKST, SANNSYNLIG VEKST OG HØY VEKST.....	12
FIGUR 8: AKKUMULERT GJENNOMSNIITLIG ANDEL AV TIMER STENGT FRA 16.12.05 TIL 07.10.12.....	14
FIGUR 9: STASJONER LANGS SOLØRNBANEN.....	15
FIGUR 10: FORESLÅTT PLASSERING AV MATESTASJONER PÅ RØROSBANEN MED KILOMETER, HER VIST SAMMEN MED FORESLÅTT PLASSERING AV MATESTASJON PÅ SOLØRNBANEN (FLISA) OG EKSISTERENDE MATESTASJONER PÅ DOVREBANEN OG KONGSVINGERBANEN.....	32
FIGUR 11: KOMPONENTER I DEN ELEKTRISKE BANESTRØMFORSYNINGEN.....	33
FIGUR 12: ENERGITAP VED ULIKE TRAKSJONSARTER.....	34
FIGUR 13: ILLUSTRASJON AV FORKORTET KJØREVEG VED LINJEOMLEGGINGER.....	36
FIGUR 14: STEDVIS (STOLPER) OG AKKUMULERT (GRAF) FORDELING AV SKILTET PLUSS-HASTIGHET, MED PROSENTVIS FORDELING VIST I TABELL UNDER GRAFEN.....	37
FIGUR 15: FORVENTET UTBYGGINGSLENGDE VED NY LINJE DIMENSJONERT FOR 250 KM/T OG NY LINJE 88 %-97 % AV OPPRINNELIG LINJES LENGDE.....	38
FIGUR 16: ILLUSTRASJON AV TRIANGELSPOR STANGE-LØTEN. RØROSBANEN ER MARKERT I RØDT OG GÅR ØST-VEST, MENS DOVREBANEN OGSÅ ER MARKERT I RØDT OG GÅR SØR-NORD. FORESLÅTT LINJE I BLÅTT.....	40
FIGUR 17: FORESLÅTT PLASSERING AV TILSVINGSPOR I KONGSVINGER. BLÅTT ER FORESLÅTT TILSVINGSPOR, NORDGÅENDE RØDE LINJE ER SOLØRNBANEN OG VEST-SØR-GÅENDE LINJE ER KONGSVINGERBANEN. INNTEGNET LINJE HAR EN RADIUS PÅ CA. 1000 METER	42
FIGUR 18: ILLUSTRASJON AV VIRKEMÅTEN TIL ET SIKRINGSSYSTEM.....	44
FIGUR 19: ATC OG CTC PÅ RØROSBANEN. BLÅTT: DATC + CTC, RØDT: VERKEN ATC ELLER CTC.....	46
FIGUR 20: NETTO NÅVERDI AV INVESTERING I FJERNSTYRINGSANLEGG OG NNV AV KOSTNAD VED FORTSATT MANUELL TOGSTYRING MELLOM RØROS OG STØREN.....	48
FIGUR 21: PUNKTLIGHET RØROS-STØREN MELLOM 2007 OG 2013. GJENNOMSNIITLIG PUNKTLIGHET: 78 %, MED 7 PROSENTPOENG ØKNING: 85 %.....	49
FIGUR 22: MINUTTER FORSINKELSE I FORHOLD TIL ANDEL IKKE PUNKTLIGE TOG PÅ MÅNEDSBASIS. DET ANTAS AT SAMMENHENGEN ER LINEÆR MED NULLPUNKT I 0,0 (0 MINUTTER FORSINKELSE VED 100 % PUNKTLIGHET).....	50
FIGUR 23: UTBYGD ATC PÅ SOLØRNBANEN. BLÅTT ER FULLT UTBYGD CTC OG DATC, RØDT HAR VERKEN.....	51
FIGUR 24: AVSTAND MELLOM EKSISTERENDE KRYSNINGSSPOR PÅ RØROSBANEN OG SOLØRNBANEN.....	53
FIGUR 25: STÅENDE KRYSNING, HER VIST VED TO TYP 92-TOGSETT PÅ RANHEIM. FOTO: ØYVIND BERG, 2006.....	58
FIGUR 26: FORSKJELLEN PÅ LENGDE AV KRYSNINGSSPOR OG NYTTBAR LENGDE.....	58
FIGUR 27: SKJEMATISK FREMSTILLING AV STÅENDE KRYSSING.....	59
FIGUR 28: SKJEMATISK FREMSTILLING AV SAMTIDIG INNKJØR.....	60
FIGUR 29: BEHØVD LENGDE FOR AKSELERASJON OG NEDBREMSING FOR ET CD 312 LOK I ET TOG MED TOTALVEKT PÅ 1200 T.....	60
FIGUR 30: DAGENS PERSONTOGMATERIELL PÅ RØROSBANEN: NSB TYPE 92 OG 93. FOTO: T.V. GJERMUND JOHANSEN, T.H. CATO EDVARDSEN.....	63
FIGUR 31: NØKKELTALL OM LOKOMOTIVENE HRBR941, CD312 OG CE119, FOTO: CARGONET OG HECTORRAIL.....	65
FIGUR 32: TREKKRAFTGRAF FOR CE119, CD 312 OG HRBR941 SAMT AKSELERASJONSGRAF FOR NSB TYPE 74 OG 93.....	66
FIGUR 33: VEG-HASTIGHET-GRAFER FOR CD312 OG CE119 (1200 TONN TOTALVEKT), SAMT STIGNING I KJØRERETNINGEN. UTSNIITT FRA HAMAR (126,26) TIL ELVERUM (158,38). ØVRE HASTIGHETSBEGRENSNING: SKILTET HASTIGHET.....	68
FIGUR 34: RASSIKRING, HER VIST ETTER ET RAS VED EGGAFOSSEN I HOLTÅLEN. FOTO: RITA H. RØNNING[74].....	70
FIGUR 35: BANENS TEKNISKE ANLEGG.....	72
FIGUR 36: BLOKKSTREKNING. EN BLOKKSTREKNING KAN IKKE VÆRE KORTERE ENN DIMENSJONERENDE BREMSELENGDE.....	74

FIGUR 37: PLASSERING AV BLOKKPOSTER. VED RETNINGSBEHOV ER $T1=T2$, MENS MED BEHOV FOR KAPASITETSØKNING I BEGGE RETNINGER TILSTREBES $T1=T2$ SAMTIDIG SOM $T4=T3$	74
FIGUR 38: FORESLÅTT PLASSERING AV NY JERNBANEHOLDEPlass VED RØROS FLYPLASS. EKSISTERENDE RØROS STASJON ER MERKET ØST I SKISSEN. BAKGRUNNSKART HENTET FRA GULESIDER.NO.	77
FIGUR 39: FORESLÅTT PLASSERING AV PLATTFORM VED RØROS FLYPLASS. MERKET I RØDT ER MINSTEKRAVET FRA TEKNISK REGELVERK, I LILLA ER DET NORMALE KRAVET. FLYFOTO HENTET FRA GULESIDER.NO.....	77
FIGUR 40: SKISSERTE ELEMENTER I ET KOLLEKTIVKNUTEPUNKT.	79
FIGUR 41: VOGN MED KAPASITET TIL 36 MEDBRAKTE SYKLER, DBUZA 748 FAHRRADEXPRESS. FOTO: WIKIPEDIA COMMONS, BRUKER VIDEO2005	80
FIGUR 42: SYKKELAVDELING I EN TOETASJES VOGN (DBUZA 748 FAHRRADEXPRESS) HENTET FRA WIKIPEDIA COMMONS, BRUKER VIDEO2005	80
FIGUR 43: FORESLÅTTE RUTEENDRINGER I HAMAR OG ELVERUMS PENDERREGION	84
FIGUR 44: GRAFISK KONTROLL AV KAPASITET FOR TIMESTAKT MELLOM HAMAR OG RENA. KRYSSINGSTIDER ER TILSVARENDE DAGENS SITUASJON. DET ANTAS AT TOGET GJØR ANLIGGENDE SOM Å FYLLE DIESEL PÅ HAMAR.(DERMED LAVERE VENDETID PÅ RENA) .	85
FIGUR 45: UTSNITT AV KAPASITETSVURDERINGER MELLOM HAMAR OG BRUMUNDDAL. PILER PEKENDE OPP ER ANKOMNE TOG PÅ HAMAR STASJON (INKLUDERT ANKOMSTTID (MINUTTER OVER HEL)), PILER PEKENDE NED ER AVGANGSTID NORDOVER FRA HAMAR. FARGEDE PILER ER FORESLÅTTE RUTE FOR TIMESTAKT. RØDT VISER NØDVENDIG RUTE MED VENDING PÅ BRUMUNDDAL, TURKIS VISER ET ALTERNATIV MED VENDING PÅ JESSNES.	86
FIGUR 46: FORESLÅTTE NYE STASJONER I HAMAR VIST I BLÅTT, HAMAR STASJON VIST I RØDT.	87
FIGUR 47: FORESLÅTT STASJON VED MAXI-SENTERET I HAMAR VEST. 250 M LANG PLATTFORM VIST I RØDT, NYTT AVVIKSSPOR VIST I GUL OG EKSISTERENDE LINJE VIST I LYS RØD.	87
FIGUR 48: STREKNINGSKART FOR ALTERNATIVE TRASEER FOR GODSTRANSPORT OSLO-TRONDHEIM.....	91

TABELLER

TABELL 1: VIKTIGE TRAFIKKFORBINDELSER NORD/SØR MELLOM OSLO OG TRONDHEIM. UTHEVET ER FORBINDELSER MED RELEVANS TIL RØROSBANEN.	6
TABELL 2: VOLUM TØMMER-TRANSPORT PÅ RØROSBANEN (2007).	6
TABELL 3: UTSALGSSTEDER FOR TOGBILLETTER PÅ RØROSBANEN[15].	7
TABELL 4: REISETIDER MED TOG, BIL OG BUSS OM RØROSBANEN	8
TABELL 5: TRAFIKKUTVIKLING RØROSBANEN[10, 12].	8
TABELL 6: BEFOLKNINGSFRAMSKRIVING MOT 2040, SAMMENLIKNET MED KOMMUNENES FAKTISKE BRUK AV BANEN.	12
TABELL 7: OVERBYGNINGSKLASSE B OG C MED BEGRENINGER FOR AKSELLAST OG HASTIGHETER FOR FORSKJELLIGE TOGTYPEN.	13
TABELL 8: KAPASITETSUTNYTTELSE RØROSBANEN[8]	13
TABELL 9: FORESLÅTTE Plassinger av matestasjoner langs Rørosbanen og Solørbanen, med avstand til neste matestasjon.	32
TABELL 10: NØKKELTALL RØROSBANENS GEOMETRI.	35
TABELL 11: NØDVENDIG UTBYGD LENGDE KONTRA TILGJENGELIG LENGDE FOR UTBYGGING.	39
TABELL 12: AKKUMULERT INNSPART TID VED 2 MINUTTERS TIDSBESPARELSE PÅ KRYSNINGER	48
TABELL 13: VEKTEDE SATSER FOR EKSTRA REISETID SOM FØLGE AV FORSINKELSER [60] [42].	48
TABELL 14: SPART REISETID VED KRYSNINGER MED FJERNSTYRING.	49
TABELL 15: FORESLÅTT Plassering av nye kryssningsspor på Rørosbanen og Solørbanen. Merket i grønt er eksisterende kryssningsspor. Gult markert er holdeplasser/områder med eksisterende kryssningsspor som trolig kan settes i stand. Rødt markert er områder der det må bygges nytt kryssningsspor fra "scratch".	54
TABELL 16: KAPASITET PÅ BLOKKSTREKNINGER PÅ RØROSBANEN. I FØLGETIDEN LIGGER IKKE TID TIL NEDBREMSING TIL KRYSSING, DA DETTE ER EN FORENKLET MODELL. Kjøretider fra rutetabell. Kapasitetsbegrensende strekninger er uthevet i rødt ifht. hvor mye de bidrar.	55
TABELL 17: PRIORITERT LISTE OVER NYE KRYSSNINGSSPOR, RANGERT ETTER ØKNING I TEORETISK KAPASITET.	56
TABELL 18: ANTATT KAPASITETSBEHOV OVER DØGNET VED FORSKJELLIG BELASTNING OG DRIFTSFORM. 600 METER LANGE GODSTOG.	57
TABELL 19: PRIORITERING AV NYE KRYSSNINGSSPOR PÅ SOLØR BANEN	57
TABELL 20: LENGDER AV OG AVSTANDER MELLOM KRYSSNINGSSPOR PÅ RØROSBANEN OG SOLØR BANEN. AVMERKEDE GRØNNE KAN KRYSS 750 METER LANGE GODSTOG, GULE KAN KRYSS OPP TIL 750 METER LANGE TOG OG RØDE KAN KRYSS UNDER 600 METER LANGE TOG.	59
TABELL 21: AVSTAND TIL NÆRMESTE LANGE KRYSSNINGSSPOR.	61
TABELL 22: PRIORITERT REKKEFØLGE PÅ FORLENGEDE KRYSSNINGSSPOR (750 METER LANGE TOG)	62
TABELL 23: PRIORITERT LISTE OVER STASJONER HVOR SAMTIDIG INNKJØR ER AKTUELT. I ALT PASSER 71 PERSONTOG ALLE TRE I UKEN.	62
TABELL 24: DRIFTSFORHOLD HR BR 941, RANGERT ETTER TOTAL VEKT [64]	64
TABELL 25: TEKNISKE EGENSKAPER EKSISTERENDE MATERIELL [65-68]	64
TABELL 26: BEREGNEDE KJØRETIDER FOR GODSTOG PÅ RØROSBANEN. CD 312 ER DET NYESTE DIESELMATERIELL PÅ DET NORSKE BANENETTET, CE119 DET NYESTE EL-LOKET.	67
TABELL 27: KJØRETIDER FOR PERSONTOG. BM74 ER REGIONALVERSJONEN AV NSBs STADLER FLIRT, BM93 ER NSBs NYESTE DIESELVOGNSETT. Kjøretiden er sammenliknet med teoretiske stasjonstopp.	68
TABELL 28: MODELLERTE ANKOMST- OG AVGANGSTIDER FOR TYPE 93-TOG MELLOM RØROS OG STØREN.	68
TABELL 29: TILLATT HASTIGHET OG MAKSIMAL AKSELLAST FOR OVERBYGNINGSKLASSE C OG D	72
TABELL 30: SAMMENLIKNING AV GODSKAPASITET FOR OVERBYGNINGSKLASSE C OG D. KOMBINERT MED 750 METER LANGE GODSTOG, GIR ØKT AKSELLAST MINSTE EN 40 % KAPASITETSGEVINST PER SENDING.	73
TABELL 31: FLY FRA RØROS FLYPLASS.	76
TABELL 32: FLY TIL RØROS FLYPLASS.	76
TABELL 33: FORESLÅTTE RUTETIDER MED UTVIDET MORGENS- OG KVELDSRUTE RØROS-TYNSET	83
TABELL 34: RUTETIDER ØSTERDALSEKSPRESSEN	83
TABELL 35: FORESLÅTT NYTT RUTEOPPLEGG MELLOM RENA OG BRUMUNDDAL. NYE RUTER ER MERKET I RØDT OG BLÅTT.	86
TABELL 36: KRAV TIL PLANOVERGANGER	88
TABELL 37: OMKJØRINGSTID VED FORSKJELLIGE STENGT DELSTREKNINGER MELLOM LILLESTRØM OG STØREN.	94

DEFINISJONER

Blokkavsnitt	Linjeavsnittet mellom to hovedsignaler. På et blokkavsnitt skal det aldri være mer enn ett tog.
Følgetid	Den minste tid et tog kan kjøre etter et annet tog som kjører samme retning
Holdeplass	Punkt på banen med togstopp for persontog ved behov. Ofte betraktelig lavere standard på leskur og plattform enn ved stasjoner.
Innpendlere	Med hensyn på kommune A: Pendlere som bor i kommune B, men jobber i kommune A. De pendler "inn" til kommune A
Kjørehastighet	Den momentane hastighet det rullende materiell følger i henhold til ruteplanen.
Løfteskjema	Teknisk skjema med informasjon om strekningsprofilen og tillatt hastighet for strekningen
Magasineringsspor	Spor for å hensette ventende materiell, for å kunne la prioritert trafikk kjøre så hindringsløst som mulig. Mer spesifikt brukes dette mest for å la forsinkelsesbuffer tas opp av godstog.
Maksimalhastighet	Den maksimalt tillatte hastighet for rullende materiell på strekningen angitt med skilter.
Normalsporet	1435 mm sporvidde
Plusshastighet	Se "Tilleggshastighet"
Reisehastighet	Den gjennomsnittlige hastighet det rullende materiell oppnår mellom to punkter langs banen med hensyn til bremsings-, akselerasjons- og stopptider undervegs.
Smalsporet	1067 mm sporvidde
Stasjon	Punkt på banen med planlagt togstopp for persontog. Tilrettelagt for av- og påstigning for passasjerer med plattform og venterom/leskur.
Strekningshastighet	Den hastighet banen er dimensjonert for, der det er tatt hensyn til begrensninger i alle relevante anleggstyper.
Stående kryssing	Kryssing av tog uten samtidig innkjør.
Tilleggshastighet	Tillegg til skiltet kjørehastighet for togmateriell som er tillatt fremført med slik hastighet.
Utpendlere	Med hensyn på kommune A: Pendlere som bor i kommune A, men jobber i kommune B. De pendler "ut" av kommune A

Kilder: [1, 2]

FORKORTELSER

ATC	Automatic Train Control
CTC	Centralized Traffic Control
DATC	Delvis utbygd ATC
DB	Dovrebanen
ERTMS	European Rail Traffic Management System
FATC	Fullt utbygd ATC
GSM-R	Globalt System for Mobilkommunikasjon - Railways
HHU	Høyhastighetsutredningen
HR	Hector Rail
IC	Intercity
JBV	Jernbaneløstaket
NSB	Norges Statsbaner
RB	Rørosbanen
SB	Solørbanen
SJT	Statens Jernbanetilsyn
SSB	Statistisk Sentralbyrå
SUP	Strekningsvis Utviklingsplan
TEU	Twenty-foot equivalent unit – standard container
TR	Teknisk Regelverk

1 INNLEDNING

1.1 HVA ER MODERNISERING?

Som utgangspunkt for en oppgave omhandlende *modernisering*, må begrepet først defineres. Store Norske Leksikon definerer modernisering som[3]:

“(...) å gjøre moderne, å omdanne etter tidens krav og smak; å fornye, bringe i samsvar med det nye og moderne; det at noe utvikler seg og fornyer seg.”

Selv om denne definisjonen kan være litt for generell for jernbanefag, er den inne på noe viktig: at noe utvikler og fornyer seg i forhold til tidens krav. For jernbanen i Norge er dette sentralt; sett bort fra Gardermobanen er det ikke bygd jernbane til nye destinasjoner i Norge siden 1962, og størstedelen av byggeaktiviteten er derfor knyttet til fornying.

1.2 HENSIKT

Opgavens hensikt er å identifisere ønsker og behov for modernisering av Rørosbanen, se hvilke tiltak som vil bidra til å oppfylle disse, og å vurdere et hensiktsmessig nivå for en modernisering av banen.

1.3 OMFANG OG BEGRENSINGER

Denne oppgaven kartlegger og bruker litteratur tilbake til midten av 1990-tallet. I stor grad baserer den tekniske informasjonen seg på tidligere utredninger gjort av JBV, NSB og eksterne konsulenter, samt data og statistikk hentet fra JBV, NSB og SSB. Oppgaven tar for seg et tidsrom frem til 2040.

Det er gjennomført intervjuer med representanter for 13 av de 14 kommunene langs Rørosbanen, samt ansatte ved JBV.

For å se mer detaljert på enkeltproblemer, er det valgt å dele banen opp i to deler: Hamar -Røros og Røros-Støren. Siden noen av de identifiserte forslagene involverer Solørbanen i en viss grad, omhandler deler av oppgaven også Solørbanen.

1.4 FREMTIDENS GODSTRAFIKK

Godstransportørens hovedpremiss er å levere den avtalte varen til avtalt tid. Forsinkelser i fremføring av gods fører til en forskyving av avtalt tid, og godstransportøren taper derfor på dette.

Dersom store nok hendelser inntreffer, og fremføring av gods stopper helt, må godstransportøren overføre gods til andre transportmidler. Dette er også kostbart. Redusert tid brukt til å transportere godset, vil også gi et konkurransefortrinn.

1.5 EN MODERNE PERSONTRAFIKK

Etter privatbilismens inntog, må jernbane og annen kollektivtrafikk konkurrere på andre vilkår enn tidligere. Målbare forskjeller som reisetid, hyppighet og forsinkelser, samt vanskelige målbare forskjeller som komfort og kundeservice spiller stor rolle i valg av framkomstmiddel [4].

2 METODEVALG

2.1 LITTERATURSØK

Det er i løpet av de siste 20 årene gjennomført en rekke utredninger og planer for Rørosbanen. Et viktig steg i å få oversikt over aktuelle moderniseringstiltak er å gå igjennom disse, i tillegg til liknende prosjekter og utredninger på liknende baner i Norge.

2.1.1 EKSISTERENDE PLANER OG UTREDNINGER

Jernbanelaget lager selv en del planer for jernbanene i Norge, og i tillegg har konsulentselskapet Civitas gjort rapporter om Rørosbanens utvikling. Rørosbanen har også vært gjenstand for en rekke prosjektoppgaver ved NTNU høsten 2012. En moderniseringsrapport med sammenliknbare tiltak er også gjennomført på Nordlandsbanen. Første del av oppgaven er en gjennomgang av denne litteraturen.

2.1.2 STATISTIKK

Utover de planene og forslagene nevnt ovenfor, vil også følgende være viktig for å gi et godt grunnlag for vurdering av tiltak:

- Hyppighet og varighet på uforutsette driftsavbrudd på både Rørosbanen og Dovrebanen.
- Punktlighetsstatistikk for Rørosbanen.
- Banedata for Rørosbanen:
 - Geometriske forhold.
 - Hastighetsbegrensninger.
 - Krysningsspor:
 - Avstand mellom
 - Lengde
 - Plassering.
 - Stasjoner og togruter langs banen.
- Befolkningsstruktur og reiser utført langs Rørosbanen.
- Kart over banen.
- Pendlerstatistikk.
- Tekniske data for det rullende materiell.
- Rutetider

2.2 INTERVJU

Gjennom intervjuer med de 14 kommunene som har stasjoner og holdeplasser langs Rørosbanen ønskes det å gjøre en kartlegging av lokale forhold som innflytelse på hvilke veivalg som må tas for RB. I tillegg undersøkes det hva sentrale ansatte i JBV's drift av RB har å tilføye. Disse kommunene og andre er informert over telefon, og har så gitt svar per epost på spørsmål beskrevet i kapittel 4.

Gjennom intervjuene forsøker man å finne hvilke ønsker som finnes for en modernisering. Dette innebærer å se på hvilke enkelttiltak som er viktige, men kanskje viktigst: hvilke effekter av moderniseringstiltak man ønsker å se. Disse intervjuene er ment å avdekke forhold som f.eks. pendlerstrukturer osv.

2.3 DATABEHANDLING

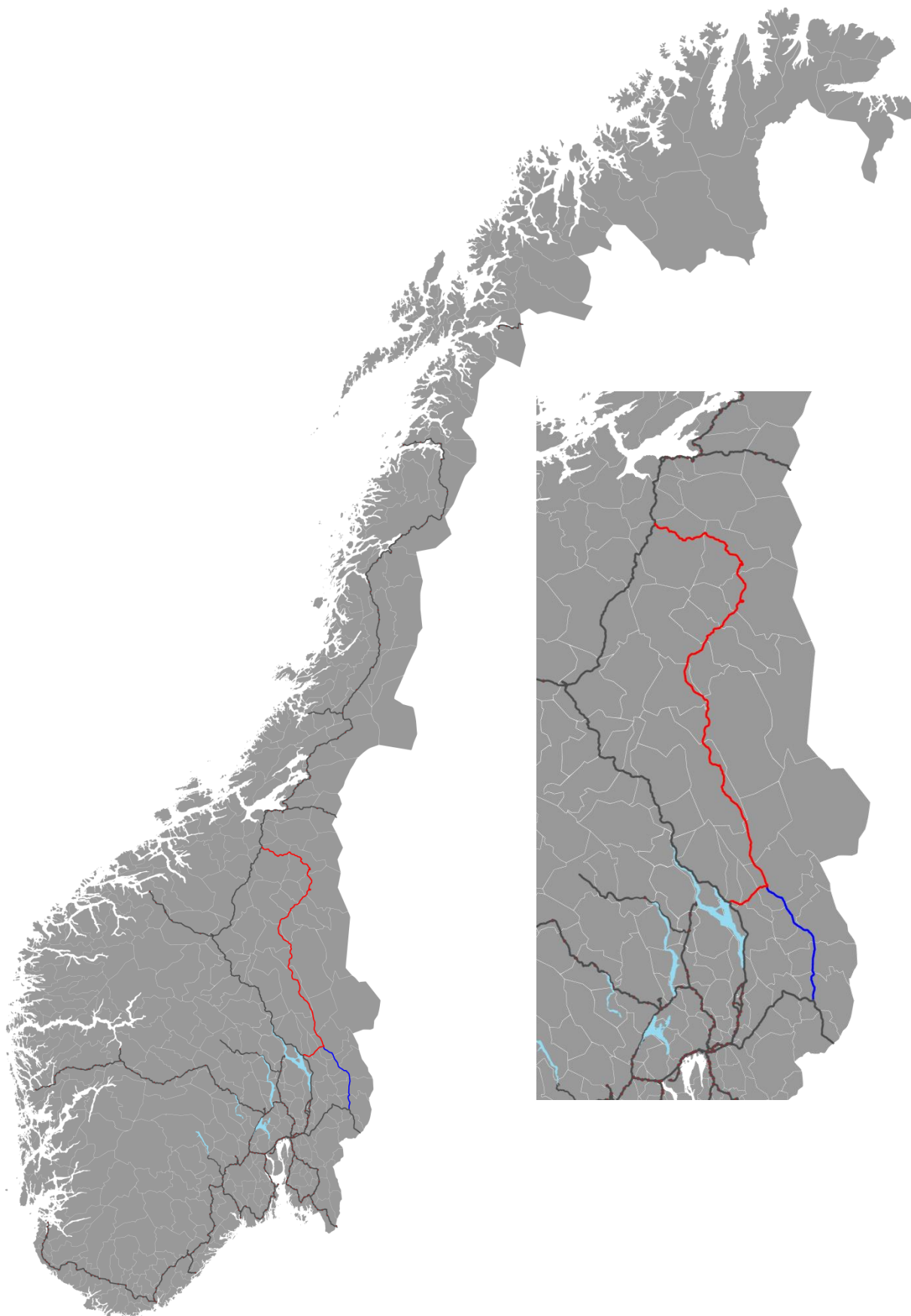
Intervjuene er gjort under fullt navn og stilling, men i henhold til NSDs vilkår er de anonymisert i vedlegg 1. De er i kapittel 4 oppsummert med utgangspunkt i svarene avgitt. Fra 15.6.2013 vil tallnøkkelen som identifiserer de intervjuede bli slettet.

Alle kart og illustrasjoner er laget med bilderedigeringsprogramvaren Inkscape og til en viss utstrekning Gimp, kombinert med kartkilder fra wikipedia og gulesider. Grafiske kapasitetsberegninger er også gjort her, mens ruteberegninger og andre kalkulasjoner er gjort i Microsoft Excel. De omfattende numeriske beregningene gjort i 6.2 og 6.10 er gjort med egenlagde skript laget i matematikkprogrammet MATLAB. Skriptene laget i MATLAB er presentert i vedlegg 2.

2.4 VURDERING AV FORESLÅTTE TILTAK

Foreslåtte tiltak både fra eksisterende moderniseringsplaner og intervjuer, sammenliknes og vurderes opp mot oppnåelse av mål nevnt i planene og intervju-undersøkelsen. Til slutt i oppgaven gjøres det en helhetsvurdering på hvilke tiltak som gir høyest måloppnåelse, og på det grunnlaget gis det en anbefaling av moderniseringstiltak.

3 RØROSBANEN



FIGUR 1: RØROSBANEN (RØD) OG SOLØRBANEN (BLÅ) MARKERT PÅ NORGESKARTET. ØVRIGE BANER ER MERKET I GRÅTT.

3.1 OM

3.1.1 RØROSBANENS HISTORIE

Som en av landets tre første statsbaner, ble Rørosbanens første parsell (Hamar-Grunsetbanen¹) påbegynt i 1858 etter et stortingsvedtak i 1857, og stod ferdig i 1862. Banens andre etappe, fra Grunset til Rena, ble åpnet i 1871 og i 1877 åpnet parsellen fra Rena til Støren. Siden tertiærbanen mellom Støren og Trondheim stod klar i 1864, var det dermed sammenhengende togforbindelse mellom Hamar og Trondheim. Banen stod ferdig som første gjennomgående bane mellom Oslo og Trondheim i 1880 da Hedemarksbanen (mellom Eidsvoll og Hamar) ble ferdigstilt. På det meste jobbet 2100 mann med å bygge banen. [5]

Banens største endring siden bygging er overbyggingen. Rørosbanen og tilsluttende baner ble bygget som smalsporede baner, og Rørosbanen ble utbygd til normalsporet bane i perioden 1917-1941. Dovrebanen stod ferdig alt i 1921 med normalspor, noe som førte til betydelige tap av trafikk for Rørosbanen [5, 6].

Det er verdt å merke seg den innflytelse Rørosbanen har hatt på befolkningsstrukturen mellom Hamar og Røros. Spesielt må tettstedene/småbyene Tynset, Alvdal, Koppang, Rena og Elverum nevnes, i tillegg til å merke seg viktigheten for Røros og Hamar. Uten jernbanen ville sannsynligvis disse stedene verken hatt befolkningen, næringslivet eller den geografiske plasseringen de har i dag. [5]

De fleste av stasjonene som ble bygget samtidig med banen står fortsatt i dag, og de fleste av disse er i drift. Stasjonsbyggene er tegnet i en rendyrket sveitserstil av Georg Andreas Bull og Andreas Blix og de representerer et midtpunkt i tettstedene. De har stor arkitektonisk egenverdi og mange av de er derfor vernet[5] [7].

3.1.2 GEOGRAFI OG GEOMETRI

Rørosbanens 384,11 km begynner på Hamar stasjon (126,26 km fra Oslo S) og ender på Støren stasjon(510,37 km fra Oslo S).

Den nåværende banen er trassémessig lik den opprinnelige banen. I Gauldalen, hvor byggingen var mest komplisert på grunn av utfordrende topografi, er minste kurveradius helt nede i 188 meter. Banens største stigning(er) finnes også her. Banens høyeste punkt på 670 meter over havet ligger ved Harborg, akkurat i vannskillet mellom Gaula og Glomma. Nord for dette vannskillet finner man også de største og fleste ingeniørbyggverkene. Her er banens lengste bru (like sør for Støren, 249 meter lang), høyeste bru (sør for Reitan, 43 meter over bakken), og alle banens 12 tunneller [5].

RBs stigningsforhold er gunstigere enn på Dovrebanen, noe som gjør den godt egnet til å føre gods, da energibesparelsen på å føre så tunge tog over mindre høydeforskjell er betydelig. Mer konkret har banen 13 ‰ stigning nordover, og 15 ‰ sørover, mens Dovrebanen har opp til 18 ‰ i begge retninger[6]

3.2 TRAFIKKSITUASJON

I Figur 1 er Rørosbanen merket i rødt. Banen er en del av det som i NTP er kjent som Korridor 6, infrastrukturen nord for Oslo og sør for Trondheim. Herunder hører 1 europaveg, 5 riksveger, 4

¹ Grunset ligger 5,8 km nord for Elverum

flyruter og 6 baner, se Tabell 1. Siden deler av denne infrastrukturen tjener samme eller delvis samme formål, er det derfor viktig å se hvilke trafikkstrømmer Rørosbanen har innflytelse på, og er en del av. Intuitivt vil ikke Rørosbanen ha spesielt mye å gjøre med Raumabanen, fordi den går som en sidebane på Dovrebanen, og RB er derfor ikke et tenkelig transportalternativ. Det samme gjelder flyrutene til Ålesund, Molde og Kristiansund, samt Rv 15, Rv 136 og Rv 70. Igjen står da Rørosbanen selv, Solørbanen og Dovrebanen, samt riksveg 3, europaveg 6 og flytrafikk mellom Oslo og Trondheim [8, 9]. Herfra gir det mening å skille mellom godsstrømmer nord/sør og passasjerstrømmer.

TABELL 1: VIKTIGE TRAFIKKFORBINDELSER NORD/SØR MELLOM OSLO OG TRONDHEIM. UTHEVET ER FORBINDELSER MED RELEVANS TIL RØROSBANEN.

Riksveger	Riksveg 3	Europaveger	E6
	Riksveg 4		Dovrebanen
	Riksveg 15		Gjøvikbanen
	Riksveg 70		Kongsvingerbanen
	Riksveg 136		Raumabanen
Flyruter	Oslo-Kristiansund	Jernbaner	Rørosbanen
	Oslo-Molde		Solørbanen
	Oslo-Trondheim		
	Oslo-Ålesund		

3.2.1 GODSTRANSPORT

Godstransport til Trondheim kjøres som direktetog på Dovrebanen. På Rørosbanen transporteres det tømmer fra 4 terminaler langs banen til Hamar, Kongsvinger og tidvis Nord-Trøndelag. Gjennomgående godstransport på veg kjøres i all hovedsak om riksveg 3 over Kvikne.[10]

Gjennomgående godstransport

Det kjøres per i dag ingen gjennomgående godstog på Rørosbanen. All transport på bane mellom Oslo (Alnabru) og Trondheim og videre nordover skjer på Dovrebanen. Dovrebanen tar også godstog mellom Oslo og Åndalsnes over Raumabanen. Rørosbanen trafikkeres ikke av gjennomgående godstrafikk utover ved situasjoner ved langvarig og uforutsett stenging av Dovrebanen.

Lokal godstransport

TABELL 2: VOLUM TØMMER-TRANSPORT PÅ RØROSBANEN (2007).

Tømmerterminal	Volum [fm ³]
Auma (Tynset kommune)	19 800
Koppang (Stor-Elvdal kommune)	81 200
Hovdmoen (Åmot kommune)	Ukjent.
Vestmo (Elverum kommune)	315 900

Av intern godstrafikk finner man kun tømmertransport fra terminalene Auma, Koppang, Hovdmoen og Vestmo². Per 11/9 2012 ble det kjørt 10-11 tog med tømmer og flis i uka over Rørosbanen og Solørbanen til Kongsvinger og 1 tog fra Rørosbanen til Hamar. Godset kjøres fra terminaler på Auma, Koppang, Hovdmoen og Vestmo, se for øvrig Tabell 2 [11]. Disse går utenom fast ruteplan (ved bestilling) og omfanget er omtrent 17 tog per uke. Til sammenlikning ble det i 2012 kjørt 8 togpar i

² Vestmo ligger på Solørbanen, men så nær Elverum at den betraktes videre i oppgaven som en del av godsvirkosomheten på RB

døgnet på Dovrebanen, tilsvarende 56 tog i uken. Godstransporten med jernbane mellom Oslo og Trondheim har en markedsandel på 58 % [6, 9, 12].

3.2.2 PERSONTRANSPORT

Stasjoner og teknisk utrusting

Strekningens 17 stasjoner og 10 holdeplasser er fordelt på 14 kommuner i 2 fylker og i disse kommunene bodde det i 2012 110.324 mennesker. Rørosbanen trafikkeres av NSBs type 92 og type 93, se også kapittel 6.10. Disse togsettene er i ferd med å bli gamle (gjenværende levetid 8-10 år), så en nyinvestering forventes [13] [5, 14].

TABELL 3: UTSALGSSTEDER FOR TOGBILLETTER PÅ RØROSBANEN[15]

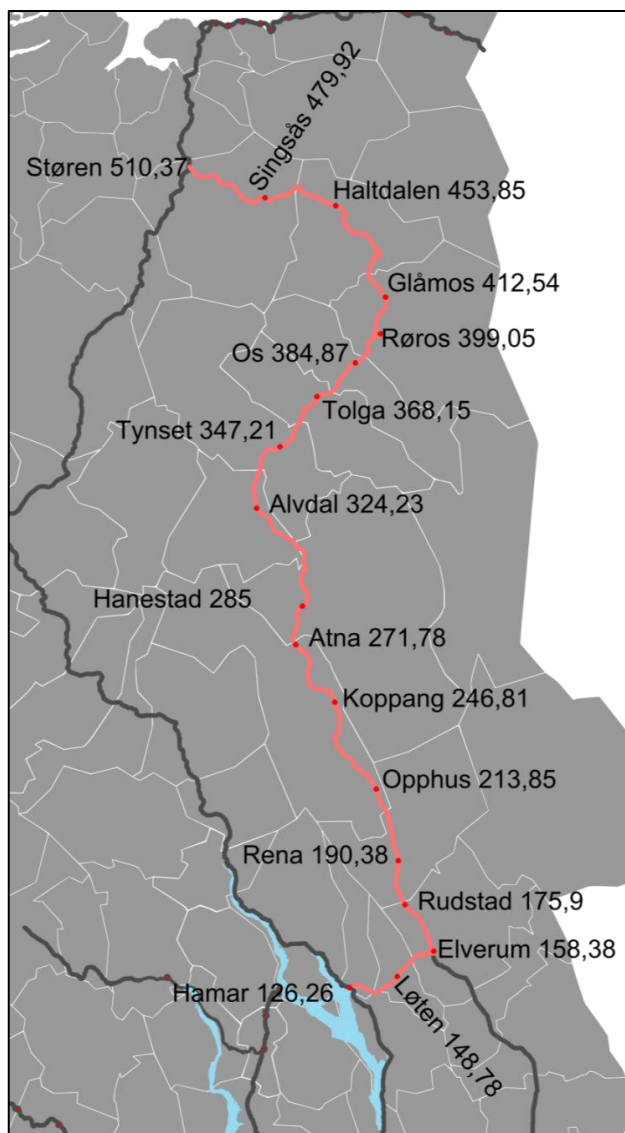
Stasjon	Salgstype
Hamar	Billettsalg og automater
Løten	Billettsalg
Rena	Billettsalg
Tynset	Billettsalg
Røros	Billettsalg
Støren	Billettsalg

Billettsalg foregår på internett eller på stasjonene nevnt i Tabell 3. Merk at det ikke er oppgitt hvorvidt det er NSB som selger billettene i stasjonsbygget eller om det håndteres av lokale reisebyrå.

Dagens markedssituasjon

Eksisterende persontogtrafikk mellom Hamar og Røros er 6 daglige togpar i ukedagene, 2 togpar på lørdager og 4 togpar på søndager. Mellom Røros og Trondheim går det 3 togpar i ukedagene og 1-3 togpar i helgene. Reisetiden fra Hamar til Røros ligger mellom 3t19m og 3t24m, mens toget fra Røros til Trondheim bruker mellom 2t23m og 2t30m [16]. I Tabell 4 er reisetidene sammenliknet med de for veg og buss.

Togene i Østerdalen har omtrent 25 % av persontrafikken i det markedssegmentet de konkurrerer [17]. Det antas en noenlunde lik fordeling i Gauldalen, med togs markedsandel rundt 20-25 %. Toget har en fordel framfor bussrutene i en kortere reisetid, se Tabell 4 og Figur 3. Unntaket er lengst nord på banen, hvor tog har lengst reisetid til Trondheim både fra Tynset og Røros. Merk også at jernbanen ikke har konkurranse fra annen kollektivtransport mellom Hamar og Røros.



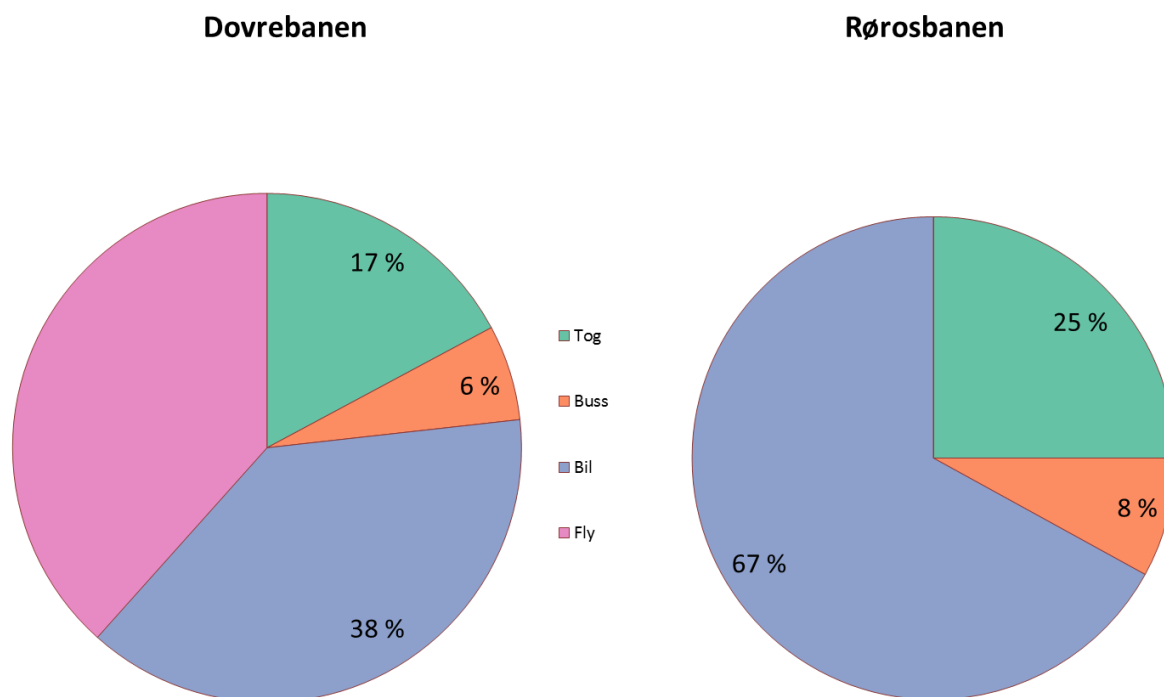
FIGUR 2: STASJONER LANGS RØROSBANEN, MARKERT MED KILOMETER FRA OSLO S.

TABELL 4: REISETIDER MED TOG, BIL OG BUSS OM RØROSBANEN

Strekning	Reisetid		
	Tog	Buss	Bil
Hamar-Trondheim	5:50	6:40 ³	5:27 ³
Hamar-Røros	3:19	-	4:03
Røros-Trondheim	2:23	2:20	2:16
Røros-Gardermoen	4:41	5:45	4:52
Røros-Oslo	4:56	6:25	5:16
Tynset-Trondheim	3:06	2:40	2:25
Alvdal-Oslo	4:04	5:05	4:05
Koppang-Oslo	3:10	3:30	3:01

Over Dovrebanen utføres det hvert år 280 000 endepunktsreiser, altså fra Oslo til Trondheim. Til sammenlikning utføres det 4 000 000 flyreiser mellom Gardermoen (Oslo lufthavn) og Værnes (Trondheim lufthavn) [9]. Av alle endepunktsreiser har tog 17 % markedsandel. En mer attraktiv jernbane på strekningen vil derfor ha et stort potensiale for ekstra flere reisende.

Passeringer av tellepunkt er totalt antall passasjerbevegelser over et gitt punkt i året. Tallene angir ikke hvilken retning reisene foretas. Trafikkutviklingen på banen er vist i Tabell 5 og Figur 6.



FIGUR 3: MARKEDSANDELER ULIKE TRANSPORTMIDLER PÅ RØROSBANEN (SITT MARKEDSSEGMENT) OG DOVREBANEN (ENDEPUNKTSREISER TRONDHEIM-OSLO)

TABELL 5: TRAFIKKUTVIKLING RØROSBANEN[10, 12].

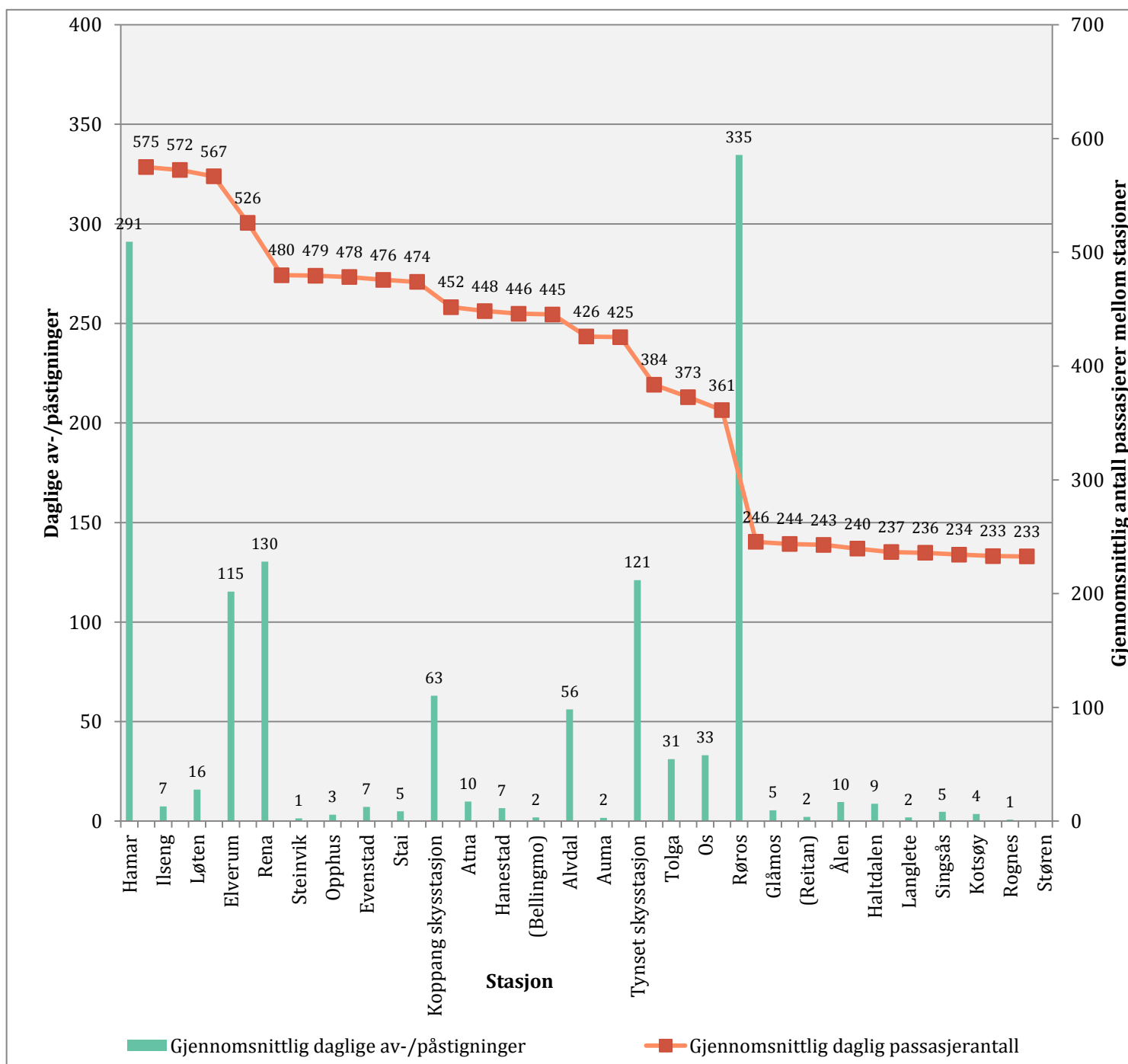
Tellepunkt(side)	1998	2000 ⁴	2002	2007	2008	2011	2012
Hamar(øst)	208 913	161 141	143 500	173 938	205 912	196 000	210 000
Koppang(nord)	120 077	108 004	96 100	138 405	160 278		165 000
Støren(sør) ⁵	22 968	23 733	47 800		58 000	78 000	85 000

³ Over Dovre

⁴ Nedgangen i trafikk i 2000 skyldes Åsta-ulykken.

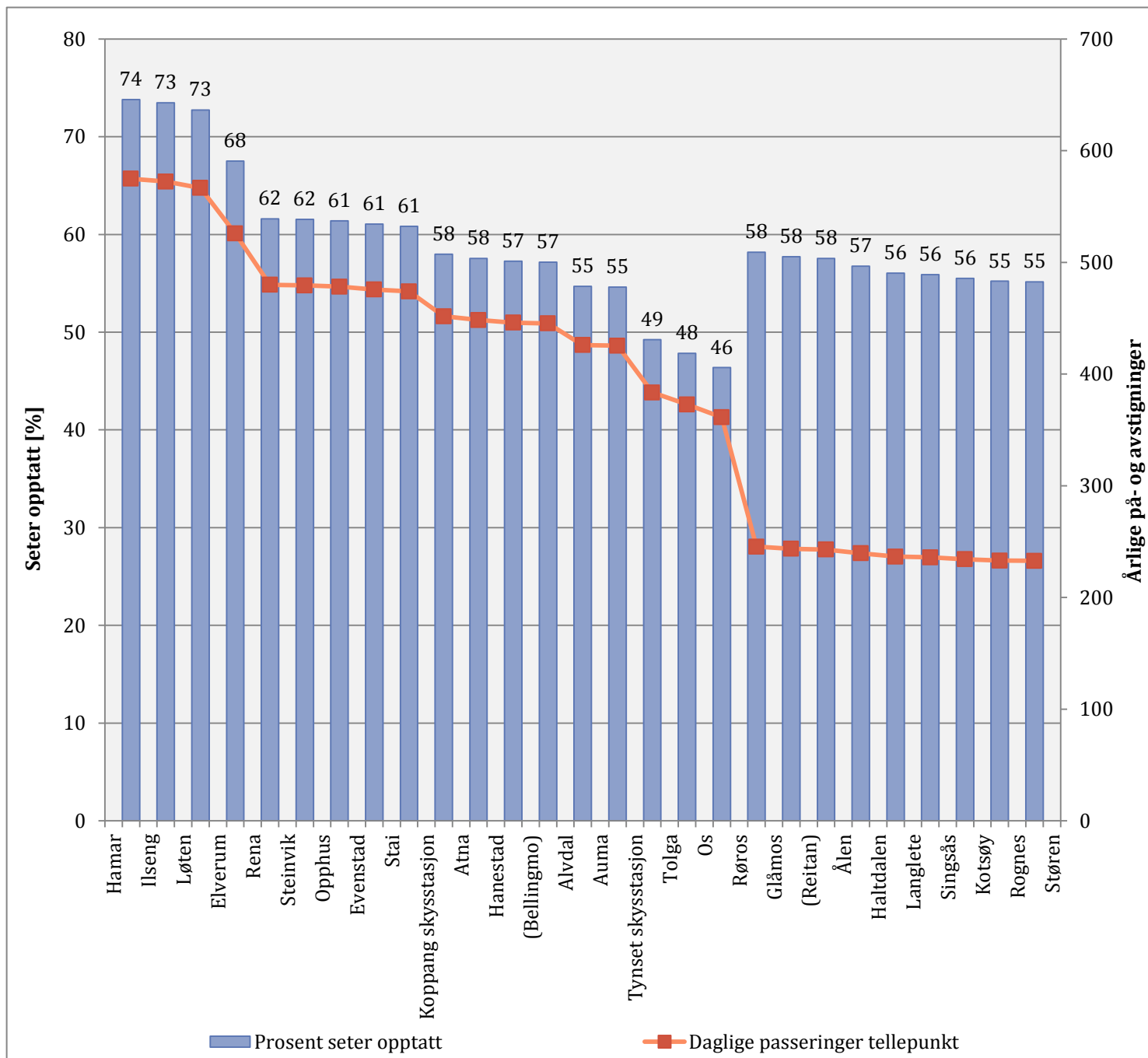
⁵ Tallene for 1998 og 2000 kan ikke sammenliknes med de øvrige på grunn av omlegginger i NSBs interne regnskapssystem

Kombinert med tallene for på- og avstigninger, kan gjennomsnittlig antall passasjerer mellom stasjoner estimeres. Dersom en gjør forenklingen at en lik andel reiser nordover fra hver stasjon og en lik andel reiser sørover, får en tallene vist i Figur 4. Her er andelen av- og påstigende på hver stasjon gjennom iterasjon funnet til å være ca. 2/3. Det vil si at en tredjedel av av- og påstigningene "trekkes fra" toget på stasjonene. Denne metodikken er selvsagt noe forenklet, men den gir likevel et greit overblikk i hvor flest reiser skapes. Metodikken gir også riktige antall passeringer på tellepunktene, som er en indikasjon på at den medfører en viss riktighet. Se Bilag 3: Passasjerstatistikk.



FIGUR 4: ANTALL DAGLIG REISENDE MELLOM STASJONENE LANGS BANEN

Korrigeres disse tallene for antall avganger om dagen, og 76 sitteplasser om bord i NSB type 93 (se kapittel 6.10), fås en gjennomsnittlig fyllingsgrad av togsettene vist i Figur 5. Dersom antagelsen om reisestruktur er riktig, ses det at det er få reisende fra kommunene nord for Røros som ikke er skal til eller kommer fra Trondheim.

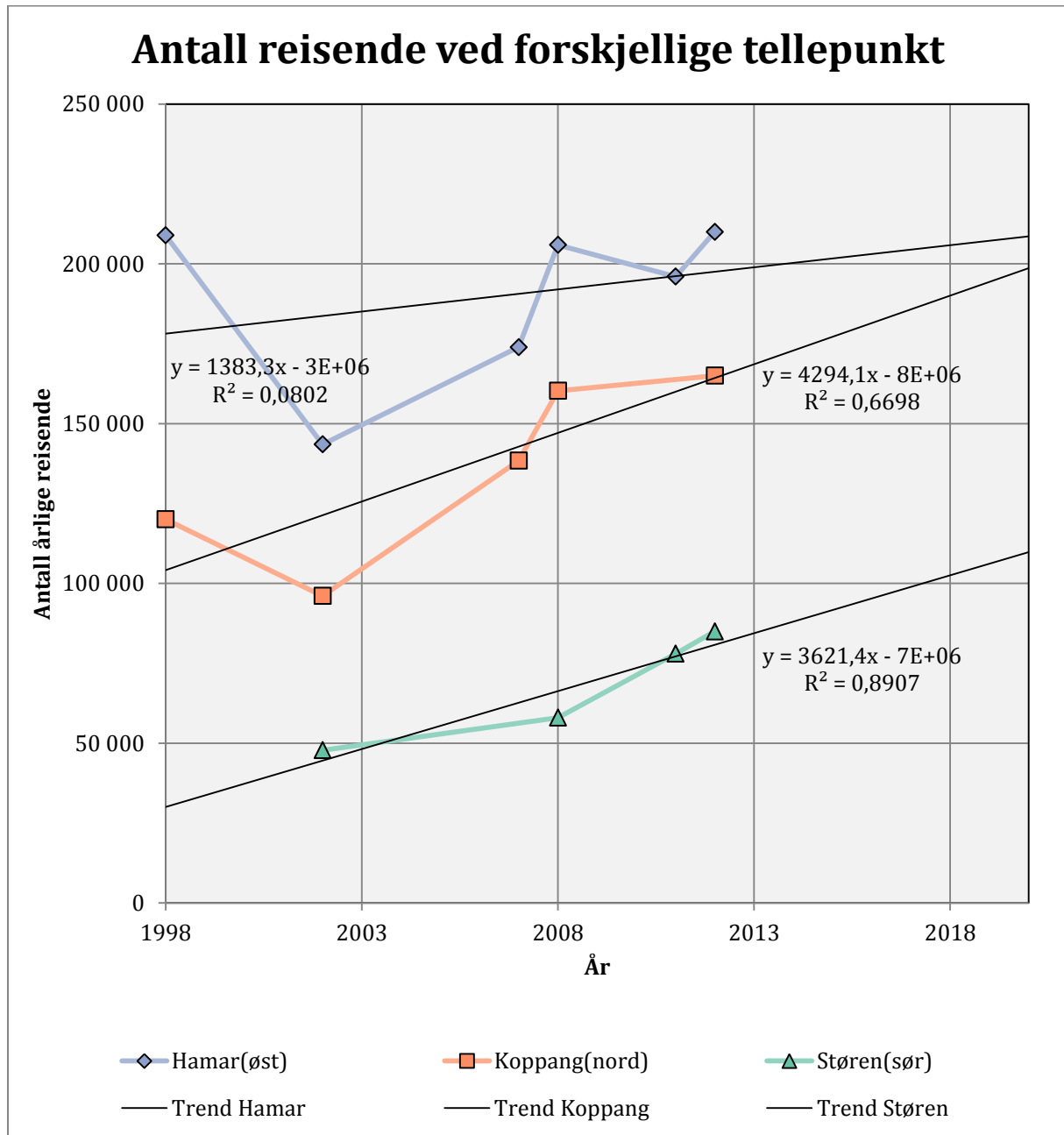


FIGUR 5: ANTATT GJENNOMSNIITTLIG FYLLINGSGRAD TYPE 93, BASERT PÅ ANTALL AVGANGER I UKEN.

Markedsutvikling

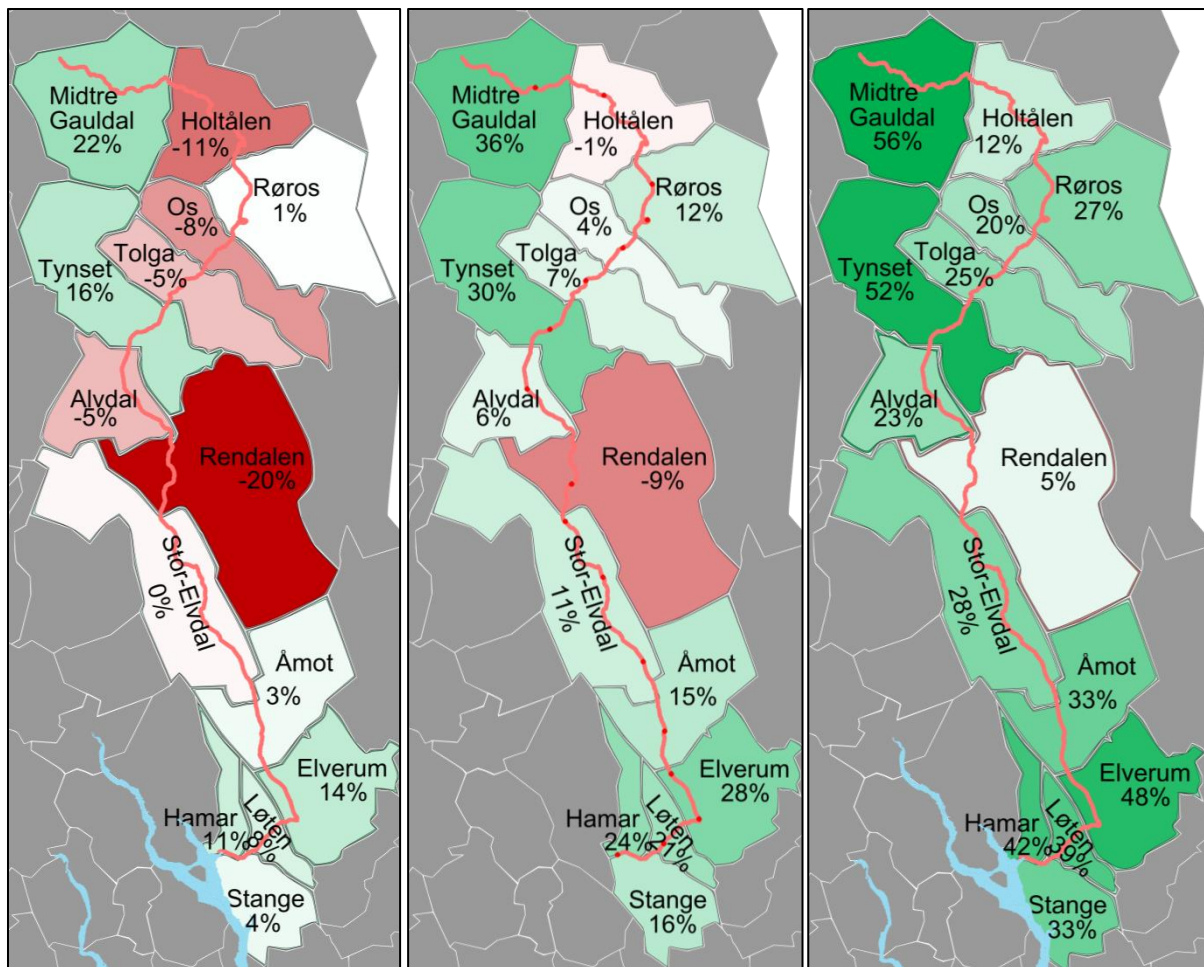
Man må utvise stor forsiktighet når verdier fremskrives, og særlig med så få datapunkter som man her har. Med lineær regresjon er det allikevel en trend i økning av antall reisende både på tellepunkt ved Støren ($R^2 = 0,89$) og ved Koppang ($R^2 = 0,67$), mens det nord for Hamar er usikkerhet knyttet til trenden ($R^2 = 0,08$). Dersom trenden forsetter, anslås det en trafikkvekst på 15 % ved Koppang og 20 % ved Støren i 2018, og (noe forsiktig) hhv 70 % for Koppang (til 284 000 reisende) og 114 % ved

Støren (til 182 000 reisende) i 2040. Tallene er selvsagt grove anslag. SSB oppgir at det i 2040 kommer til å være 133.230 mennesker bosatt i kommunene, med sannsynlige øvre og nedre grense hhv 153.238 og 119.189 [18], se Figur 7.



FIGUR 6: ANTATT VEKST I ANTALL REISENDE PÅ FORSKJELLIGE TELLEPUNKT BASERT PÅ TELLEPUNKTDATA MELLOM 1998 OG 2012. ÅR 2000 ER UNNTATT FRA REGRESJONEN, FORDI ÅSTA-ULYKKEN ER SKYLDING I MYE AV TRAFIKKNEDGANGEN. TELLESTATISTIKKEN FOR STØREN FØR 2002 ER OGSÅ TATT UT, DA TALLENE ER BASERT PÅ EN ANNEN TELLEMÅTE.

Det bemerkes også i Tabell 6 at det er tre kommuner med netto innpendling: Hamar, Tynset og Røros. En netto innpendling betyr at flere arbeidstagere reiser inn til kommunen for å jobbe i denne kommunen, enn det reiser arbeidstagere ut av kommunen. Antall pendlerbevegelser er sum innpendlere pluss utpendlere, og er en indikator for total transportbehov[2].



FIGUR 7: KOMMUNENE LANGS RØROSBANENS ANTATTE BEFOLKNINGSUTVIKLING FRAM TIL 2040. F.V: LITEN VEKST, SANNSYNLIG VEKST OG HØY VEKST.

TABELL 6: BEFOLKNINGSFRAMSKRIVNING MOT 2040, SAMMENLIKNET MED KOMMUNENES FAKTISKE BRUK AV BANEN.

Kommune	Befolkningstall				På- og avstigninger 2012		Pendling 2002	
	2012	Nasjonal vekst 2040			Totalt	Pr innb.	Alle pendler-bevegelser	Netto innpendling[%]
		Middels	Lavt	Høyt				
Hamar	29 045	35 981	32 249	41 232	106 300	3,66	12 645	11,5
Stange	19 190	22 272	19 969	25 499	2 700	0,14	2 669	-35,7
Løten	7 477	9 051	8 111	10 386	5 800	0,78	6 889	-19,1
Elverum	20 152	25 810	23 002	29 866	42 100	2,09	4 256	-0,7
Åmot	4 337	5 007	4 474	5 773	47 600	10,98	896	-11,6
Stor-Elvdal	2 678	2 975	2 665	3 429	32 700	12,21	472	-15,5
Rendalen	1 959	1 776	1 576	2 058	2 400	1,23	337	-18,5
Alvdal	2 431	2 586	2 305	3 002	21 200	8,72	438	-14,2
Tynset	5 564	7 251	6 436	8 484	44 800	8,05	1 263	6,6
Tolga	1 681	1 805	1 602	2 096	11 400	6,78	563	-15,1
Os (Hedm.)	2 040	2 115	1 878	2 448	12 100	5,93	540	-21,4
Røros	5 604	6 249	5 642	7 112	124 200	22,16	1 015	4,4
Holtålen	2 013	1 996	1 794	2 258	9 900	4,92	469	-23,9
Midtre Gauldal	6 153	8 356	7 486	9 595	1 600	0,26	1 219	-7,7

3.3 TEKNISK TILSTAND

Rørosbanen er ikke elektrifisert. Rundt 1/3 av banen har en hastighetsstandard på 130 km/t[6]. Banen har 17 krysningsspor mellom Hamar og Støren, hvorav kun 7 stk. er lengre enn 600 meter, standard lengde på godstog i Norge.

Rørosbanen er utbygd med overbygningsklasse c⁶, den samme standard som landet for øvrig[19]. Overbygningsklassen bestemmer hvilken hastighet og tyngde togene kan kjøres med.

TABELL 7: OVERBYGNINGSKLASSE B OG C MED BEGRENINGER FOR AKSELLAST OG HASTIGHETER FOR FORSKJELLIGE TOGTYPEN.

Overbygningsklasse	Vogner i persontog		Motorvognsett		Godstog/arbeidsmaskiner	
	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]
b	18	100	18	100	22,5 20,5 18,0	30 70 80
c	18	160	20,5 18,0	130 160	22,5 20,5 18,0	80 90 100

3.3.1 KAPASITETSUTNYTTELSE

Slik rutetabellen er på Rørosbanen, benyttes banen på over 100 % i makstimen mellom Hamar og Røros. Den praktiske betydningen av dette er at det ikke er plass til flere togavganger i dette tidsrommet. Dette betyr at rutetabeller kan være vanskelig å gjøre tettere (begrenser frekvensen på tog) og det kan være vanskelig å føre ekstra trafikk på banen (se 3.4.1).

TABELL 8: KAPASITETSUTNYTTELSE RØROSBANEN[8]

Fra-til	Kapacitetsutnyttelse	
	I døgnet [%]	I maks-timen [%]
Hamar-Elverum	56-70	>100
Elverum-Røros	56-70	>100
Røros-Støren	41-55	86-100
Solørbanen: Kongsvinger-Elverum	1-40	1-40
Dovrebanen: Hamar-Lillehammer	86-100	86-100

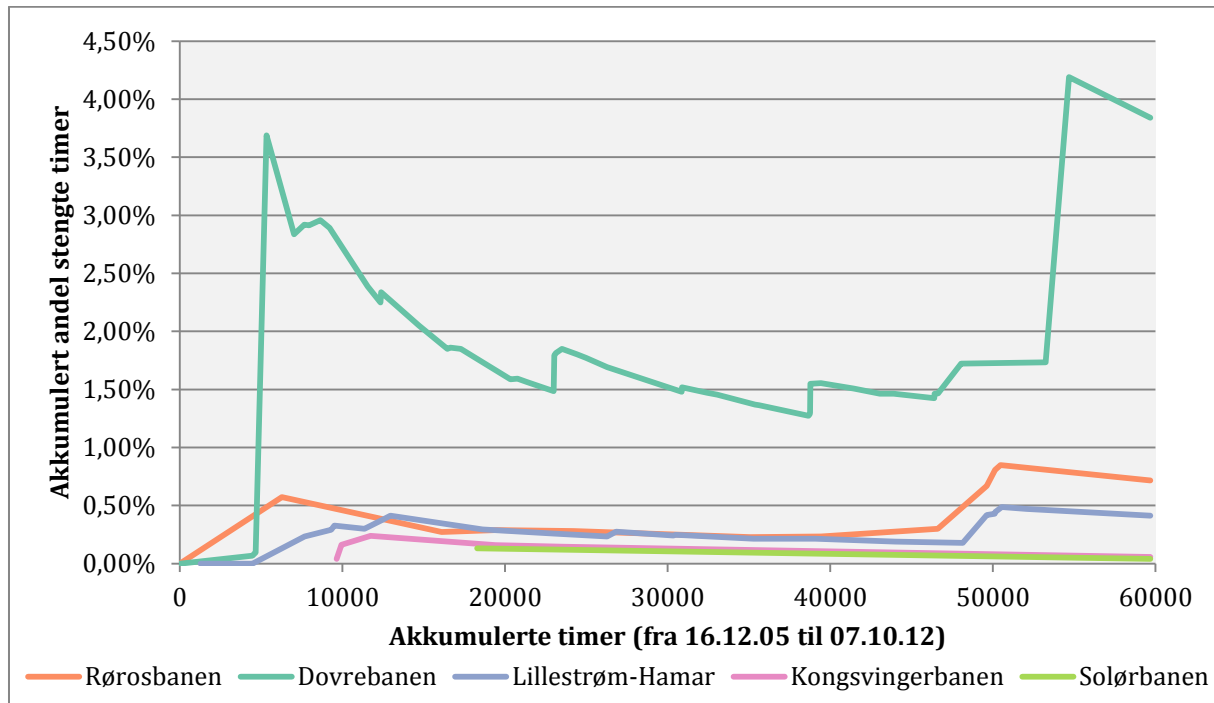
3.4 DRIFSAVBRUDD

Generelt sett er Rørosbanen stengt færre timer i året på grunn av uforutsette driftsforstyrrelser enn Dovrebanen på det sammenliknbare strekket (mellom Hamar og Støren) [20]. Akkumulert andel timer stengt siden 16.12.2005 frem til 07.10.2012 (59688 timer) viser dette tydelig i Figur 8. Dovrebanen er i snitt stengt 3,84 % av tiden⁷, mot Rørosbanens 0,72 %. Rørosbanen kan bare erstatte en stengt Dovrebane mellom Hamar og Støren. Skulle Dovrebanen være stengt mellom

⁶ Unntaket: km. 131,620 - 149,000 mellom Hamar og Løten er overbygningsklassen b, grunnet skinnprofil S41 og fra km. 179 - 189,675 mellom Rudstad og Rena er overbygningsklassen b, grunnet skinnprofil Hb40.

⁷ 3,84 % av et år er 14 dager. 0,72 % er 3 dager.

Lillestrøm og Hamar, blir Kongsvinger- og Solørbanen deler av den alternative traseen, samt RB mellom Hamar og Elverum. Det bemerkes at kombinasjonen SB + KB har markant lavere andel stengte timer: 0,10 % mot DBs 0,41 %. Dette gir total sannsynlighet for at korridoren er stengt mellom Lillestrøm og Støren på 0,02 % dersom RB, SB og KB tas med i beregningen. En oversikt over stengingstilfellene er vist i vedlegg 3.



FIGUR 8: AKKUMULERT GJENNOMSNITTLIG ANDEL AV TIMER STENGT FRA 16.12.05 TIL 07.10.12.

3.4.1 RAS PÅ DOVREBANEN VÅREN 2012

Et større jordras ved Soknedal på Dovrebanen førte til stenging i 8 uker (se Figur 8, ved 54696 timer). I løpet av denne perioden ble deler av godstrafikken mellom Trondheim og Oslo kjørt på Rørosbanen og resten ble kjørt på veg eller innstilt. Dette er den lengste stengingen av Dovrebanen siden den ble bygd. Rasets totale kostnader er beregnet til å være omtrent 100-111 MNOK [6].

Utover de materielle kostnadene ved opprydding og reparasjon, antas en resultatsvikt på omtrent 50-61 MNOK hos CargoNet, Cargolink og NSB. Den økonomiske konsekvensen inneholder tapte inntekter og ekstra kostnader grunnet endret turnering av materiell, personell og andre følgekostnader ved uforutsette hendelser. Man sitter dermed igjen med en kostnad på 880 000 – 1 070 000 kroner tapt hver dag Dovrebanen er stengt. Med Dovrebanen stengt i snitt 14 dager i året, koster det mellom 12 og 14 millioner årlig dersom en ikke får avlastet disse unntakssituasjonene [6].

3.4.2 NYLIGE FORHOLD

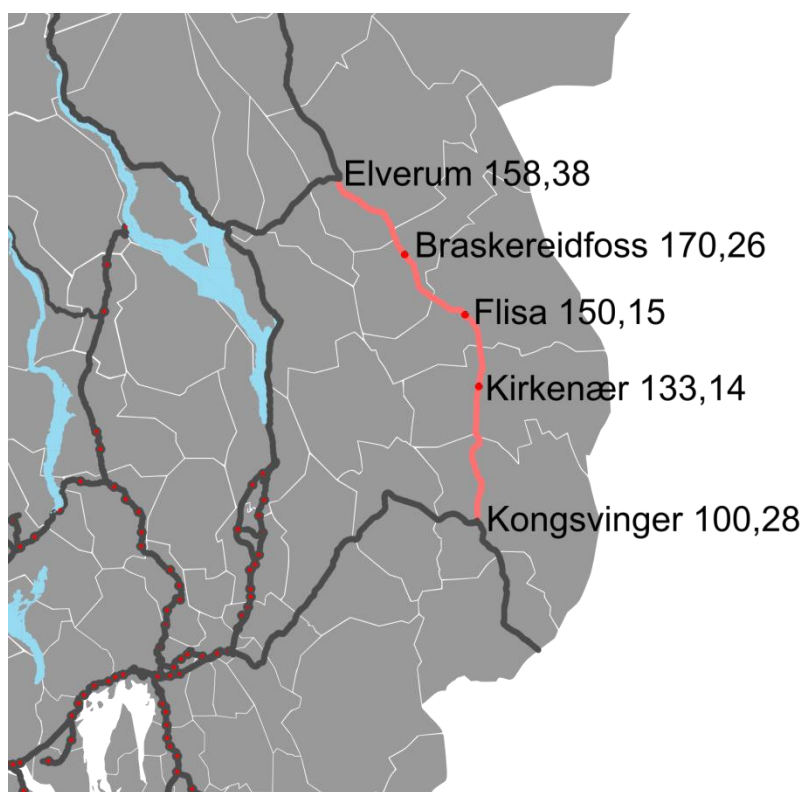
Den 22. mai 2013 var nedbørsmengden vært så stor at Rørosbanen har vært stengt på grunn av fare for utrasing – samtidig har Dovrebanen vært stengt på grunn av jordras og vann i sporet. Rørosbanen var stengt for gjennomgående trafikk i 6 dager, mens Dovrebanen forventes utbedret til kjørbare stand innen 1. juni [21] [22]. Da har Dovrebanen vært stengt i 19 dager. I mellomtiden er noe av godstrafikken kjørt over Rørosbanen. En stenging av begge banene er ytterst sjeldent – bare 17 timer er registrert i statistikken brukt, det tilsvarer 0,03 % av de akkumulerte timene. Dette er for øvrig den

samme prosentvise sjansen for at begge banene er stengt dersom en antar at de er uavhengige variabler ($3,84\% * 0,72\%$)[20].

3.5 SOLØRBANEN

Solørbanen er sentral i utviklingen av dagens godstransport på Rørosbanen. Denne 94 km lange banen mellom Elverum og Kongsvinger ble bygget ferdig 1910 og hadde persontrafikk fram til begynnelsen av 1990-tallet [23]. Mellom Kongsvinger og Lillestrøm går Kongsvingerbanen, som også er forbundet til Sverige via Grensebanen over Charlottenlund. Kongsvingerbanen er elektrifisert. [24]

I 1862 var grunnlaget for Solørbanen var helt på plass. Da stod som nevnt Rørosbanen klar til Elverum, samtidig var utbyggingen av Kongsvingerbanen nådd Kongsvinger [25]. Forutsetningene var da til stede, og 21 år senere, i 1893 stod Solørbanen klar mellom Kongsvinger og Flisa. I 1910, 30 år etter åpningen av hele Rørosbanen, åpnet Solørbanen helt til Elverum.



FIGUR 9: STASJONER LANGS SOLØRBANEN.

3.5.1 TEKNISK TILSTAND

På Solørbanen er det 3 kryssningsspor, i tillegg til ett på Elverum, hvorav kun Elverums spor er lengre enn 600 meter. Solørbanen mangler fjernstyring (CTC) og har kun DATC mellom Kirkenær og Kongsvinger[26]. Solørbanen har i likhet med Rørosbanen overbygningsklasse c, se Tabell 7.

3.5.2 TRANSPORTSITUASJON

Tidligere har Solørbanen vært viktig for persontrafikken mellom Oslo og Trondheim, da dagtoget gikk her i periodene 1943-1946 og 1986-1989. I tillegg gikk nattoget til Trondheim her fra 1986-1989. Det var lokal persontrafikk på banen frem til 1994[23].

I dag kjøres det noe godstrafikk på banen. Dette dreier seg i hovedsak om tømmer- og flistog på veg til/fra Sverige. Disse togene kommer fra Braskereidfoss og tømmerterminalene langs Rørosbanen (se Tabell 2) [10, 12].

4 INTERVJUUNDERSØKELSE

I løpet av en periode på 3-4 uker ble alle kommunene med holdeplass langs banen forespurt om de ville delta i en intervjuundersøkelse for kartlegging av dagens og framtidens bruk av Rørosbanen.

4.1 FORARBEID

4.1.1 UTVALG

Det er i første omgang mest hensiktsmessig å spørre kommunene, det antas at de har størst helhetlig oversikt over de lokale forholdene, slik som industri og befolkningsstruktur. Mange av kommunene er medlemmer av *Jernbaneforum Røros- og Solørbanen*, en gruppe som jobber direkte for modernisering av Rørosbanen.

Fordi fagkunnskapen innad i kommunene kan være ulikt plassert, er intervjuobjektets stilling ikke nødvendigvis den samme fra kommune til kommune. I de større kommunene er det egne stillinger for planlegging av infrastruktur, mens det i de mange av kommunene er rådmannen som er intervjuobjekt. Rådmenn er hensiktsmessige å intervju, da det ventes av deres stilling at de har et bra overblikk over kommunes anliggende, uten å være politisk preget, men det er også hentet mange svar med god teknisk innsikt fra respondenter med andre stillinger.

4.1.2 UTARBEIDING AV SPØRSMÅL

Spørsmålene ble utarbeidet i samråd med veileder, og med utgangspunkt i problemstillingen stilt i oppgaveteksten Bilag 1: Oppgavetekst. De fem spørsmålene er ment å dekke de aspekter som ikke er funnet i kapittel5, og hvert enkelt spørsmål er beskrevet i kapittel 4.3.

4.1.3 MELDEPLIKT I FORBINDELSE MED BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

For å verifisere og lettere organisere de kvalitative dataene fra intervjuene, er de gjennomført under fullt navn og stilling. Siden dette er direkte identifiserbare personopplysninger, er derfor oppgaven meldepliktig ovenfor Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Personopplysningene er sensurert ut av masteroppgaven og all personidentifiserende skal slettes innen 15.6.2013 i henhold til vilkårene for NSDs vurdering av masteroppgaven. Intervjuobjektene har i denne sammenheng skrevet under på et samtykkeskjema, se vedlegg 4

4.2 GJENNOMFØRING

4.2.1 FØRSTEKONTAKT

Som nevnt innledningsvis, er det ikke nødvendigvis personer i samme stilling det er mest hensiktsmessig å intervju i kommunene. Derfor ble førstekontakten gjort til de respektive service-torg og resepsjoner over telefon. Her ble hensikten med oppgaven ble forklart, og intervjuobjekt ble foreslått. I enkelte tilfeller hadde denne kontaktpersonen andre forslag til intervjuobjekt, og de henviste personene ble derfor intervjuet i stedet. Første ringerunde ble gjennomført 17. april, og fortsatte til en kontaktperson var funnet i alle kommunene.

4.2.2 VIDERE KONTAKT

Etter å ha funnet riktig person og gått igjennom spørsmålene muntlig over telefon ble spørsmålene oversendt per epost, sammen med et veiledende dokument og et samtykkeskjema for oppbevaring av personopplysninger.

4.2.3 MOTTAK AV DATA

De besvarte spørreskjema ble oversendt per epost, sammen med en innskannet, signert samtykkeerklæring. To samtykkeerklæringer ble sendt per post.

4.2.4 RESPONS

En av kommunene trakk seg etter at spørsmålene hadde blitt oversendt, da Rørosbanen kun har *“marginal betydning”* for kommunen. De fleste av deltagerne avgav svar innen to-tre uker. Siste svar var mottatt 13. mai. Da var det hentet inn svar fra 12 av totalt 14 spurte.

4.3 SPØRSMÅL OG SVAR

Svarene er her forsøkt gjengitt i så stor detalj som mulig. Det henvises til vedlegg 2 for svarene i fulltekst.

4.3.1 SPØRSMÅL 1

“Hvilken betydning har Rørosbanen for kommunen/bedriften du er knyttet til i dag? Har dere mange ansatte som er avhengig av å måtte pendle til arbeide eller gods som skal transporteres langs banen? Er det annen viktig bruk av Rørosbanen i kommunen/bedriften?”

Undersøkelsens første spørsmål er utformet for å undersøke kommunens eller bedriftens bruk av banen i dag. Selv om tall finnes for både av- og påstigninger, antall innbyggere og lokal godstransport for banen, sier disse lite om f.eks. pendlervaner for en bedrifts ansatte og liknende.

Ut fra svarene på spørsmål 1, er det naturlig å dele disse inn i tre deler. Kommuneorganisasjonen er ofte en av de større arbeidsgiverne i de minste kommunene, og deres virksomhet og reisebehov er ofte betydelig.

Kommunen som organisasjon og arbeidsgiver

De spurte kommunene angav at det var få eller ingen ansatte i organisasjonen som dagpendlet med tog. Dette kommer nok av at folk velger å bosette seg i kommunen hvor de jobber.

For møte- og reisevirksomhet (arbeidsreiser) brukes toget i større grad. Spesielt regionen Nord-Østerdalen har stor avstand til fylkeskommunen på Hamar, og i tillegg foregår det en del interkommunalt samarbeid som fører til mange tjenestereiser.

Kommunen som samfunn

RB har forskjellig viktighet for de ulike kommunene langs banen. Viktigheten er avhengig av hvor sentrale kommunene er, hvilke fasiliteter som finnes i de ulike kommuner, rutetilbudet for kommunen og en rekke andre faktorer. Det er derfor vanskelig å gi en generell oppsummering. Av den grunn gjennomgås heller kommunenes svar fra sør til nord.

For Hamar er RB en lenke østover mot Løten og Elverum I tillegg er Høyskolen i Hedmark (HiH) fordelt på fire campuser(Hamar, Elverum, Rena og Evenstad), alle liggende langs Rørosbanen. På

grunn av lav frekvens og dårlige overgangsmuligheter til andre transportmidler, brukes ikke RB så mye til pendling verken inn eller ut av Hamar kommune.

Elverum har lenge hatt et ønske om å kunne bruke Rørosbanen mer enn i dag, fordi nærheten til Hamar, Østerdalen og Hedemarskommunene gir mange inn- og utpendlere i området. Det har tidligere vært snakk om å opprette timestakt mellom Hamar og Elverum, men i fravær av denne har Elverum bidratt til et økt kollektivtilbud med buss. Av mangel på tilfredsstillende togtilbud brukes RB mindre enn det den har potensiale for.

I Åmot er det noen innpendlere, men en stor del av trafikken utgjøres av Forvarets ansatte og vernepliktige stasjonert på Rena. RB er også et viktig kollektivtilbud til de som ønsker å gå Birkebeineren – et årlig skirenn med start på Rena. For øvrig gis det uttrykk for at RB er viktig for det generelle kollektivtilbudet i kommunen.

Antallet inn- og utpendlere oppgis som viktigere lengre nord, i Stor-Elvdal, Alvdal, Tynset, Tolga og Os kommune. Det vektlegges at RB som transportmiddel muliggjør arbeid under reisen: en sikker og miljøvennlig måte å reise på, hvor det er nok plass og ro til at man kan jobbe underveis. God utnyttelse av arbeidstiden er en viktig faktor for arbeidsreiser. Som i Åmot, uttrykkes det at RB er viktig for det generelle kollektivtilbudet i kommunen.

Røros kommune oppgir at de har mange innpendlere, dette støttes for øvrig godt opp av tilgjengelig statistikk [2]. Mange av disse pendlerne kommer fra Tynset, Tolga, Os og i Holtålen, men få reiser med tog. Dette kommer av at dagens første nordgående tog kommer til Røros klokka 11:29, og gjør det dermed upraktisk å reise med tog om morgenen. Det kommer i midlertid noen innpendlere med toget nordfra som er på Røros 08:14. Det uttrykkes at større markedsandeler er oppnåelige med et bedre rutetilbud.

Holtålen kommune har bedre rutetilbud for pendlere enn flere av de andre kommunene langs banen. RB er, i tillegg til Fv. 30 og Røros flyplass, en av bærebjelkene som gjør det mulig å opprettholde kommunen som en "bostedskommune", med en stor andel utpendlere.

Rørosbanens nordligste kommune, Midtre Gauldal, oppgir at det i tillegg til reiser internt i kommunen (Singsås, Kotsøy, Rognes og Støren) også er gode muligheter for dagpendling, og at enkelte pendler opp til Trondheim i dag.

Næringsliv

Det ikke oppgitt annen lokal godstransport enn innen skognæringa. Utover godstransporten spiller RB en mindre direkte rolle for næringsliv og sysselsetting, bortsett fra de ansatte ved JBV og NSB.

4.3.2 SPØRSMÅL 2

Hva vil dere legge i en "modernisering av Rørosbanen"?

Modernisering er ikke et ensbetydende begrep innen jernbane, og ulike aktører legger alt fra elektrifisering til IC-utbygging i begrepet. Å etablere hva intervjuobjektet mener med modernisering vil i tillegg til å definere *modernisering* for resten av spørsmålene, gi et innblikk i hva brukerne av banen legger i en modernisering av den.

Siden den tekniske jernbanekompetansen varierer blant respondentene er svarene litt sprikende. På tross av dette har samtlige respondenter har svart elektrifisering. Øvrige tanker om hva en modernisering innebærer er forsøkt gruppert etter beste evne.

Elektrifisering

Alle som har svart på undersøkelsen ser på elektrifisering som et moderniseringstiltak for RB. Det lar seg skille mellom tre hovedargumenter:

- Ønsket om å benytte banen til gjennomgående godstrafikk
 - Større kapasitet for godstransport Trondheim-Oslo
 - Forenklet drift for transportselskap da maskinparken kan holdes homogen (elektrisk)
- Positive følger for persontrafikken:
 - Hurtigere tog
 - Nyere og mer bekvemme tog
 - Mulighet for direkteruter videre fra Hamar til Oslo.
- Miljøvennlighet

Som det også foreligger i JBVs utredninger, argumenteres det for at en elektrifisering vil gi gode følger for godstrafikken mellom Oslo og Trondheim. Dette fordi man i praksis vil få et "dobbeltspor" med Dovrebanen og Rørosbanen, der tunge godstog kan kjøre nordover på Rørosbanen. Å kjøre nordover på Rørosbanen vil være fordelaktig fordi togene vanligvis er tyngre i nordgående retning, og Rørosbanen har lavere høydeforskjell, som igjen betyr lavere energiforbruk. Transportselskapene kan dermed bruke det samme materiellet hele vegen opp til Trondheim og slipper derfor ha diesel-lok i maskinparken. Det er også antatt at både energi og drift av el-lok er rimeligere enn diesel-lok.

Elektrifisering av RB vil gi mange positive følger for persontrafikken, de fleste knyttet til materiellet brukt. Elektrisk drevne, moderne tog har høyere akselerasjon og større motoreffekt enn sammenliknbare dieseldrevne persontog. Derfor er det grunn til å tro at en vil få en redusert kjøretid. I likhet med fordelene for godstransporten, vil en homogen maskinpark for NSB gi to store fordeler: muligheter for direkteruter til Oslo og enklere tilgang på ekstra materiell. Dette gir større fleksibilitet til å tilpasse rutetilbudet.

Elektrisk drevne motorer har også høyere virkningsgrad og renere energi i tillegg til å bidra mindre til lokale utslipp. En elektrifisering vil derfor gi en miljø- og klimagevinst.

Andre tiltak

Her kommer noen av forskjellene mellom de ulike respondentene til syne. Det er ytret et ønske om en høyhastighetsbane, lik den sett i HHU [27]. Andre respondenter mener igjen at dette er en smule utopisk og "ser ingen realisme i å realisere en høyhastighetsbane mellom Oslo og Trondheim". Disse påstandene er ikke nødvendigvis motsetninger. En høyhastighetsbane vil være et attraktivt tilbud i en region hvor nærmeste flyplass er langt unna.

Følgende tekniske tiltak er foreslått:

- Forlenge eksisterende kryssingsspor og bygge nye
 - Forlenge 1-2 kryssingsspor mellom Røros og Støren
- Fjernstyring av strekningen Røros – Støren og Solørbanen
- Utbedring av tømmerterminaler og stasjonsområder
- Linjeomlegginger
- Tilrettelegge for en bane som er stabil i møte med de fremtidige klimautfordringene
- Sanering av planoverganger
- Utskifting av sviller og skinner

Disse tiltak avviker ikke i stor grad fra det som er å forvente, og de er også fremmet i lokale medier gjennom blant annet Jernbaneforum Røros- og Solørbanen [28-32].

I tillegg kom det noen indirekte tekniske tiltak og mål for en modernisering:

- Tilrettelegge for en økt godstrafikk på banen.
- Styrket berettigelse av banen⁸
- Tilrettelegging for en større markedsandel på bane
- En mer rasjonell trafikkavvikling
- Større fart/kortere reisetid

Disse punktene er det viktig å ha i bakhodet videre når utbyggingsmål skal vurderes. Det kom også forslag om tiltak som ikke er direkte knyttet til infrastrukturen, snarere NSBs rutetilbud:

- Hyppighet av avganger
- Timesavganger mellom Elverum og Hamar, helst mellom Rena og Hamar.
- Flere avganger mellom Røros og Trondheim
- Tilpassing av rutetabeller til de tider folk pendler.
- Forbedret billettservice og enklere tilgang på billett kjøp enn i dag
- Togmateriell med mer moderne utrusting:
 - Komfortplasser med strømuttak
 - Bedre og mer stabilt internett
 - Større setekapasitet

Selv om disse målene er avhengig av transporttilbyder (NSB) sitt bedriftsøkonomiske anliggende, kan man på infrastrukturensiden tilrettelegge for et utvidet togtilbud ved å tilby større kapasitet på nettet. Togmateriellet brukt kan man heller ikke styre noe særlig i detalj, men en elektrifisering gir i alle fall muligheten til å velge i et større og mer moderne spekter av togsett.

4.3.3 SPØRSMÅL 3

Hvilke hindringer mener dere står i veien for at Rørosbanen blir mer brukt (både gods- og persontrafikk) enn i dag?

Dersom det er presserende problemer med dagens tilbud og infrastruktur, bør det fanges opp i dette spørsmålet.

Et vidt spekter av svar på dette spørsmålet gjorde det nødvendig å kategorisere svarene i en viss grad. Fordi denne oppgaven i hovedsak er skrevet i infrastrukturtilbyders perspektiv, er dette en naturlig hovedkategori.

Infrastrukturtilbyder:

Mye likt svarene på spørsmål 2, igjen mange svar i retning elektrifisering og følgene av det.

Ikke elektrifisert

De samme argumenter og perspektiver gitt i 4.3.2 gjelder også her. Godstransportører etterspør elektrisk drift, da dette er både billigere og mer effektivt. En elektrifisering av Solørbanen vil også gi mulighet til å lede godstransport til og fra Europa utenom Oslogryta, ved at godset går via Kil i Sverige til Gøteborg havn.

⁸ Tolket som positiv samfunnsverdi

Annet

Enkelte respondenter mener at lengde på kryssningsspor et hinder.

Da signalsystemet Merkur ikke ble godkjent, må en i perioden før ERTMS blir innført bruke NSI 63 for nye signalanlegg.

For dårlige ordninger med tilbringertjenester og overgang sykkel/tog og buss/tog. Sykehuset i Elverum er et viktig målpunkt for mange, men ligger for langt unna jernbanestasjonen⁹.

Transporttilbyder

Rutebestemmelser

Gjennom intervjuene er det avdekket en generell misnøye med hyppighet og rutetider på dagens tog-avganger. Det pekes på at dersom incentiver gis for mer gjennomgående persontrafikk, kan en få flere avganger, og dermed et utvidet tilbud.

Det kommer også fram at det er stort potensiale for turistreiser, og det poengteres på at Destinasjon Røros har fremhevet dette på grunnlag av ønsker fra operatørene sine.

Som nevnt under 4.3.2, er det også ønskelig med tog som går direkte til Oslo, uten omstiging på Hamar slik det er i dag.

Rullende materiell

Togsettene som brukes på RB i dag (BM 92 og BM 93) har plass til 90-114 passasjerer. Togene er hhv bygget i 1985 og 2002, og til tross for at de er oppusset siden sine byggeår, fremstår de som noe umoderne. Av intervjuene kommer det fram at disse togene tidvis har altfor lav passasjerkapasitet, og enkelte ganger har folk blitt kastet av eller nektet å stige på, fordi togene har vært fulle.

Det er heller ikke tilrettelagt for å ta med sykler på togene (spesielt BM 92), da dører og korridorer er for trange. Kostnaden ved å ta med sykkel er også for høy.

Billettssystemer

Den 9. desember 2012 innførte NSB plassreservering på Rørosbanen[33], derfor er man bare garantert plass på toget dersom man bestiller på forhånd og i tide. Kun 6 stasjoner har utsalgsteder for billetter (se Tabell 3), og av disse er det kun på Hamar man har billettautomat. Dette gjør at alle forhåndskjøpte billetter må kjøpes over internett. For å bruke disse billettene er mobiltelefon, nettbrett eller utskrift nødvendig.

På grunn av noen uheldige episoder, der folk uten billett har blitt kastet av da toget var for fullt, har det spredt seg en oppfatning om at man ikke får være med på toget uten billett[34]. Er man da i en befolkningsgruppe uten den tekniske kunnskapen til å finne frem billetter på internett (f. eks. eldre), oppfattes billettssystemet som meget vanskelig.

Siden NSB konkurrerer med flyselskapene på langdistansereiser som Oslo-Bergen, er det meningsfullt å ha en lavpriskalender og minipris slik det er i dag. I intervjuene kommer det fram at dette ikke nødvendigvis er gunstig på RB, hvor togene ofte fungerer mer som en tilbringertjeneste.

⁹ Sykehuset i Elverum ligger ifølge maps.google.no 1,3 km i gangavstand unna jernbanestasjonen. Til sammenlikning ligger Hamar sjukehus 1,0 km unna og Tynset sjukehus 600 meter unna sine jernbanestasjoner.

Politiske barrierer:

Rørosbanen påstås langt nede på rikspolitikernes prioriteringsliste¹⁰. Kun en av respondentene (referanse: 2668) mente noe om dette. Svarene er så spesifikke at det er vanskelig å referere, de er derfor gjengitt i fulltekst.

“Politikernes talemåter om mer gods til bane blir ofte prat uten altfor mye handling. Virkeligheten blir lett annerledes. Det samme kan gjelde forholdet til infrastruktur- og vedlikeholdstiltak hva gjelder jernbanen. I tillegg kommer kabotasje¹¹-utfordringene innenfor transportbransjen.

Rammevilkårene for selskapene som frakter gods på bane er dårlige. Det er ingen hemmelighet at noen selskaper har slitt de seinere åra, selv om ikke alle konkurser innenfor denne bransjen utelukkende har dette som årsak.

I dag er krav til sikkerhet såpass strenge at dette fører til at kostnader til tilpassing og bygging av infrastruktur blir store (eksempel: plattformlengder og krav til plattformer). Dette kan føre enten til store ekstrakostnader eller til at stoppesteder sløyfes.

Hvilke konsekvenser vil EUs jernbanepakke 4 få for Norge?

Svaret ligger for en stor del i det som er sagt ovenfor. Dessverre har Rørosbanen kommet langt ned på nasjonale myndigheters prioriteringer. Samlet politisk trykk fra region og aktuelle fylker har over tid ikke vært godt nok. Manglende oppmerksomhet og prioritering særlig fra Sør-Trøndelag fylkeskommune har vært et åpenbart hinder for å nå frem med krav. Dette har bedre seg i det siste.”

4.3.4 SPØRSMÅL 4

Hvilke tiltak må settes i verk for å gjøre Rørosbanen mer attraktiv for persontrafikk og godstrafikk?

Spørsmålet er ment å vise hvordan jernbanen kan øke sin markedsandel og generere ny persontrafikk.

Fire av respondentene henviser til svar på tidligere spørsmål. Det kan tyde på at spørsmål 4 var for lite gjennomtenkt, men på den annen side er det kommet frem nye poeng ikke nevnt i tidligere spørsmål.

Infrastrukturtilbyder

Her er forsøkt å samle de grep og investeringer som kan gjøres av JBV.

Elektrifisering

Se kapittel 4.3.2 og kapittel 4.3.3.

Stasjonsområder

Større tilrettelegging for intermodale reiser blir nevnt av flere som et viktig tiltak. Det innebærer en videre utbygging av parkeringsanlegg for bil (pendlerparkering, P+R) og sykkel. Videre betyr det også et bedret tilbud for kombinasjonen buss/tog. Ønsket er å kunne bruke samme billett på begge transportmidler, og rutene må være samordnet.

¹⁰ Ifølge NTP2014-23 skal RB utredes elektrifisert.

¹¹ Innenriks godstransport utført av utenlandske transportoperatører.

Det er også ytret et ønske om at plattformene skal være riktig utbygd for universell utforming, og være driftsstabile hele året. Tog med høyere kapasitet er lengre, og plattformene må derfor bygges ut til å imøtekomme disse lengdene.

Billettautomater og forbedrede informasjonssystemer må på plass, som et minimum på stasjonene med størst volum passasjerer i året (Røros, Tynset, Koppang, Rena og Elverum).

Nye stasjoner for et lokaltogtilbud på Hamar. Det er foreslått å inkludere Hamar vest i større grad, det er derfor foreslått å vende togene på en ny stasjon på OL-Amfi eller Maxi, ca. 2-3 km vest for Hamar stasjon. Hjellum stasjon (4 km øst for Hamar, ubetjent siden 1982) foreslås gjenåpnet.

Annet

Redusert vedlikeholdsbehov på alle jernbanens anlegg kommer i tillegg til lengre kryssningsspor og bedre kapasitet for godstog.

Transporttilbyder

Her er forsøkt å samle de muligheter NSB sitter med.

Rutebestemmelser

Det er ønsket både spesifikke og generelle endringer i dagens ruteopplegg. De fleste respondenter har nevnt at en høyere regularitet med flere avganger et godt utgangspunkt. Som spesifikke endringer er følgende foreslått:

- Mulighet for tidlige tog til Trondheim. Dagens første gjennomgående tog til Trondheim drar fra Hamar klokken 1210, og er på Røros 1530. Første tog nordover fra Røros er klokken 0505, men dette toget dekker ikke trafikk sør for Røros.
- Mulighet til å reise sørover fra Røros på kvelden. Siste avgang sydover fra Røros går fra Røros 1624.
- Det er to-timers takt mellom Hamar og Røros om morgenen og om kvelden, men dette mønsteret "hopper over" en avgang midt på dagen som det er ønsket å "tette".
- Timestakt fra Hamar opp til Rena. Eventuelt en egen lokaltoglinje mellom Rena og Brumunddal som fungerer som lokaltog på Hedemarken.
- Flere avganger mellom Røros og Støren
- Forbedret korrespondanse på Hamar. Enten gjennom direktetog til Oslo eller forbedret service under korrespondansen. Slik situasjonen er i dag er det kun rundt 10 minutter overgangsluke på togbyttet på Hamar. NSB tar ikke hensyn til om togene på Rørosbanen er forsinket, og tar ikke ansvar for brudd på korrespondansetider under 30 minutter.
- Reiselivsprodukter med togreise som en integrert del. Opplevelsespakker med togreise og andre opplevelser hvor operatør samarbeider med NSB.

Billett-tilbud

Forenkling av billett-tilbudet, og som skrevet over, billettautomater på de viktigste stasjonene.

Materiell

Togmateriell som har plass og system for enkelt å ta med sykkel, slik som S-togene i København.

4.3.5 SPØRSMÅL 5

Hvilke ringvirkninger tror du de forskjellige tiltakene på Rørosbanen som er nevnt i spørsmålet foran, ville hatt i din kommune/bedrift (befolkningstall, bostruktur, pendling til/fra kommunen, arbeidsplasser, bedriftsetableringer, sysselsatte m.m.)?

Dette spørsmålet er ment til å fange opp virkninger som ikke er nevnt i de tekniske rapporter og utredninger gjort på Rørosbanen. Svarene på dette spørsmålet må brukes med omhu, da det antas at det er store lokale variasjoner.

Spesielt her kan det hende spørsmålet var i overkant ledende. Eksemplene gitt var

“befolkningstall, bostruktur, pendling til/fra kommunen, arbeidsplasser, bedriftsetableringer, sysselsatte m.m.”

Dette var i grove trekk det alle svarene handlet om. Rekkefølgen er litt endret i avsnittene under, og liknende kategorier er slått sammen, men i hovedtrekk er svarene like eksemplet.

Det var også noen svar som utrykte hvor viktig det var med modernisering, uten å ville gå i detalj hvordan. Disse er utelatt, det antas de andre punktene tilstrekkelig dekker eventuelle fordeler.

Tilflytting

Generelt sier respondentene at en mer attraktiv RB ville gitt gode muligheter for økt tilflytting til kommunene. Dette baserer de på to hovedgrunner:

- En attraktiv RB med bedre togtilbud vil muliggjøre et større antall pendlere å bruke banen, som igjen gjør at kommunene blir mer attraktive som bostedskommuner. To eksempler på dette er Holtålen og Elverum.
 - Med kortere reisetid til Trondheimsområdet¹², vil Holtålen være “nærmere” og på den måten være mer attraktiv og kunne avlastet presset i Trondheimsområdet.
 - Dersom reisetiden mellom Elverum og Oslo kan reduseres til under 90 minutter, vil dette gi en stor regionforstørring hvor kommunen kan komme på banen som et sted å bo og å drive næringsvirksomhet. Dette vil gi kortere avstand til markedene og muligheter til tilflytting, da Elverum og regionen har store utbyggingsområder tilgjengelig¹³.
- Et godt utbygget kollektivtilbud er noe flere av de intervjuede synes er viktig for innbyggerne i sin kommune, uansett om de pendler eller ikke pendler. God tilgjengelighet i form av kortere reisetid og mer komfort gjør et område mer attraktivt. Høyere attraktivitet fører til bedre næringsutvikling og flere innbyggere.

Skapte arbeidsplasser

Det er en forsiktig optimisme i forhold til nyetableringer. Infrastrukturen er verken en forutsetning eller en utløser for næringsutvikling, men den kan fungere mer som en katalysator. Blant de spurte er det en skepsis til nyetableringer med stort behov for godstransport.

Økning i bosetting kan på den annen side bidra positivt til næringsutvikling i kommunene. Flere mennesker betyr vanligvis en økt etterspørsel etter private tjenester (f.eks. frisører), og der det er et behov, dukker det ofte opp en bedrift.

¹² Trondheimsområdet inkluderer Midtre Gauldal Kommune i Banevis Gjennomgang.

¹³ På Romerike og i Hedemarkskommunene rundt Mjøsa kan utbygging komme i konflikt med jordvernshensyn.

Det vil også oppstå behov for arbeidsplasser dersom banen bygges ut, både som utbyggere/entreprenører og som driftspersonale.

Økt andel av reisende

De spurte tror at flere ville benyttet toget til både arbeids- og fritidsreiser med en moderne RB. Med elektrisk drift vil også en større andel av de totale godsmengder kunne fraktes, og dermed tas det også markedsandeler fra vegtransporten. Begge disse fordelene forsterkes ved at de vil redusere antallet biler og lastebiler på vegen, og antallet ulykker vil derfor gå ned.

Det er også et stort potensiale i passasjertransporten mellom Hamar og Elverum, da tog bruker halvparten av tiden bussen bruker.

Øvrig

Regionen ville styrkes ved bedre kommunikasjoner, for eksempel ved at høgskolens tilbud på alle campuser ville være lettere tilgjengelig uansett bosted (Hamar, Elverum eller Rena).

Om kapasitet på gods var vesentlig større (og utgjorde et konkurransedyktig tilbud) ville det ha vesentlige konsekvenser med tanke på trafiksikkerhet på Rv 3 i Østerdalen. Et bedre togtilbud vil kunne bidra til redusert privatbilisme med de trafikale, miljømessige og klimamessige gevinster det gir.

4.4 OPPSUMERING

Rørosbanen er mange steder en av de viktigste transport-årene. Banen knytter de økonomiske regionene sammen, og muliggjør mye pendling. Det er i midlertid en misnøye med hastighet, kapasitet på togene, og avgangstider og -frekvenser. Mange av respondentene foreslår også å åpne RB i større grad for gjennomgående godstrafikk. Det virker som det er bred enighet om at dette i stor grad kan løses gjennom en elektrifisering av banen. I tillegg til elektrifisering, er også følgende tiltak foreslått:

- Elektrifisering av Solørbanen
- Fjernstyring av Rørosbanen mellom Røros og Solørbanen
- Bygging av nye krysningsspor
- Forlengelse av krysningsspor
- Endringer i banens trasé
- Økt aksellast (til 25 tonn).
- Nyåpning av stasjoner
- Utbedring av tømmerterminaler og stasjonsområder
- Økt frekvens på alle ruter.
- Timestakt mellom Hamar og Elverum, eventuelt videre til Rena.
- Tilpassing av rutetabeller til de tider folk pendler.
- Oppgradering av vegsikringsanlegg /sanering av planoverganger.
- Flere avganger mellom Røros og Trondheim
- Togmateriell med mer moderne utrusting:
 - Komfortplasser med strømuttak
 - Bedre og mer stabilt internett
 - Større setekapasitet
- Forbedret billett-service og enklere tilgang på billettkjøp enn i dag
- Tilrettelegge for en bane som er stabil i møte med de fremtidige klimautfordringene

- Sanering av planoverganger
- Utskifting av sviller og skinner
- Større fart/kortere reisetid

Det er antydnet at, selvsagt avhengig av respondenten, disse tiltakene vil føre større markedsandeler for persontransport på jernbane, samt en økning i den totale passasjermassen gjennom tilflytting til kommunene. Det virker som det er et større, felles ønske om å tilrettelegge mer for pendling og samarbeid mellom kommunene, noe banen kan stå sentralt i å bistå med.

4.5 EGENEVALUERING AV UNDERSØKELSEN, ENDRINGER UNDERVEIS OG KRITIKK

Det kan være at spørsmål kunne vært bedre formulert slik at svarene hadde vært tydeligere og mer utdypende. På den annen side er det mottatte materiell vurdert til å gi mer enn tilstrekkelig grunnlag til å si noe om kommunenes synsvinkel på modernisering av Rørosbanen.

Svarene på spørsmål 2 og 4 og 3 og 4 er relativt like. Dette kan bety at spørsmål 4 er overflødig. Det kan virke som eksemplene gitt under hvert spørsmål var ledende for svarene mottatt.

Som nevnt innledningsvis og under kapittel 4.3.2, var svarene unisone på enkelte spørsmål. Det har trolig en del å gjøre med både presseoppslag om Rørosbanen og gjennom organisasjonen *Jernbaneforum Røros- og Solørbanen*, hvor mange av de spurte kommunen er deltagere. Dette forringer ikke nødvendigvis kvalitetene på svarene (kanskje tvert i mot), men det betyr at svarene ikke nødvendigvis er uavhengige. Selv med dette forbeholdet, vurderes mottatte svar tilstrekkelig uavhengige til at det ikke er et signifikant problem.

5 DRØFTING AV MODERNISERINGSPLANER OG – ØNSKER

Planene for Rørosbanen er mange, og forslagene enda flere. Gjennom litteratursøket og samtaler med veiledere er det avdekket planer i et vidt spekter. De spenner fra planlagt moderniseringsarbeid, med ønskelige infrastrukturmessige investeringer for at banestandarden skal holde tritt med økningen i jernbanetransport, til politiske ønsker om en samferdselspolitikk som kjerne i distriktspolitikken.

5.1 JERNBANEVERKETS PLANER

Siden jernbaneverket eier Rørosbanen, har de ansvaret for vedlikehold og andre driftsmessige forhold. Det antas her at Jernbaneverket vet “hvor skoen trykker” når det gjelder utsatte steder på strekningen. I tillegg besitter JBV mye kompetanse på beregningssiden. Jernbaneverket har i det følgende laget planer som skal gi et beslutningsgrunnlag til politikerne.

5.1.1 STREKNINGSVIS UTVIKLINGSPLAN (SUP) FOR RØROSBANEN OG DOVREBANEN, 2011

Den strekningsvise utviklingsplanen er et prioriteringsgrunnlag for gjennomføring og planlegging av tiltak i regionen, og er utarbeidet for alle landets jernbanestrekninger. Her er tatt utgangspunkt i jernbanedirektørens ønske om med offensive planer, og det overordnede målet:

Jernbanen mellom Østlandet og Midt-Norge skal tilby miljøvennlige og effektiv gods- og persontransporter som gir grunnlag for å styrke næringsutvikling og utvide bo- og arbeidsmarkedsregioner.

Enn oppnåelse av dette målet er mulig gjennom en høyere markedsandel for persontransport på bane og en tredobling av godstransporten [8]. Tiltak og kapasitetsvurderinger er undersøkt på grunnlag av dette.

I første fase, tar SUP for seg tre scenarier frem til 2040, avhengig av hvilken løsning man velger for fremføring av godstog mellom Alnabru og Trondheim. Alternativ 1 er dagens situasjon med godstog over Dombås (DB), alt. 2 er med godset over RB fra Hamar og alt. 3 er over Solørbanen om Kongsvinger. Tiltakene foreslått er tilpasset disse ulike alternativene. Utover gods foreslår de frekvensøkning på alle RBs passasjerruter.

SUPs andre fase tar for seg utviklingen fram til 2023. Her legges det til grunn at RB skal ha kapasitet til en økt frekvens for persontog, samt ha kapasitet til å kunne ta godstog dersom DB uforutsett må stenge [7, 8].

5.1.2 BANEVIS GJENNOMGANG, 2012

I november og desember 2012 ble strekningsvise gjennomganger gjennomført i jernbaneverket og som grunnlag for denne gjennomgangen ble notater om alle landets banestrekninger utarbeidet. I de banevise gjennomgangene er all statistikk om banen gjennomgått, fra punktlighet, trafikk tall osv. til teknisk tilstand. På dette grunnlaget er det foreslått ulike tiltak på kort, mellomlang og lang sikt. I disse tiltakene inngår det punkter for forventet fornyelse og løpende drift, samt forslag for å gi Rørosbanen kapasitet til å være en avlastings- eller nødbane for godstransporten på Dovrebanen [11].

5.1.3 DOVREBANEN STENGT I 8 UKER, 2012

Rapporten utgitt i etterkant av et ras ved Soknedal på Dovrebanen i 2012 foreslår en del tiltak som skal gi strekningen mellom Alnabru og Trondheim en større robusthet, altså for å forminske påvirkningen uforutsette hendelser har på den daglige driften av banen. Mange av tiltakene gjelder for Rørosbanen[6].

5.1.4 JERNBANENS STASJONSSTRUKTUR 2012, 2012

Denne rapporten beskriver hvilke endringer en må gjøre i stasjonstrukturen for å kunne drive jernbanen på en økonomisk forsvarlig måte. Stasjoner med få reisende og store vedlikeholdsbehov foreslås nedlagt. Nye behov langs banen gir behov for et par nye stasjoner[14].

5.1.5 ELEKTRIFISERING AV RØROSBANEN, 1994

I denne utredningen er det vurdert investeringsbehovet for endringer i jernbanens tverrprofil i forbindelse med en elektrifisering av Rørosbanen[35].

5.2 EKSTERNE RAPPORTER

Rapportene *Utvikling av Røros- og Solørbanen (2009)* og *Utvikling av Røros- og Solørbanen: Nødvendig utbygging for å få vekst i godstrafikken nord-sør og livskraftig tømmertransport fra innlandet (2012)* er to rapporter utarbeidet av den eksterne konsulentgruppen Civitas på oppdrag fra Jernbaneforum Røros- og Solørbanen, en gruppe som arbeider med fornying av Rørosbanen. Begge rapportene er tilsynelatende lokalt forankret, med grundige undersøkelser av lokale forhold på RB og SB[10, 12].

5.3 TILTAK

Under er foreslåtte tiltak vist; med litt ulik tidshorisont. I rapportene er noen av virkningene knyttet opp mot kombinasjon av tiltak. Siden det i denne oppgaven er valgt å se på alle tiltak hver for seg, summeres ikke virkningene av tiltakene i dette kapittelet.

- Elektrifisering av Rørosbanen, og eventuelt Solørbanen
- Fjernstyring av Rørosbanen mellom Røros og Støren og eventuelt Solørbanen. Vurdere integrering med ERTMS.
- Utbygging av Kongsvingerbanen
- Bygging av 4-22 nye krysningsspor
- Forlengelse av 2-10 krysningsspor
- Endringer i banens trasé:
 - Tilsvingspor på Hamar og Kongsvinger
 - Utretting av linjen/linjeomlegginger
- Økt aksellast (til 25 tonn).
- Nyåpning av stasjoner
- Stenging av stasjoner
- Økt frekvens på alle ruter.
- Timestakt mellom Hamar og Elverum, eventuelt videre til Rena.
- Oppgradering av vegsikringsanlegg /sanering av planoverganger.

- Store og små fornyelsestiltak, som f.eks. maling av bruer. De fornyelsestiltakene som kan regnes under løpende drift og vedlikehold er ikke drøftet videre i oppgaven.
- Diverse tiltak på stasjoner: etterkomme krav fra SJT.

6 MODERNISERINGSTILTAK

De tiltakene som er foreslått i litteraturen og gjennom intervjuundersøkelsen er her drøftet i detalj. Enkelte tiltak med omfattende teoridel er viet en større del i dette kapitlet enn tiltak som er intuitive eller teknisk sett enkle. Følgende tiltak er drøftet i dette kapitlet:

1. Elektrifisering av Røros- og Solørbanen
2. Linjeomlegginger
3. Triangelspor Stange-Løten
4. Triangelspor Kongsvinger
5. Fjernstyring Røros-Støren
6. Fjernstyring Solørbanen
7. Utbygging av Kongsvingerbanen
8. Nye krysningsspor
9. Forlengelse av krysningsspor
10. Bruk av moderne rullende materiell
11. Rassikring
12. Økt aksellast
13. Kortere blokkstrekninger
14. Komfort og kundeservice
15. Samordnede transportformer
16. Endringer i stasjonstrukturen
17. Nye ruter i Nord-Østerdalen
18. Pendlerruter i Hamar-regionen
19. Sanering av planoverganger
20. Planlagt arbeid

6.1 ELEKTRIFISERING AV RØROS- OG SOLØRBANEN

Av de 4154 km jernbane i Norge er 2498 km (60 %) elektrifisert[36]. Rørosbanen og Solørbanen er foreslått elektrifisert av flere, og spesielt i intervjuundersøkelsen. En elektrifisering av banen gir også mulighet for å ta i bruk moderne materiell, med større fremføringshastigheter og dermed kortere kjøretid[6-8, 10, 12, 13, 35].

6.1.1 TEKNISKE DETALJER

En elektrifisering innebærer i denne sammenheng å bygge en elektrisk, høyspent banestrømforsyning. Banestrømforsyningen består i grove trekk av følgende komponenter:[37]

- Matestasjoner
- Anlegg for å forsterke banestrømforsyningen
- Kontaktledningsanlegget

Disse tre komponentene er i seg selv rimelig kompliserte, og oppgaven drøfter ikke virkemåte eller nøyaktig teknisk utforming i detalj. Kort oppsummert har de denne hensikten:

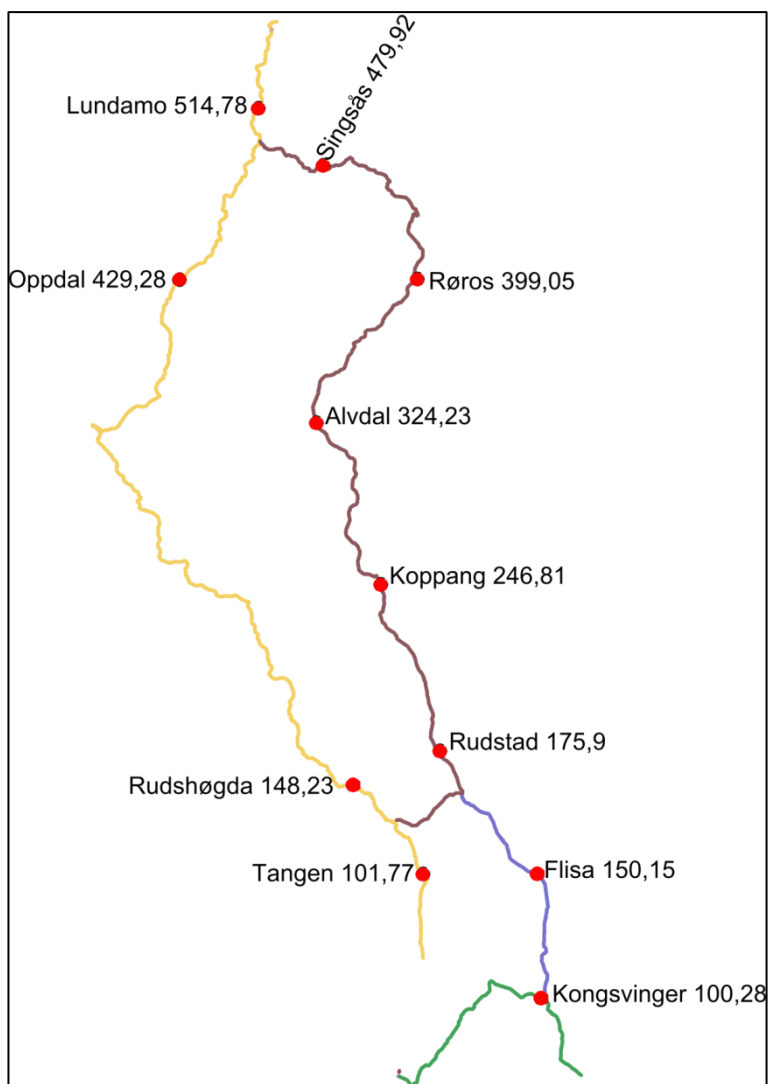
Matestasjonene består av roterende omformere, hvor 132 kV eller 66 kV 50Hz strøm fra de regionale nett blir hentet og gjort om til jernbanens 15kV og 16,7Hz. Matestasjonenes omformere yter vanligvis 5,8-10 MVA. Matestasjonene leverer strøm ut på kontaktledningsanlegget, og de står

vanligvis omtrent 80 km unna hverandre. Det antas derfor at det behøves 5 matestasjoner langs Rørosbanen [37].

RBs søndre endestasjon, Hamar, ligger i mellom matestasjonene Rudshøgda (22 km fra Hamar) og Tangen (24 km fra Hamar). RBs nordre endestasjon, Støren, ligger mellom matestasjonene Oppdal (72 km fra Støren) og Lundamo (14 km fra Støren). Som grovt antatte betingelser kan da første matestasjon på RB kan ligge opptil 58 km fra Hamar stasjon, og siste matestasjon kan ligge omtrent 66 km fra Støren. Et forslag til plassering av matestasjoner er vist i Tabell 9 og på Figur 10[38].

På Solørbanen behøves det kun én matestasjon på Braskereidfoss (170,26 km) dersom det er en matestasjon på Rørosbanen innen 40 km fra Elverum. Dette er fordi det er en matestasjon på Kongsvinger. Følges imidlertid forslaget for Rørosbanen med matestasjon på Rudstad (17,52 km nord for Elverum), kan matestasjonen plasseres på Flisa, altså midt på Solørbanen. Se Figur 10 og Tabell 9.

TABELL 9: FORESLÅTTE PLASSERINGER AV MATESTASJONER LANGS RØROSBANEN OG SOLØRBANEN, MED AVSTAND TIL NESTE MATESTASJON



FIGUR 10: FORESLÅTT PLASSERING AV MATESTASJONER PÅ RØROSBANEN MED KILOMETER, HER VIST SAMMEN MED FORESLÅTT PLASSERING AV MATESTASJON PÅ SOLØRBANEN (FLISA) OG EKISTERENDE MATESTASJONER PÅ DOVREBANEN OG KONGSVINGERBANEN

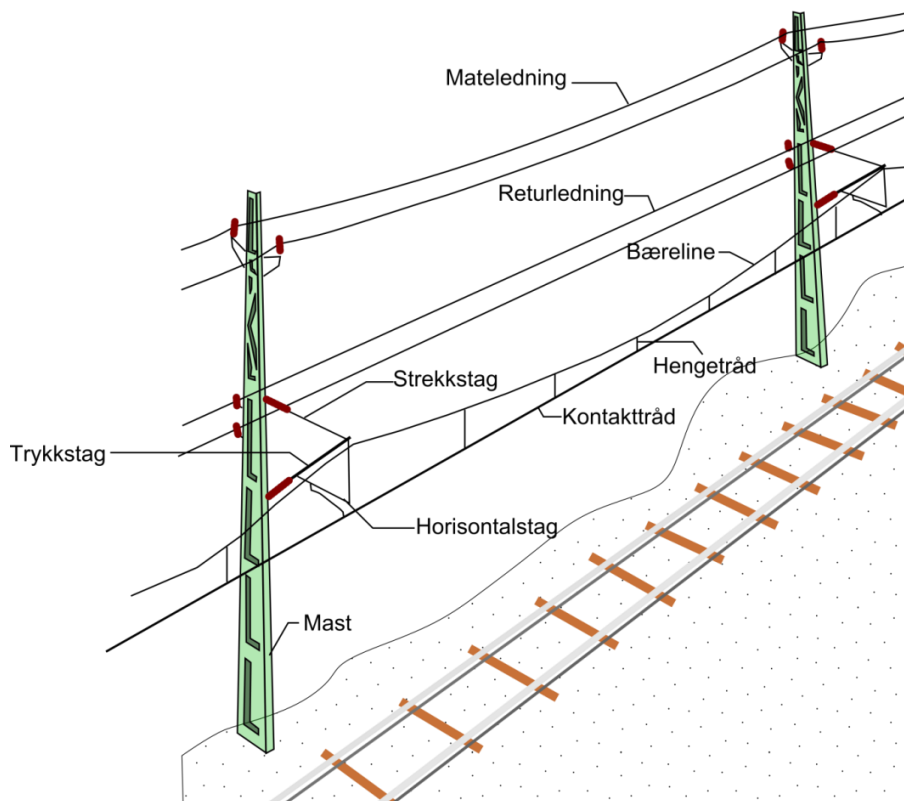
Rørosbanen		
Matestasjon	Kilometer	Avstand [km]
Rudshøgda ¹⁴	148,23	71,49
Rudstad	175,78	71,03
Koppang	246,81	77,42
Alvdal	324,23	74,81
Røros	399,04	80,87
Singsås	479,91	44,04
Lundamo ¹⁴	514,78	

Solørbanen		
Matestasjon	Kilometer	Avstand [km]
Kongsvinger	100,28	49,87
Flisa	150,15	61,97
Rudstad ¹⁵	175,9	

¹⁴ Rudshøgda og Lundamo er nærmeste matestasjoner på den elektrifiserte Dovrebanen. Lundamo følger for øvrig DBs kilometer

¹⁵ Rudstad ligger på Rørosbanen, og følger derfor RBs kilometer. Rudstad ligger 17,52 km nord for Elverum, som i sin tur ligger 44,45 km nord for Flisa.

Kontaktledningsanleggets oppgave er å levere strømmen fra matestasjonene ut til det rullende materiell som trenger den elektriske energien. Til kontaktledningsanlegget hører master, fundamenter, utliggere, isolatorer, bæreline, hengertråder, returstrøm og kontakttråd. Dette er illustrert i Figur 11.



FIGUR 11: KOMPONENTER I DEN ELEKTRISKE BANESTRØMFORSYNINGEN

Mengden strøm brukt er avhengig av ut-effekten på det rullende materiell. Større og tynge tog krever altså mer energi, og fører til et spenningsfall der ekstra kraft trengs (f. eks. motbakker). Spesielt på grunn av ønsket om å kjøre tynge godstog på Rørosbanen, må spenningsfallet tas på alvor. Ved stor trafikk eller tunge tog (trekker mye strøm for å yte mer) er nemlig spenningsfallet opp mot 3-4 kV, og dette virker hastighetsbegrensende. Dette kan motvirkes med ulike forsterkningsteknologier, hvor mateledning (se Figur 11) er det mest aktuelle. Mateledningene bringer høyspent strøm dit det behøves[37].

Rent teknisk står det ikke mange hindringene i veien for å elektrifisere både Røros- og Solørbanen med nåværende trasé og profiler. Dette har tett sammenheng med at det er få tunneller på banen, og få mange dype fjellskjæringer. Det er i tillegg få bruer over banen. Banens bruer er heller ikke problematisk lange, og de få bruene som trenger tilrettelegging til oppsetting av master må ikke modifieres i særlig stor grad. Kostnad for profilutvidelsen er anslått til 65 858 000 1994-kroner, noe som tilsvarer 94 165 000 2012-kroner [35, 39].

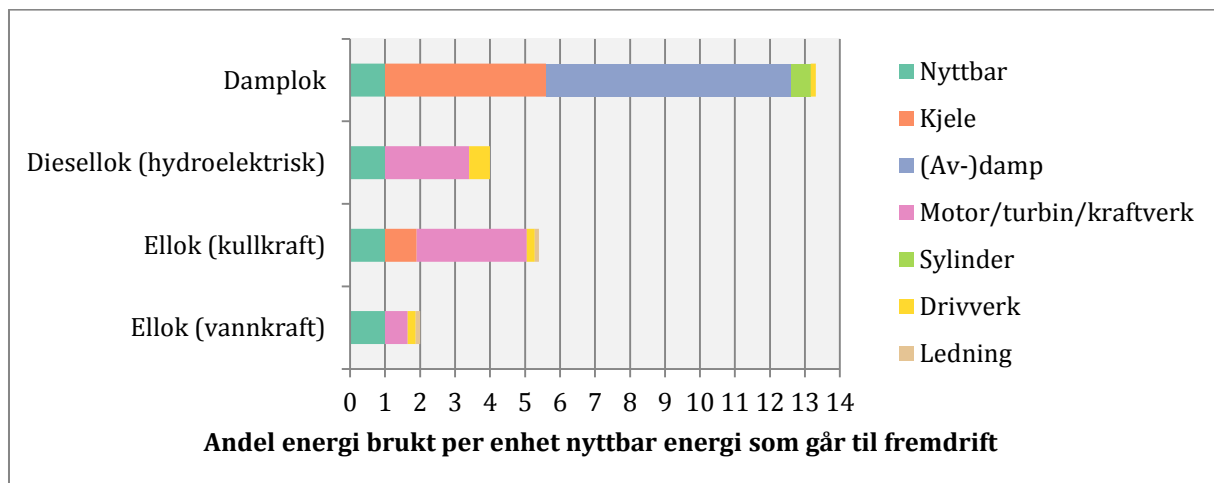
6.1.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

En elektrifisering av Rørosbanen vil ha mange fordeler. Driftsmessig vil det være en fordel for godstransportselskapene, som kan bruke likt materiell på flere linjer. Under raset i Soknedal i 2012, var det problemer med å skaffe nok diesel-lok. Med elektrifisering kan begge banene brukes som et slags dobbeltspor, og vende i Trondheim og på Alnabru, uten å måtte bytte materiell. Dette antas å gi muligheten til å kunne kjøre minst ett godstog per time [10, 12]. Rørosbanen har også en gunstigere

vertikalgeometri enn Dovrebanen, så for gjennomgående gods- og persontrafikk vil energiforbruket reduseres. Rimeligere transport gir også bedre rammevilkår for tømmerindustrien i Hedmark, slik at den blir mer konkurransedyktig.

En elektrifisering av SB gir også muligheten til å forlenge ruten til ett eller flere av togene som går på NSBs linje 14 mellom Asker og Kongsvinger. Ved å la enkelte tog gå videre fra Kongsvinger til Elverum, kan det på den måten tilbys et persontogtilbud på Solørbanen. Dette vil gi pendlermuligheter til Elverum og til Oslo.

Elektrisk drevne tog har også langt større utnyttelsesgrad enn dieseldrevne tog [40]. I Figur 12 er dette illustrert. Her er det sammenliknet hvor mye energi som går tapt ved å drive toget fremover (nyttbar del) for forskjellige fremdriftsmåter. Et elektrisk drevet lok har 1:2 nyttbar energi, altså kan om lag halvparten av energien det bruker benyttes til fremdrift. Et dieselelektrisk lok har til sammenlikning 1:4, som tilsvarer at 75 % av tilført energi går til spille. Siden norsk energiproduksjon i hovedsak er klimavennlig (vannkraft), vil klimagevinsten ved elektrisk drift trolig være stor. Med høy utnyttelsesgrad i tillegg "sløses" det heller ikke med den høyverdige, klimavennlige energien.



FIGUR 12: ENERGITAP VED ULIKE TRAKSJONSARTER

Kanskje den viktigste følgen av en elektrifisering er mulighetene den åpner for å bruke nyere og mer moderne rullende materiell. I de videre kapitlene, er kapittel 6.10 Moderne rullende materiell, 6.14 Komfort og kundeorientering og 6.15.4 Sykkel i stor grad avhengig av en elektrifisering.

6.2 LINJEOMLEGGINGER

Linjeomlegginger er her drøftet som et enkelt tiltak, men i virkeligheten dreier det seg om mange separate tiltak. Mange steder på banen er det, som vist i litteraturen, en geometri som hindrer videre hastighetsøkning av banen[41, 42].

Mellom Røros og Støren er for eksempel den eksisterende linjeføringen det største hinderet for å kunne oppnå reduserte kjøretider. Sør for Røros har det raskeste toget en snitthastighet på 82,25 km/t inkludert stopp. Nord for Røros er det tilsvarende tallet 74,21 km/t. Kan den gjennomsnittlige hastigheten på dette strekket økes til 94 km/t (19 minutter raskere, vil kjøretiden mellom Hamar og Støren være lik for både RB og DB (dersom stopp på Røros forkortes)).

6.2.1 HORISONTALGEOMETRI

Som vist i litt litteraturen begrenses hastigheten i kurver av geometriske faktorer, i hovedsak kurveradius og overhøyde. Ved å gå gjennom Rørosbanens 1000 kurver, ser man at geometrien er den vanligste årsaken til banens hastighetsbegrensninger[43].

Som dimensjoneringsparametere for ny bane, legger JBV til grunn grenseverdier av parameterne gitt i teknisk regelverk[44]. Dette gir oss et krav om en minsteradius på 800 meter med en dimensjonerende hastighet på 130 km/t. For eksisterende baner er kravet litt mildere, dette gir en minsteradius på 675 meter¹⁶ [44-46]. En dimensjonerende hastighet på 200 km/t krever radier over 1600 meter på eksisterende baner. Til sammenlikning kreves det 2400 meters radius på nybygde kurver med 200 km/t dimensjonerende hastighet,.

Som nevnt innledningsvis, er terrenget langs traseen variert, og det er derfor hensiktsmessig å betrakte banens geometri i disse to hoveddelene: Røros-Støren og Hamar- Røros. Tilsammen har Rørosbanen nøyaktig 1000 kurver. Av disse har 55 % en lavere radius enn 675 meter. Mellom Hamar og Røros er det 641 kurver, med en median på 665 meter. Av disse har 50 % en mindre radius enn tillatt for 130 km/t kjøring for eksisterende baner og minste radius er 225 meter. Mellom Røros og Støren er banens trangeste geometri. Banens 9 minste kurveradier finnes her, og medianradiusen er på 495 [47].

TABELL 10: NØKKELTALL RØROSBANENS GEOMETRI

	Hamar-Røros	Røros-Støren	Totalt
Andel kurver under 675 m (130 km/t)	50,3 %	62,7 %	54,7 %
Andel kurver under 1600 m (200 km/t)	88,4 %	85,0 %	87 %
Minste kurveradius [m]	225	189	189
Median kurveradius [m]	495	665	610
Gjennomsnittlig kurveradius [m]	917	968	934
Gjennomsnittlig kjørehastighet [km/t]	95,5	82	91
Gj.sn. kjørehastighet (plussmaterieil) [km/t]	103	86	97,5

Horisontalgeometrien fører til en gjennomsnittlig skiltet kjørehastighet på 91 km/t (97,5 km/t med pluss hastighet) med formelen $V_k = \frac{\sum S_i}{\sum \frac{S_i}{V_i}}$ hvor S_i er strekningens lengde, V_i er den skiltede hastigheten og V_k er den gjennomsnittlige kjørehastigheten.

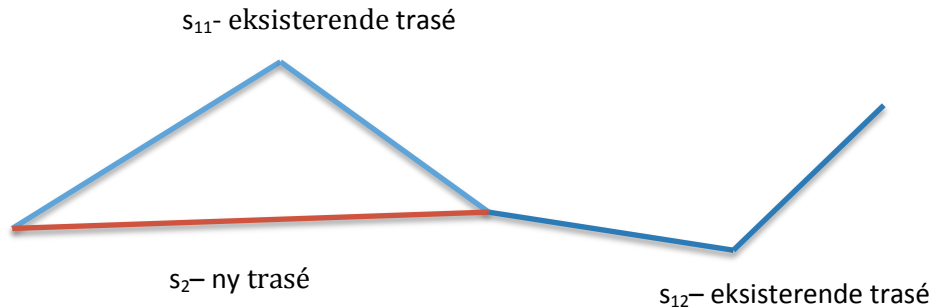
6.2.2 MONTE CARLO-SIMULERING AV UTBYGGINGSLÆNGDER

En linjeomlegging reduserer kjøretiden fordi linjen ofte blir kortere og er som regel dimensjonert for høyere hastigheter. Den krappe kurvaturen man finner enkelte steder på Rørosbanen innebærer da at togene kjører lengre veg enn luftlinjen, mens linjegeometri prosjektert etter høyere hastigheter er "stivere" og ligger dermed nærmere avstanden i luftlinje[8].

I Figur 13 er det illustrert hvordan en ny trasé, s_2 , erstatter den eksisterende traseen s_{11} . Den eksisterende strekningen (s_{11} og s_{12}) har en opprinnelig hastighet på V_1 , mens s_2 har hastigheten V_2 . Den nye traseens lengde kan også uttrykkes $s_2 = a \cdot s_{11}$, hvor a er forholdet mellom s_2 og s_{11} .

En Monte Carlo-simulering er en måte å forenkle avanserte sannsynlighetsberegninger. Med en kjent sannsynlighetsfordeling og en måte å generere slumptall (dette gjøres digitalt), kan flere uavhengige variabler kombineres. Denne metoden fungerer godt dersom man vil kombinere diskrete sannsynlighetsfordelinger og uavhengige variabler.

¹⁶ Dersom kurven ligger utenfor tvangspunkter: f.eks. broer uten ballast eller der toget stopper ofte (stasjoner eller planoverganger)



FIGUR 13: ILLUSTRASJON AV FORKORTET KJØREVEG VED LINJEOMLEGGINGER.

Innspart tid kan dermed beregnes ut fra disse faktorene:

$$\Delta T = \left(\frac{s_{11} + s_{12}}{v_1} \right) - \left(\frac{s_2 + s_{12}}{v_2} \right)$$

$$\Delta T = s_{11} \left(\frac{1}{v_1} - \frac{a}{v_2} \right) \Rightarrow s_{11} = \frac{\Delta T}{\frac{1}{v_1} - \frac{a}{v_2}}$$

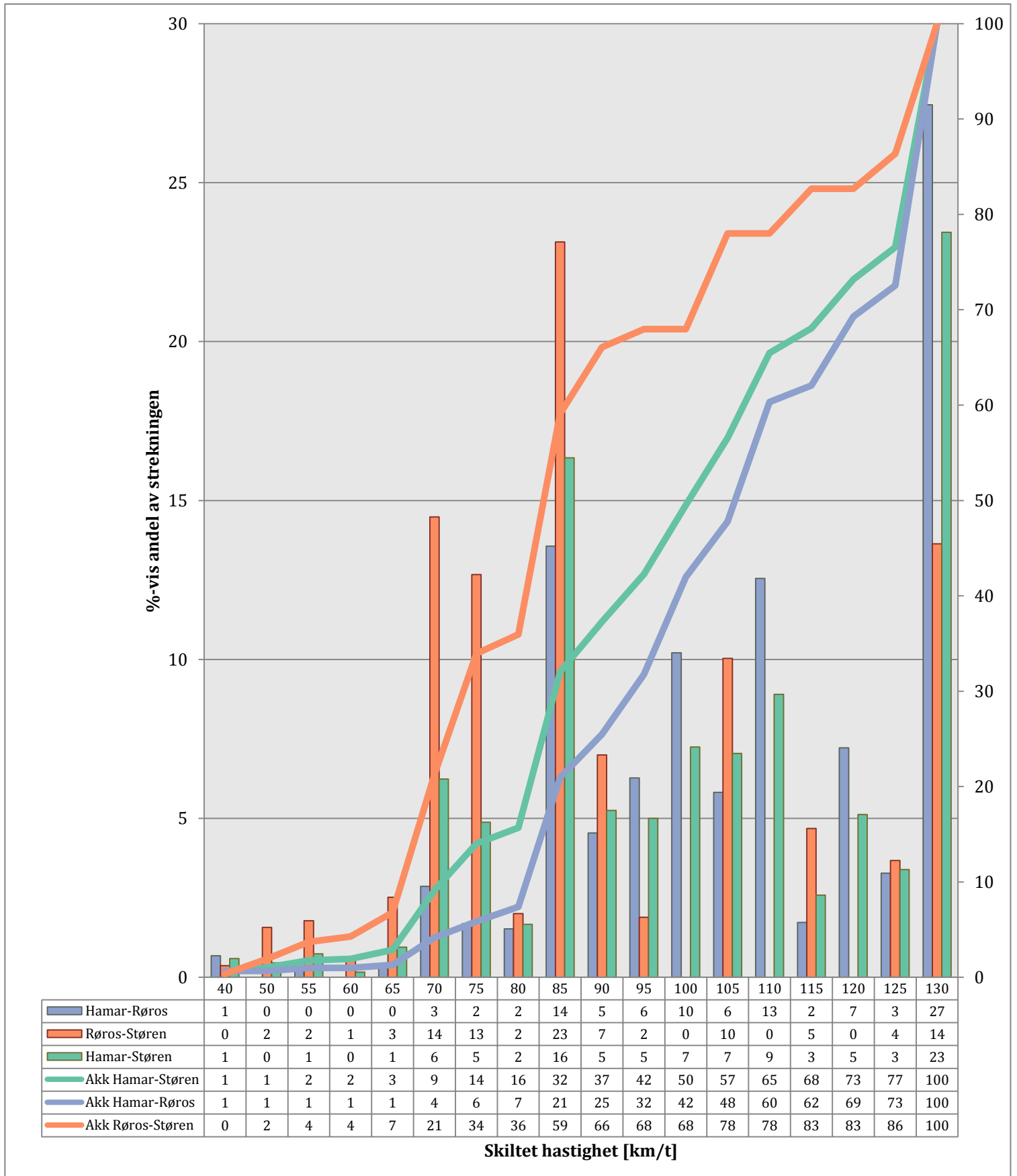
$$s_2 = a * s_{11} = a * \frac{\Delta T}{\frac{1}{v_1} - \frac{a}{v_2}}$$

Jernbaneløst legger en dimensjonerende hastighet på 250 km/t til grunn for alle nye baner og linjeomlegginger [48]. Dagens passasjer tog kjører med pluss hastighetene som begrensning. Dette antas det at togene i fremtiden også kommer til å gjøre. Siden kjøretidsmålene gjelder passasjertransport, brukes derfor pluss hastigheter i Monte Carlo-simuleringen.

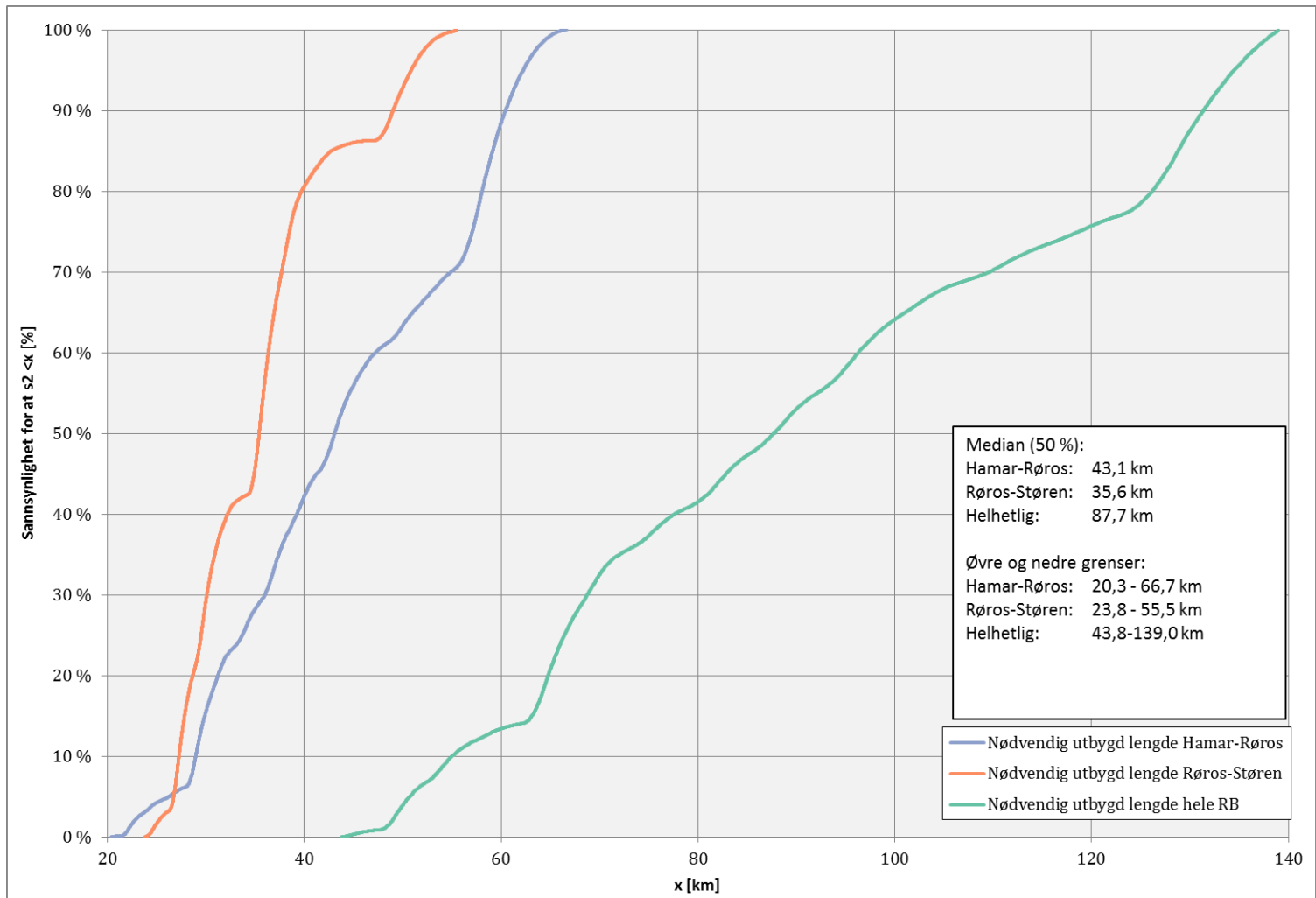
I den strekningsvise utviklingsplanen foreslås det å redusere reisetiden på strekningen Hamar-Trondheim med 35 minutter innen 2040, fra 5:50 til 5:15. Her antas det at hele tidsinnsparingen tas på Rørosbanen, da 5:15 er minste rutetid på Dovrebanen mellom Hamar og Trondheim og et fullverdig alternativ antas å ha lik kjøretid. Dette betyr at $\Delta T = (35/60) = 0,58$ timer [8]. Dersom man antar at strekningens hastigheter er tilfeldig fordelt, med sannsynlighetsfordeling lik hyppighet av skiltet hastighet (se Figur 14), kan en Monte Carlo-simulering gjennomføres. Her antas det (skjønnsmessig) at a er trekantfordelt med minimumsverdi 0,88, sannsynlig verdi 0,9 og maksimumsverdi 0,97. Simuleringen er gjennomført med 10 000 000 tilfeldig genererte tall etter fordelinger av skiltet pluss hastighet vist i Figur 14. Korteste avstand mellom alle stasjoner i luftlinje er 336 km, altså tilsvarende en $a = (336/382) = 0,88$. Se vedlegg 2 for MATLAB-skriptet brukt.

I tillegg til å kjøre en beregning for hele strekket totalt, er det også forsøkt å skille mellom strekningene Hamar-Røros og Røros-Trondheim. Siden gjennomsnittshastigheten spriker så stort mellom disse to strekkene, se Tabell 10, tas det utgangspunkt i at innspart tid vil gi en lik gjennomsnittshastighet på hele banen. 35 minutter spart totalt gir en gjennomsnittshastighet på 114,5 km/t på hele banen. Heves snitthastigheten mellom Røros og Støren til 114 km/t, spares:

$$1t22m - \frac{111,32 \text{ km}}{114 \frac{\text{km}}{\text{t}}} = 19 \text{ minutter}$$



FIGUR 14: STEDVIS (STOLPER) OG AKKUMULERT (GRAF) FORDELING AV SKILTET PLUSS-HASTIGHET, MED PROSENTVIS FORDELING VIST I TABELL UNDER GRAFEN.



FIGUR 15: FORVENTET UTBYGGINGSLENGDE VED NY LINJE DIMENSJONERT FOR 250 KM/T OG NY LINJE 88 % - 97 % AV OPPRINNELIG LINJES LENGDE.

Mulig utbyggingslengde ligger mellom 43,8 km og 139,0 km. Dette tilsvarer +58 % og -49 % av medianverdien på 87,7 km. Ved å skille de to delstrekningene, får en mindre varians i hastigheter, og dermed "brattere" sannsynlighetskurve. Derfor er summen av forventet utbyggingslengde Hamar-Røros (blå) plus Røros-Støren (oransje) mindre enn dersom beregningen gjøres på banen som helhet (grønn). En utbygging på 35,6 km mellom Røros og Støren tilsvarer for øvrig rundt 1/3 helt nye linjer.

Det er vanskelig å si noe om hvilke kjøretidsforbedringer dette vil gi for godstransporten på grunn av metodens ikke-deterministiske resultater. Den enkleste tilnærmingen er å gjøre de samme beregningene for ordinær hastighet, og variere ΔT slik at medianen av utbyggingslengde tilsvarer den funnet i Figur 15. Med $\Delta T = 21$ minutter og 55 sekunder, blir median utbyggingslengde 87,7 km. Dette med en V_2 lik 110 km/t, som er høyeste hastighet ved overbygningsklasse d, og en $V_{1,\text{maks}}=110$ km/t.

Denne beregningsmetoden for nødvendig utbyggingslengde har svakheter. Modellen tar ikke hensyn til faktiske kjøretider (se 0), basert på de faktiske akselerasjon- og retardasjonsverdiene gitt ved hastighetsendring. Forenklet tar det med typiske verdier for retardasjon ($0,8 \text{ m/s}^2$) 10 sekunder lengre å gå fra 130 km/t til 40 km/t enn om man kun følger skiltet hastighet. Variabelen \underline{a} i modellen er heller ikke nøyaktig bestemt, og vil naturlig nok variere fra sted til sted. De valgte verdiene for \underline{a} er derfor skjønnsmessige. Det bemerkes at verdien av \underline{a} sannsynligvis er proporsjonal med hastigheten, da det oftest er en trang og svingete geometri som gir lave hastigheter. En geometri tilpasset høyere hastigheter vil være "stivere" og dermed er \underline{a} avhengig av forskjellen mellom V_1 og V_2 .

Sannsynlighetsfordelingen brukt tar i imidlertid hensyn til hvorvidt det faktisk ER nok utbyggbar bane – det vil si at minsteverdiene for byggelengde (f.eks. 13,2 km på Røros-Støren) baserer seg på en sannsynlighetsfordeling som stemmer med virkeligheten. Den minste utbyggingslengden med $a=0,88$ mellom Røros og Støren er vist i Tabell 11.

TABELL 11: NØDVENDIG UTBYGD LENGDE KONTRA TILGJENGELIG LENGDE FOR UTBYGGING.

Skiltet hastighet [km/t]	Lengde [km]	Gjennomsnittlig hastighet [km/t]	Total lengde [km]	Nødvendig utbygd lengde [km]
40	0,409	40	0,41	13,16
50	1,75	47,7	2,16	16,22
55	1,98	51,0	4,14	17,55
60	0,62	52,0	4,76	17,98
65	2,805	56,1	7,56	19,78
70	16,121	64,9	23,69	23,77
75*	0,108 ^{17*}	64,9	23,79	23,79

Den minste lengden som må bygges om/ut er derfor 23,8 km mellom Røros og Støren. Tilsvarende tall er 20,6 km mellom Hamar og Røros og 43,8 km for hele banen. Tilsvarende beregninger er gjort for de øvre grensene, og disse er fjernet fra tallmengden vist i Figur 15.

Med samme metodikk, lar det seg utregne et alternativ der all kjøretidsreduksjon tas mellom Røros og Støren. Dette er det området hvor størst gevinster i kjøretid fås per ombygde meter. I tillegg er dette et område som er spesielt rasutsatt, og linjen har derfor et stort forbedringsbehov på dette strekket. Skal de 35 minuttene tas mellom Røros og Støren trengs det 48,9-85,0 km ny bane på dette strekket, med medianverdi på 63,2 km. Dette tilsvarer 45-75 % ny bane på strekningen.

6.2.3 KONSEKVENNS AV TILTAK

En 35 minutters kjøretidsbesparelse mellom Hamar og Støren innebærer at Rørosbanen får lik kjøretid som Dovrebanen på strekket, og kan dermed konkurrere i større grad om passasjerer mellom Oslo og Trondheim. I tillegg vil de 19 minuttene spart mellom Røros og Støren gi Rørosbanen et konkurransefortrinn i forhold til bil og buss på samme strekning [12].

Det forutsettes at et nytt spor bygges etter JBVs trasseringsparametere for nye baner, parametere som i større grad tar vare på passasjerers komfort. Med høyere komfortnivå ventes det at banen blir mer attraktiv.

Med den forenkla snitthastigheten som brukes i denne modellen, fås en total kjøretid på 3 timer og 55 minutter. 35 minutter spart av dette tilsvarer en kjøretidsreduksjon på 15 %. Det forventes med dette en økning i antall reisende totalt på mellom 6 og 11 % [10, 12]. Ser man på Hamar-Røros og Røros-Støren, kan mer spesifikke tall finnes. 19 minutter spart mellom Røros og Støren tilsvarer en 25 % reduksjon i kjøretid. Dette fører igjen til mellom 10 – 19 % trafikkvekst, og dette tilsvarer 8 000-38 000 nye reisende i året (se Bilag 3: Passasjerstatistikk). Sør for Røros gir den 10 % reduserte kjøretiden mellom 8 000 og 35 000 nye passasjerer.

Dersom all utbygging gjøres mellom Røros og Støren, vil nødvendig utbygd lengde bli kortere. Siden den innsparte reisetiden er lik i tilfellet over, vil dette alternativet være like konkurransedyktig overfor fjerntrafikken. Den 45 % kortere reisetiden antas gi mellom 18 og 34 % vekst i passasjertallet.

¹⁷ 108 meter av skiltet hastighet 75 km/t må erstattes med ny bane for å tilfredsstille kravet om at $a=0,88$.

6.3 TRIANGELSPOR STANGE-LØTEN



FIGUR 16: ILLUSTRASJON AV TRIANGELSPOR STANGE-LØTEN. RØROSBANEN ER MARKERT I RØDT OG GÅR ØST-VEST, MENS DOVREBANEN OGSÅ ER MARKERT I RØDT OG GÅR SØR-NORD. FORESLÅTT LINJE I BLÅTT.

Som foreslått, vil et triangelspor mellom Stange og Løten avlaste togvekslingen på Hamar stasjon, og vil korte ned på kjøretiden for godstog som skal kjøre til Trondheim fra Alnabru over Røros[8, 10, 12].

6.3.1 TEKNISKE DETALJER

Slik situasjonen er dag må tog sørfra, i retning Rørosbanen, kjøre til Hamar og snu, for å komme seg videre mot Elverum. Et triangelspor, også kjent som tilsvingspor, vil forenkle denne tilkoblingen, da tog kan fortsette rett fra Hovedbanen og videre mot Elverum. Dette tilsvingsporet vil, avhengig av hvor nær Hamar det blir plassert, også kunne brukes som magasineringsspor for godstog. Dette kan gi bedre kapasitet for passasjertog og større fleksibilitet mot forsinkelser.

Siden Hamar stasjon er sentral i dagens og fremtidig drift av persontransporten på Rørosbanen, antas det at tilsvingsporet i all hovedsak kommer til å ta godstransport. Det kan derfor dimensjoneres for lavere topphastighet, og kan dermed tilpasses terrenget i større grad. Dersom sporet dimensjoneres for 100 km/t vil det være tilstrekkelig for dagens og trolig fremtidens materiell.

En hastighet på 100 km/t er gjennomførbart med sporveksler med radius på 1200 meter i hver ende. For trasseringsparametere henvises det til teknisk regelverk. Linjens foreslåtte trasé er i et spredt befolket jordbrukslandskap, så det antas ikke større problemer med tilpassing av linjen i terrenget.

6.3.2 KONSEKVENNS AV TILTAK

Dersom gjennomgående godstrafikk mellom Oslo og Trondheim skal føres over Rørosbanen, vil triangelsporet avlaste Hamar. For passasjertrafikken har tiltaket liten effekt, siden Hamar er

stasjonen med nest flest av-/påstigninger på strekningen. Det antas derfor at all persontrafikk kommer til å stoppe på Hamar slik banen drives i dag.

Den illustrerte linjen mellom Stange og Ilseng er omtrent¹⁸ 5,8 km. Fra Stange stasjon til Ilseng stasjon er det 21,11 km langs Røros- og Dovrebanen[49]. Bli sporet derfor plassert mellom Stange og Ilseng som illustrert, vil man oppnå en forkortelse av banen på omtrent 15 kilometer, noe som vil gi en innsparing på rundt 9 minutter (gitt hastighet 100 km/t for gods). I tillegg kommer innsparinger knyttet til veksling, akselerasjon, bremsing og snuing på Hamar stasjon.

Sørli-Stange er ca. 4 km. Stange-Hamar tar 9 minutter med persontog. Sørli-Hamar kjøres i dag på 15-27 minutter. Fordi det ikke finnes tall for kjøretid til godstog mellom Elverum og Hamar, tas det utgangspunkt i kjøretid fra Elverum til Sørli. Denne turen tar 1:04-1:39, og inkluderer snuing/vending på Hamar. For å finne et anslag av tid brukt på snuing, antas samme forhold mellom kjøretid på godstog og persontog som en finner på sammenliknbare strekninger. Mellom Lillestrøm og Hamar er forholdet 0,52-0,82 og for Lillestrøm-Kongsvinger er det 0,52-0,87. Dette gir et snitt på 0,52-0,85. Persontog kjører mellom Hamar og Elverum på 22-25 minutter i følge ruteplan. Det er derfor antatt at et godstog vil bruke mellom 25 og 46 minutter på strekningen. Dersom anslaget stemmer, brukes det da mellom 3 og 46 minutter på snuing. Da dette bare er et enkelt anslag, antas det at et gjennomsnitt av disse verdiene, 24 minutter, er nærmere den virkelige situasjonen. Dette vil gi et triangelspor en samlet tidsgevinst på 33 minutter.

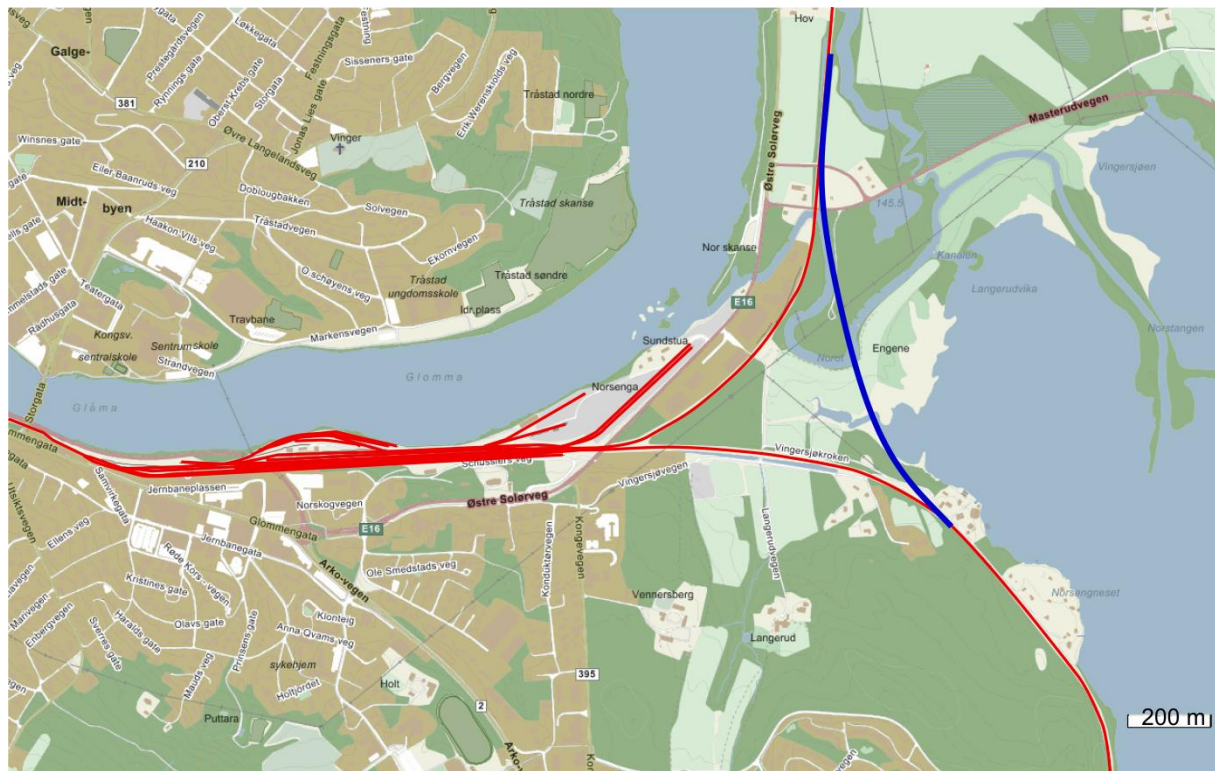
Dersom gods kjøres om RB, vil et triangelspor også forenkle toghåndteringen på Hamar stasjon. Å vende tog på stasjonen vil ta opp unødvendig kapasitet til persontog, kryssing og andre oppgaver.

¹⁸ Avstander funnet ved hjelp av <http://www.daftlogic.com/projects-google-maps-distance-calculator.htm>

6.4 TRIANGELSPOR KONGSVINGER-SOLØRBANEN

Som med triangelspor mellom Stange og Løten, foreslås det et tilsvingspor mellom Kongsvingerbanen og Solørbanen i østlig retning. Per i dag må tog som skal sørvest mot Sverige inn på Kongsvinger stasjon for å snu.

6.4.1 TEKNISKE DETALJER



FIGUR 17: FORESLÅTT PLOSSERING AV TILSVINGSPOR I KONGSVINGER. BLÅTT ER FORESLÅTT TILSVINGSPOR, NORDGÅENDE RØDE LINJE ER SOLØRBANEN OG VEST-SØR-GÅENDE LINJE ER KONGSVINGERBANEN. INNTEGNET LINJE HAR EN RADIUS PÅ CA. 1000 METER

Et tilsvingspor her, vil være kortere enn foreslått for Stange-Løten, fordi Kongsvinger øst ikke er like tett befolket som Hamar sør, og vinkelen mellom Solørbanen og Kongsvingerbanen er "buttere", slik at det er lettere å tilpasse geometrien. Med foreslåtte trasé, må banen bygges på bro, siden området er våtmark.

Tilsvingsporet skissert har en lengde på omtrent 1 km, og vil erstatte ca. 2 km eksisterende kjøreveg for godstog. Det spares også tid på å unngå å måtte vende toget.

6.4.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Dette tiltaket vil gi en kortere veg for godstog som skal til/fra Charlottenlund i Sverige, med medfølgende lavere kjøretid og dermed høyere kapasitet. Med dagens trafikksituasjon gjelder det tømmer- og flis-tog i retning Kil, men et triangelspor her vil åpne for bedre muligheter for internasjonal togtransport på norske baner.

Med forutsetningen om at toget bruker samme tid på å vende som på Hamar, sparer hvert tog 25 minutter hver veg.

6.5 FJERNSTYRING PÅ STREKNINGEN RØROS-STØREN

I dag er strekningen mellom Røros og Støren manuelt betjent. Ved Glåmos og Singsås stasjon er det i dag kun enkelt innkjørsignal, som gir en hastighetsbegrensning på stasjonen på 40 km/t. Dette gir negative følger for punktligheten, og systemet har en dårligere evne til å minske forsinkelser enn et fjernstyrt system. Litteraturen foreslår bygging av fjernstyring mellom Røros og Støren som et tiltak på mellomlang sikt[8, 10-12].

Fjernstyring er et samlebegrep for et omfattende teknisk og operativt system med oppgave å gi en sikrere, mer effektiv togframføring på banen. Dette resulterer i en økning av kapasiteten og punktligheten[50].

6.5.1 FJERNSTYRINGENS KOMPONENTER

Fjernstyringssystemet består av følgende komponenter:

- Sikringsanlegg
 - På stasjoner
 - På linjeblokken
- ATC
- Sentralisert togledelse (CTC)
 - Med full oversikt over trafikksituasjonen
 - Kan kommunisere med arbeidslag på linjen.
 - Kan styre trafikken ved å stille
 - Signaler
 - Sporveksler
- Telesamband – Direkte samband mellom tog og togleder
 - Blokktelefon
 - Togradio

Skal flere enn ett tog trafikkere en strekning, må et system eksistere for å hindre at de kolliderer. Innen sporførte systemer finnes det tre ulike måter å håndtere dette[51]:

- Kjøring på siktavstand: stoppavstand tilpasset siktlengde. Trikker bruker dette, i tillegg til tog som bytter vogner og annen unntakskjøring. Setter sterke begrensinger på hastigheten.
- Kjøring på tidsavstand: Tog A kjører X minutter etter tog B. Brukes ikke i Europa, men var tidligere populært i USA.
- Kjøring på romavstand: Systemer forteller tog A at tog B har passert et bestemt punkt lengre fremme, og kan trygt fare frem til dette punktet. Dette brukes på norske jernbaner.

Blokkstrekning

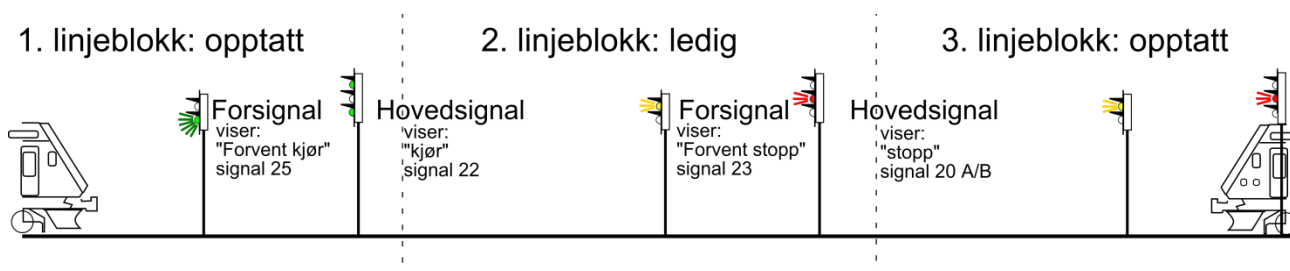
Selve kjernen i å kjøre på romavstand er blokkstrekningene. Dette er et avsnitt av banen hvor det til en hver tid kun skal befinne seg ett tog om gangen. Når et tog befinner seg inne i et blokkavsnitt, skal ingen andre tog kunne bevege seg inn i dette avsnittet, utenom i spesielle situasjoner (unntak kan være ved spesielle regler for togveksling, avvikssituasjoner med berging av materiell o.l.).

For å hindre at to tog befinner seg samtidig på et blokkavsnitt, brukes det i den enkleste form hovedsignaler i hver ende av blokkavsnittet; der de i sin enkleste funksjon viser "kjør" eller "ikke kjør".

Siden disse signalene ikke skal krysses, brukes det som regel forsignaler i forkant av hovedsignalet. Forsignalene viser hva hovedsignalet viser, slik at lokfører kan bremse ned og stoppe toget dersom hovedsignalet viser "ikke kjør" (se Figur 18). Slik kan togene kjøre hurtigere (forsignalene plasseres minst en bremselengdes avstand unna hovedsignalet). Før i tiden ble symbolsignaler brukt, men nå benyttes lyssignaler.

Sikringsanlegg

Når hele toget har passert ut av et blokkavsnitt, kan dette avsnittet så meldes "fritt for tog". Dette gjør det mulig for etterfølgende tog å bevege seg inn i blokkavsnittet. I Figur 18 er dette vist. Til venstre er 1. linjeblokk opptatt fordi det er et tog der, men signalene på veg ut fra linjeblokken viser "kjør", da den midtre linjeblokken er fri. Signalene på veg ut av den 2. linjeblokken viser derimot "forvent stopp" og "stopp" da 3. linjeblokk er opptatt.



FIGUR 18: ILLUSTRASJON AV VIRKEMÅTEN TIL ET SIKRINGSSYSTEM

Signalene som styrer togets bevegelser på blokkene blir kalt sikringssystemet. Signalene kan stilles manuelt av klarert personell eller automatisk gjennom tekniske systemer. På Rørosbanen finnes begge deler. Opp til Røros er det fjernstyrte og automatiserte sikringsanlegg, der togenes passering av hovedsignalene og bevegelsene i blokkene automatisk stiller signalene. Nord for Røros gjøres dette fortsatt manuelt, og en bemanning av stasjonene der tog skal krysse eller man ønsker å dele opp i linjeblokker, er nødvendig.

Den manuelle togstyringen innebærer at når et tog kommer inn på stasjonen, må stasjonens togekspeditør melde togets ankomst og avgang i et meldingssystem, slik at spor og signaler kan stilles og sikkerheten opprettholdes. Dette brukes forøvrig også på Nordlandsbanen nord for Majavatn. Disse meldingene foregår over signaltelegraf, og er helt avhengig av at personalet følger prosedyren til punkt og prikke.

På nye baner bygges det i dag et hel- eller halvautomatisk signal- og sikringsanlegg. Dette innebærer blant annet:

- Automatiske linjeblokker
- Automatisk togkontroll
- CTC (Centralized Traffic Control)

Automatisk linjeblokk

En automatisk linjeblokk er et blokkavsnitt som automatisk registrerer hvorvidt det befinner seg et tog der. Linjeblokkene kan kontrolleres på følgende måter:

- Basert på sporfelte. Ved å legge strøm på begge skinnestrengene, vil man få en krets som kortslutter når et tog er på linjeblokken. Linjeblokkene er avgrenset fra hverandre med isolerte sporskjøter.
- Basert på halemagneter. Dette systemet benyttes på Rørosbanen per i dag. En magnet bakerst på siste vogn markerer når toget er slutt, og sensorer i sporet registrerer

passeringen. Dette systemet er ikke anbefalt, fordi det har manglende interoperabilitet (tog uten spesiell teknisk tilpassing kan ikke bruke systemet). Dersom Rørosbanen skal tilkobles det internasjonale jernbanenettet via Solørbanen og Kongsvingerbanen, er dette en problemstilling det må ses nærmere på.

- Basert på akseltelling. Den nyeste typen linjeblokk i Norge. Dette systemet teller antall aksler inn og ut av sporavsnittet. Dersom det er flere aksler inn på sporfeltet enn ut, detekteres sporavsnittet som belagt [52]. Nybygd og utbygd togdeteksjon skal bygges med akselteller [53].

Se også Figur 27 og Figur 28 for bruk av linjeblokker.

Automatisk togkontroll (ATC)

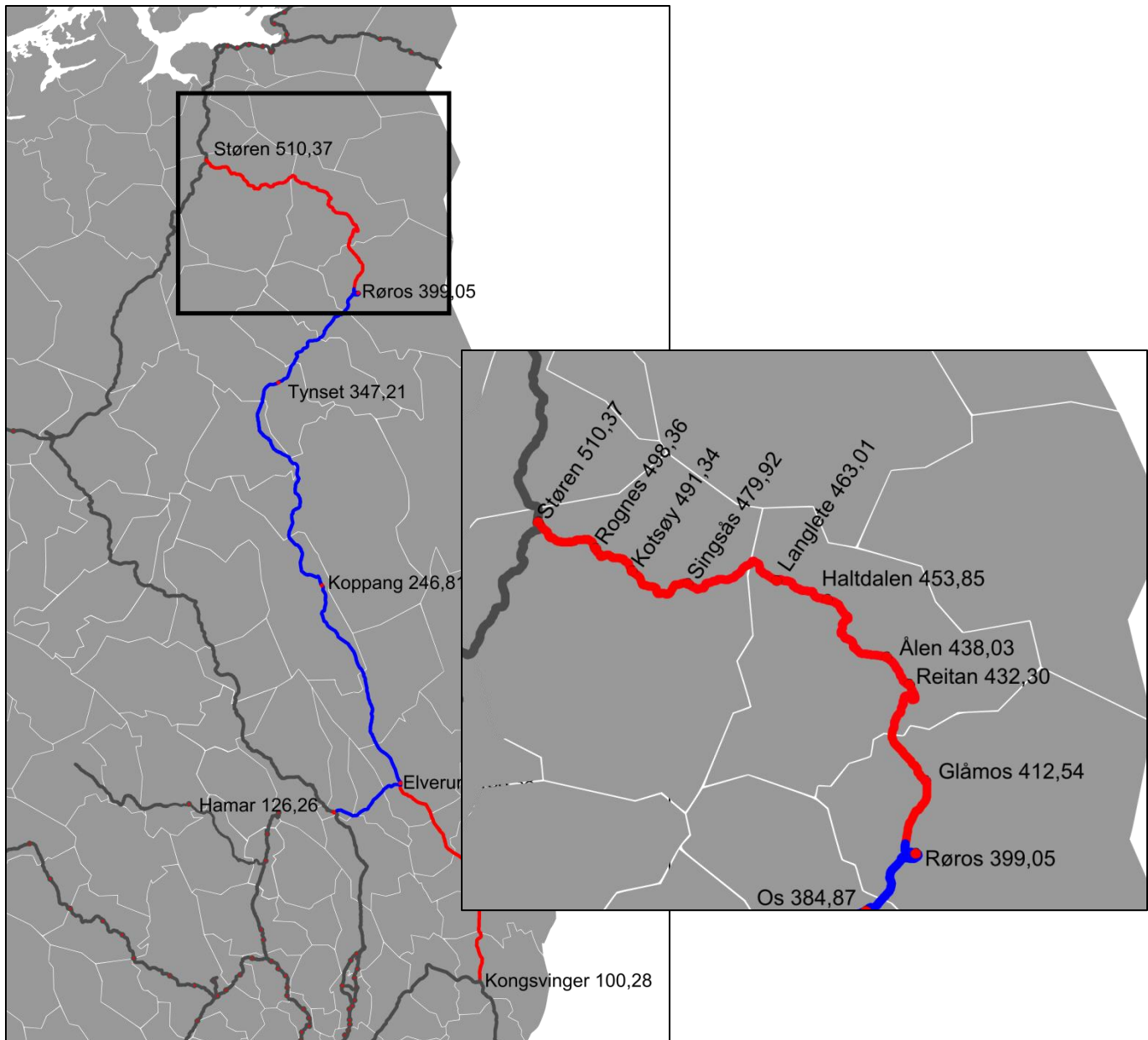
Dette er et system for å hindre at tog passerer rødt lys, eller overskrider hastighetsbegrensninger. Systemet er todelt, med en radiosender/-mottaker i toget og en balise i sporet. Balisen aktiveres av en radiosender fremst i toget, hvorpå den sender en melding på rundt 1000 datategn (1 kb). Denne meldingen kan inneholde statisk om f.eks. største tillatte hastighet (STH), avstand til neste balisegruppe eller variabel info, avhengig av forhold som signaltilstand. Balisene legges i grupper på 2-4, da informasjonen er retningsbestemt. Informasjonen fra balisen behandles da i togets kjøredatamaskin. Systemet har også muligheten til kontinuerlig overføring over en lengre strekning dersom man bruker en antennekabel lagt i sporet. Slike kan legges ut mellom forsignal og hovedsignal på strekninger med meget stor trafikk, da de vil gi en økning i kapasitet og mindre ømfintlighet for forsinkelser[37].

Dersom togets kjøredatamaskin oppdager avvik fra de meldte begrensningene fra balisen og egne data foretas det en automatisk nedbremsing. Et eksempel på dette er dersom toget beveger seg inn over en balise ved et hovedsignal som viser rødt. Da vil nødbremsen automatisk bli aktivert.

ATC deles i Norge inn i to typer: DATC (Delvis ATC) og FATC (Full ATC), hvor DATC hovedsakelig overfører signalstatus på hovedsignaler og forsignaler. FATC overfører i tillegg informasjon om banens maksimalt tillatte hastighet. ATC-systemet bestemmer også banens hastighetsprofil, fordi DATC opererer med en øvre hastighetsbegrensning på 130 km/h [54]. For hastigheter over 130 km/t må derfor FATC benyttes.

EU forsøker å skape et samordnet togkontrollsystem ERTMS. ERTMS' tekniske del kalles ETCS, og deles inn etter nivåer av automatisering. Det norske ATC-systemet likner i stor grad på ETCS nivå 1, hvor hovedforskjellen er standardiseringen på komponentene. Standardiseres ATC-systemet i Norge slik at lokomotiv kan kjøre med samme utrusting fra f.eks. Hamburg til Trondheim uten ekstra utstyr, åpnes landet i langt større grad for det europeiske transportmarkedet [50]. En standardisering av teknisk utstyr forventes også å bidra til mer konkurranse blant produsentene av slikt utstyr, og dermed lavere priser. ERTMS er for øvrig et viktig ledd i EUs arbeid for å åpne de lukkede jernbanemarkeder for flere tilbydere. I EUs fjerde jernbanepakke foreslås det full separasjon av nettverkseier og nettverksoperatør, i tillegg til å konkurranseutsette innenlands passasjertrafikk [55]. I Norge er det ingen strekninger som er fullstendig bygget ut for ERTMS, kun er forsøksstrekning øst på Østfoldbanen, men etter hvert skal alle nye og ombygde signalanlegg bygges slik [9].

Rørosbanen er utbygd med DATC mellom Hamar og Røros [26]. Se også Figur 19.



FIGUR 19: ATC OG CTC PÅ RØROSBANEN. BLÅTT: DATC + CTC, RØDT: VERKEN ATC ELLER CTC

CTC (Centralized Traffic Control)

Sentralisert trafikkontroll, eller fjernstyring, gir muligheten til fjernbetjening av sikringsanleggene på en strekning med automatisk linjeblokk. Disse fjernstyres av togledere på trafikkstyringssentralene i Oslo, Drammen eller Trondheim, men det finnes også lokale sentraler hvor trafikksituasjonen tilsier det (eksempelvis Hamar). Etter CTC ble innført på 70-tallet har sikkerheten på strekninger med kun automatisk togstyring økt. På strekninger med inhomogene driftsformer (fjernstyrt strekning + automatisk linjeblokk / strekning uten linjeblokk) må togfører forholde seg til en kompleks sammensetting av driftsformer. Denne kompleksiteten har konsekvenser for sikkerheten[37, 54].

Mellom Røros og Støren er det i dag 4 linjeblokker. Disse skilles av krysningssporene på Glåmos, Haltdalen og Singsås[56]. Det foreslås å fjernstyre sikringsanleggene på stasjonene Haltdalen og Singsås. På disse stasjonene er det i snitt hhv 9 og 5 daglige av- og påstigninger[14].

Det anbefales for øvrig at sporvekselvarmere bygges på alle sentralstilte sporveksler. Disse må kunne styres av CTC-systemet[50].

Røros-Støren tilrettelagt for CTC vil ligge under Trondheim trafikkstyringssentral [57], mens resten av dagens linje er underlagt togstyrer på Hamar.

Togradio (GSM-R)

GSM-R-nettet er et lukket mobilnett, basert på GSM-systemet (globalt system for mobilkommunikasjon). GSM-R er spesielt utviklet for bruk på jernbaneinfrastruktur. GSM-R danner en av grunnblokkene i fremtidens togstyringssystemer (ERTMS).

Blokkposter

Blokkposten er et hovedsignal, men i motsetning til stasjoner og kryssingsspor kan det ikke krysses ved denne. En blokkpost reduserer følgetiden og øker dermed kapasiteten for tog i samme retning[50]. Se også 0.

Blokktelefon

Dette telefonsystemet skal være plassert ved alle hovedsignaler og sidespor, og gir direkte forbindelse til togleder. Gjennom blokktelefonene kan man kommunisere et behov for endringer av signal og sporveksler, og blokktelefonene fungerer slik som en manuell trafikkstyring[50].

6.5.2 UTFØRELSE AV TILTAK

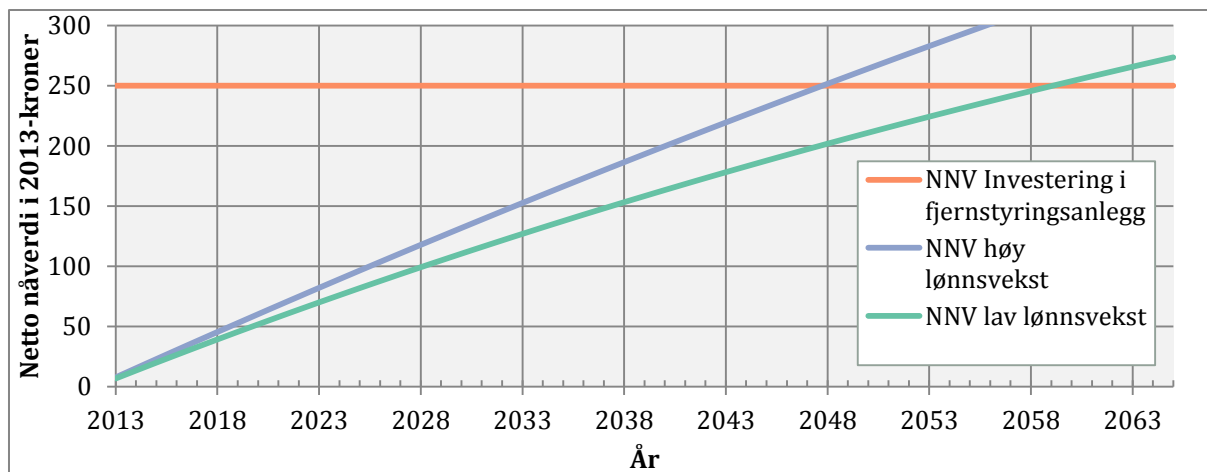
Det behøves ATC-utbygging på hele jernbanestrekningen mellom Røros og Støren. Eksisterende sikringsanlegg finnes gjerne i egne tekniske rom på stasjonene. Disse anbefales ikke brukt, i stedet bør nye tekniske bygg bygges[50]. Disse *relehusene* på omtrent 50 m² inneholder alle komponentene som trengs i et automatisk sikringsanlegg (inkludert nødaggregat) og har også et rom for manuell betjening for unntakssituasjoner.

Ingen av unntakene nevnt i teknisk regelverk [53] gjelder her, altså bør strekningen bygges ut med akseltellere som togdeteksjon til tross for at resten av Rørosbanen er utbygd med halemagnet.

6.5.3 KONSEKVENNS AV TILTAK

En fjernstyring av strekningen vil redusere behovet for bemanning, da de 10 årsverkene involvert i avviklingen i dag kan sløyfes. Disse årsverkene betyr anslagsvis 7-8 MNOK[58]. Nypris på fjernstyring Røros-Støren og Kongsvinger-Elverum er til sammen anslått til 400-500 MNOK[8, 10, 12]. SUP går ut fra en kostnad på 250 MNOK.

Fortsetter den årlige lønnsveksten i samferdselssektoren slik den gjør i dag (3,5 % - 4 % [59]), vil det med en investeringsrente på 4,5 % (vanlig kalkulasjonsrente) bli det lønnsomt allerede etter 35-47 år, se Figur 20.



FIGUR 20: NETTO NÅVERDI AV INVESTERING I FJERNSTYRINGSANLEGG OG NNV AV KOSTNAD VED FORTSATT MANUELL TOGSTYRING MELLOM RØROS OG STØREN

Det regnes også med at man sparer inn 2 minutter per krysning per tog ved fjernstyring. Med dagens ruteordning gjennomføres det ikke krysninger mellom Røros og Støren, men i Tabell 12 er det vist hvor mye tid som spares ved ulikt antall krysninger i løpet av et år.

TABELL 12: AKKUMULERT INNSPART TID VED 2 MINUTTERS TIDSBESPARELSE PÅ KRYSSNINGER

Antall krysninger		Innspart tid		
Per dag	Per uke	Per dag [min]	Per uke [min]	Per år [timer]
	1	0,29	2	1,7
	2	0,57	4	3,5
1	7	2	14	12,2
2	14	4	28	24,4
4	28	8	56	48,7

En forbedring av dagens rutetilbud mellom Røros og Trondheim som foreslått i [8, 10, 12, 13], vil trolig innebære krysninger, og spesielt dersom gods kjøres på Rørosbanen vil krysninger mellom Røros og Støren være vanskelig å unngå. Passasjerfordelingen og tidsverdien vist i Tabell 13, gir en tidsverdi ved én time kortere reise på 94 kroner. 2 minutter spart per kryssing tilsvarer da 3 kroner per kryssing

TABELL 13: VEKTEDE SATSER FOR EKSTRA REISETID SOM FØLGE AV FORSINKELSER [60] [42].

	Korte reiser (<50 km)	Lange reiser (>50 km)	Antatt andel reisende
Sats for reisetid om bord [2009-kroner/time]			
Antatt andel reisende	30 %	70 %	
Forretningsreiser	380		10 %
Arbeidsreiser	56	88	20 %
Øvrige reiser	44	63	70 %
Reisetidskostnader	80	99,7	
Verdi av innspart tid [kr/time]	94		
Vektfaktorer for reisetidskomponenter []			
Forsinkelser	2,8	2,1	
Tidsverdi forsinkelser	224	209,37	
Forsinkelseskostnad [kr/time]	214		

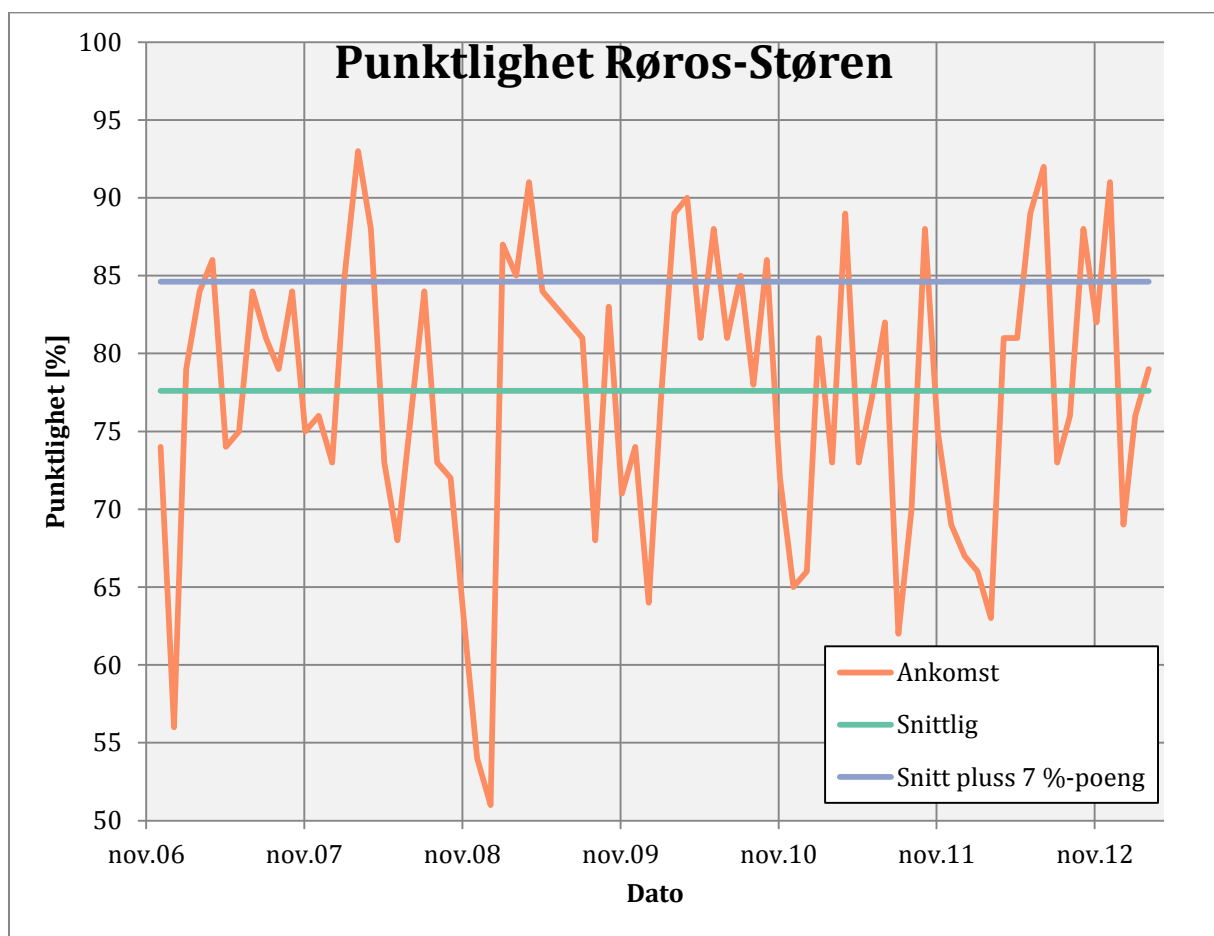
Siden Haltdalen, Langlete og Singsås kun har 5600 på- og avstigende i året, anses det passasjertallet jevnt nok til å bruke snittet av passasjerer mellom Ålen og Haltdalen, frem til antallet passasjerer mellom Singsås og Kotsøy (se Figur 4). Disse 86 400 passasjerene vil årlig spare inn tidene (og de samfunnsøkonomiske verdiene) vist i Tabell 14.

TABELL 14: SPART REISETID VED KRYSNINGER MED FJERNSTYRING.

Andel reiser med kryssing på begge stasjoner	Antall kryssninger per reise	Spart per reise [minutter]	Tid passasjerer sparer [timer]	Verdi av spart tid [2012-kr]
Alle	2	4,0	5 760	kr 540 000
Halvparten	1	2,0	2 880	kr 270 000
Ett av tre togpar om dagen	1/3	0,7	960	kr 90 000

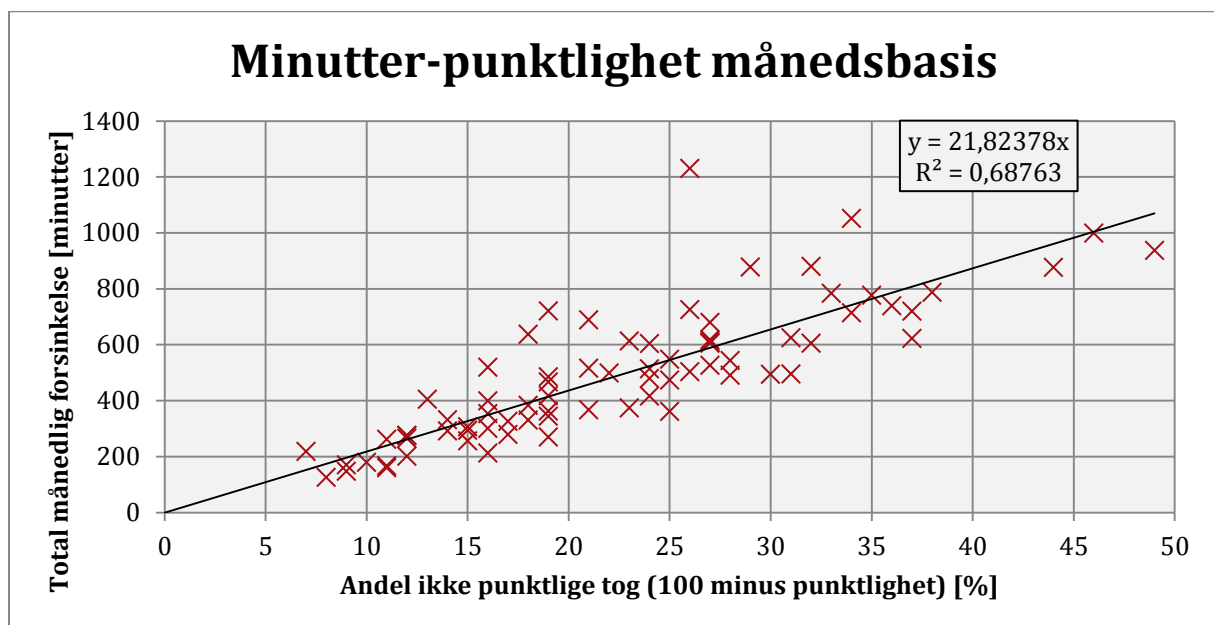
Med automatiske kontrollsystemer blir det erfaringsmessig omtrent 7 prosentpoeng høyere punktlighet [50]. I Figur 21 vises det hvor mye mer dette tilsier. Det er gjort undersøkelser av liknende situasjoner med behov for utbedring av fjernstyringssystemer, hvor en har kommet fram til at potensialet for nye transporter på banen er betraktelig høyere dersom punktligheten er høyere.

I tillegg til satsene for reisetid beskrevet i Tabell 13, opereres det også med tillegg-satser for forsinkelser. En heving av punktligheten vil gi færre forsinkelser, og forsinkelser er som vist i Tabell 13 samfunnsøkonomisk mer verdifulle enn forkortinger i kjøretid.



FIGUR 21: PUNKTLIGHET RØROS-STØREN MELLOM 2007 OG 2013. GJENNOMSNITTLIG PUNKTLIGHET: 78 %, MED 7 PROSENTPOENG ØKNING: 85 %.

Forbedret punktlighetsverdi har en sammenheng med antall minutter forsinkelse, men er ikke direkte overførbart. En avgang eller en ankomst regnes nemlig som "punktlig" dersom den er under 3 minutter og 59 sekunder etter planlagt tid. For et overslag for hvor mye 7 prosentpoeng har å si tidsmessig, gjøres det derfor en lineær regresjonsanalyse, der en ser på antall minutter forsinkelse mot andel tog som *ikke* er punktlig. Denne analysen er vist i Figur 22. Med en $R^2=0,69$ kan en med stor sikkerhet si at det er en sammenheng mellom forsinkelse i minutter og punktlighet, og forholdet er rundt 22 minutter per prosent punktlighet, med standardavvik på 6 minutter per prosent punktlighet. Det vil si at en 7 prosentpoengs endring i punktlighet gir anslagsvis 153 minutter i måneden, eller 30 timer og 33 minutter i året. Gjøres den samme analysen med den årlige forsinkelsen, fås en sammenheng på 262 minutter i året per prosentpoeng, slik at 7 prosentpoeng høyere punktlighet gir 30 timer og 38 minutter færre årlige forsinkelser. Siden analysen med årsforsinkelse ikke tar med 2013, brukes månedsdataene, da de har flere datapunkter. Med 1931 årlige avganger mellom Røros og Støren (18 avganger nordover og 19 sørover hver uke), tilsvarer dette 57 sekunder per avgang i snitt.



FIGUR 22: MINUTTER FORSINKELSE I FORHOLD TIL ANDEL IKKE PUNKTLIGE TOG PÅ MÅNEDSBASIS. DET ANTAS AT SAMMENHENGEN ER LINEÆR MED NULLPUNKT I 0,0 (0 MINUTTER FORSINKELSE VED 100 % PUNKTLIGHET).

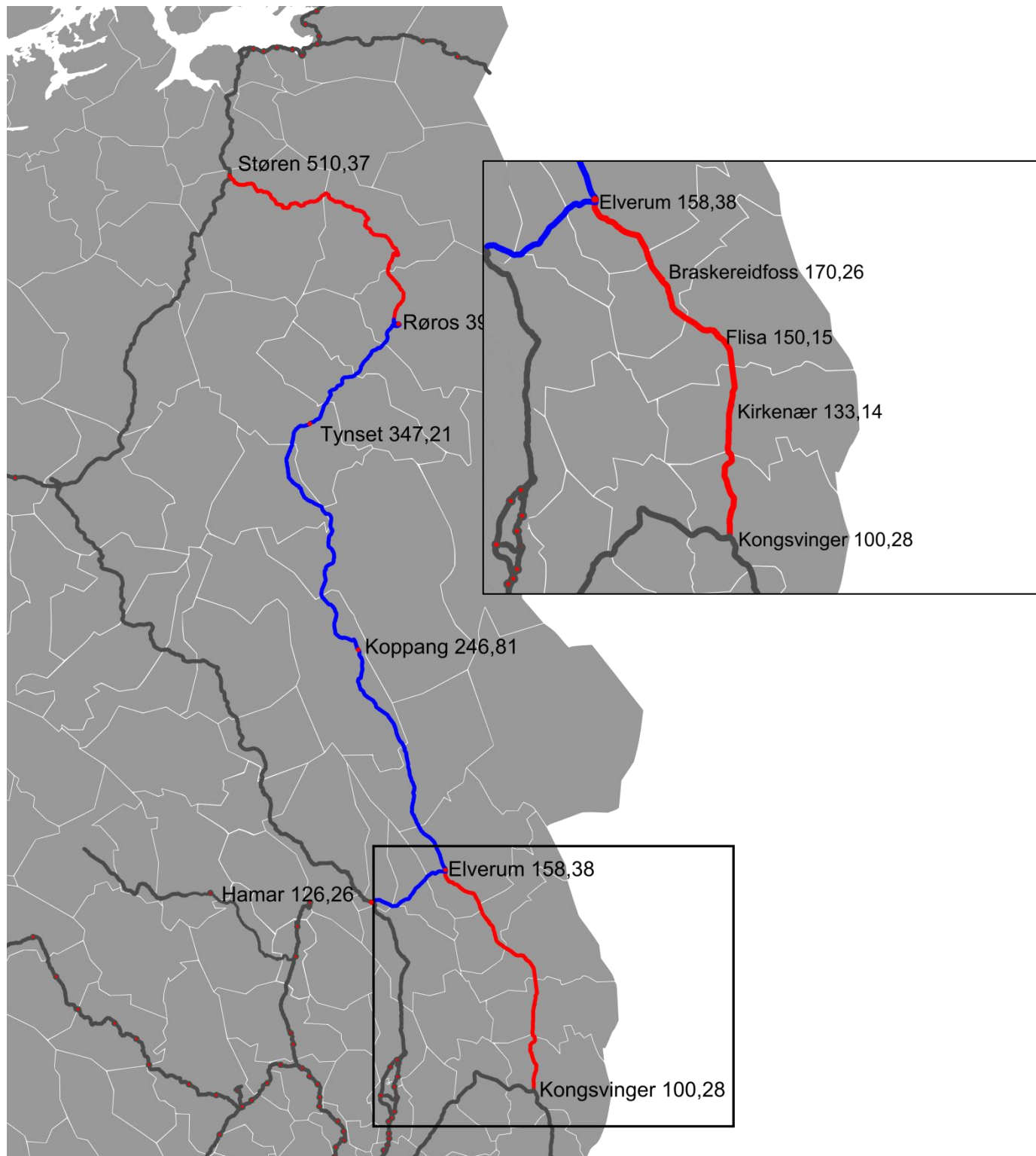
Med $(59/3600 = 0,02)$ timer færre forsinkelser per reise, 86 393 årlige reisende og en forsinkelseskostnad på 214 kroner timen (i snitt), er den årlige økte punktligheten verdt kr 293 000 2009-kroner i året. Innen for et standardavvik i begge retninger kan en da si at verdien av den sparte tiden ligger mellom kr 214 000 og kr 371 000. I 2012-kroner tilsvarer dette kr 306 000 i snitt, og innen et standardavvik: kr 223 000- 389 000[39].

Denne metoden har en svakhet i at den går ut fra grunnsettingen om at 100 % punktlighet = 0 minutter forsinket i måneden, men 100 % punktlighet kan innebære inntil 644 minutter (4 minutter * 37 avganger per uke * 4,3 uker i snitt per måned) forsinkelser per måned. Siden ingen punktligheter er angitt til å være høyere enn 93 %, er det imidlertid ingen grunn til å tro at dette har en dominerende virkning på sammenhengens funnet over.

Ved avvikssituasjoner vil fjernstyring gi vesentlig lavere kostnader enn ved manuell fremføring, da overtidsbemanning ikke er en nødvendighet[6] [50]. Denne fleksibiliteten gjør det også enklere å ta inn forsinkelser og avhjelpe driften av banen mer effektivt.

Fjernstyring hever også sikkerhetsnivået, i hvilken grad er avhengig av brukt teknikk, men fortsatt merkbart høyere sikkerhetsnivå enn ved manuell sikring. Brukes sporfelter gis det blant annet en mulighet for skinnebrudds-deteksjon[50].

6.6 FJERNSTYRING SOLØRBANEN



FIGUR 23: UTBYGD ATC PÅ SOLØRBANEN. BLÅTT ER FULLT UTBYGD CTC OG DATC, RØDT HAR VERKEN

Bygging av sikrings- og fjernstyringsanlegg på Solørbanen, prinsipielt likt byggingen vist i kapittel 6.5.

6.6.1 TEKNISKE DETALJER

Se kapittel 6.5 for grunnleggende teori. Forholdene på SB skiller seg ikke ut i særlig stor grad[26].

Selv om Solørbanen har tre muligheter for kryssing: Braskereidfoss (570 m), Flisa (562 m) og Kirkenær (394 m), krysses det ikke tog på strekningen per i dag[61]. Det er foreslått å fjernstyre krysningssporet på Flisa [12]. Fjernstyring på Solørbanen er anslått til 160 MNOK [8].

6.6.2 KONSEKVENNS AV TILTAK

Reduksjon av behovet for bemanning på Elverum og Kongsvinger.

Med de planlagte InterCity-utbyggingene (IC) mellom Oslo og Hamar, regnes det med at Dovrebanen vil være stengt i perioder. Som nevnt overfor i 6.5.3Konsekvens av tiltak, vil fjernstyring og automatiske sikringsystemer gi større fleksibilitet i slike avvikssituasjoner. [9].

6.7 UTBYGGING AV KONGSVINGERBANEN

I blant annet SUP forutsettes det fullstendig eller delvis dobbeltsporutbygging av Kongsvingerbanen[8]. Uten en Kongsvingerbane med tilstrekkelig kapasitet vil det være mindre optimalt å kjøre godstog om KB-SB-RB.

Kongsvingerbanen har i dag en kapasitetsutnyttelse over døgnet på 41-55 % og 41-55 % i makstimen, noe som i prinsippet vil si antall togbevegelser på banen kan dobles. Det er ytret et ønske om å kjøre timestakt på KB. Kombinert med en situasjon der all godstrafikk mellom Oslo og Trondheim kjøres over KB + SB vil dette gi behov for større kapasitet.

6.7.1 TEKNISKE DETALJER

Et dobbeltspor fungerer på mange måter slik som en tofelts bilveg, der tog kan kjøre samtidig i hver sin retning. Avhengig av hvilket perspektiv man har, kan dobbeltspor ses på som lange krysningsspor (se 6.8) eller så kan krysningsspor ses på som særdeles korte dobbeltspor. Prinsippet er det samme.

6.7.2 KONSEKVENNS AV TILTAK

Fullstendig eller delvis dobbeltspor på Kongsvingerbanen er en forutsetning for å oppnå den kapasiteten som behøves i nettet for å kjøre godstogene om Solørbanen.

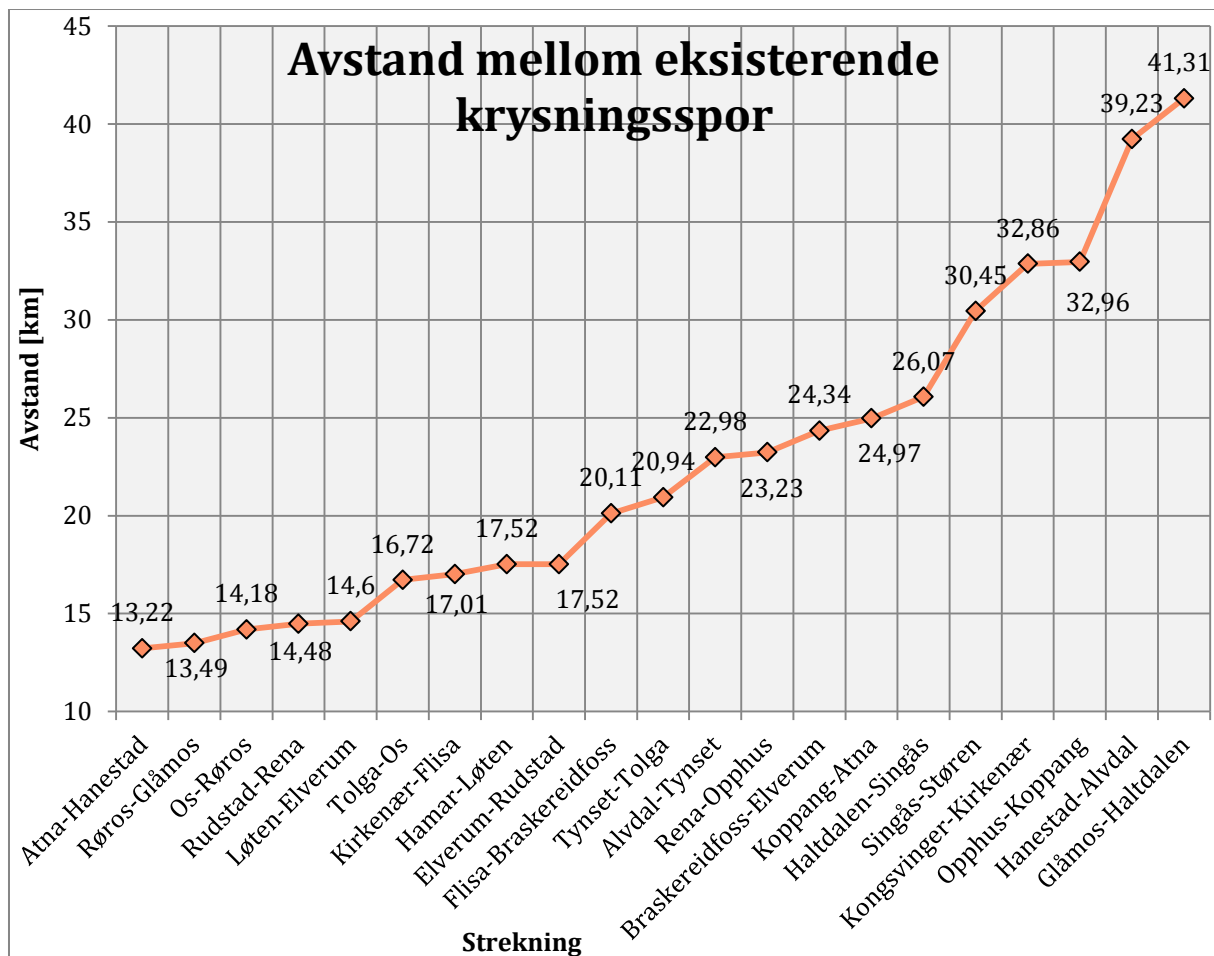
6.8 NYE KRYSNINGSSPOR

Det er kommet fra ulike anslag for behov for nye krysningsspor på Rørosbanen og Solørbanen. På kort sikt (fram til 2023), anbefales det å bygge 2-3 nye krysningsspor mellom Elverum og Røros og 1-4 mellom Røros og Støren[6].

På lang sikt (frem til 2040) anbefales det 4-22 nye krysningsspor på Rørosbanen, samt 4 nye krysningsspor på Solørbanen[8].

6.8.1 TEKNISKE DETALJER

Teorien for kryssningsspor er beskrevet i kapittel 6.9.1.



FIGUR 24: AVSTAND MELLOM EKSISTERENDE KRYSSNINGSSPOR PÅ RØROSBANEN OG SOLØRBANEN

Det anbefales kryssningsspor hver 10-15 km kilometer[8]. Eksisterende strekninger vist i Figur 24 har en snittavstand på 22,7 km. Dette vil si at på strekningen over er det behov for 17-22 nye kryssningsspor som nevnt i SUP. Foreslått plassering av nye kryssningsspor er vist i Tabell 15. Ut fra flyfoto¹⁹ er det vurdert hvorvidt det må bygges kryssningsspor fra grunnen av eller om det er eksisterende baneanlegg som kan bygges ut. De foreslåtte plasseringene er laget med tanke på eksisterende stasjonsstruktur, dette gir "spart" tid ved kryssning, da ventende passasjertog kan foreta ett vanlig stopp. Plasseringen er også forsøkt passe inn i anbefalte avstander mellom kryssningsspor. Enkelte av holdeplassene det i dag ikke gjennomføres kryssninger på, var tidligere stasjoner med mulighet for kryssning. Det er varierende standard på disse eksisterende sporene, men selv om sporveksel er fjernet og sporet gjengrodd, er det enklere å bygge et nytt kryssningsspor i den tidligere bruke traseen. Den forrige traseen antas tilstrekkelig planert, og det regner derfor med at det er mindre behov for arbeid på underbyggingen.

Dette gir til sammen 12 helt nye kryssningsspor på RB, og 5 utbygde i større eller mindre grad. For SB trengs hhv. 2 og 4 kryssningssportiltak.

¹⁹ <http://kart.gulesider.no/>

TABELL 15: FORESLÅTT PLASSERING AV NYE KRYSNINGSSPOR PÅ RØROSBANEN OG SOLØRBNEN. MERKET I GRØNT ER EKSISTERENDE KRYSNINGSSPOR. GULT MARKERT ER HOLDEPLASSER/OMRÅDER MED EKSISTERENDE KRYSNINGSSPOR SOM TROLIG KAN SETTES I STAND. RØDT MERKET ER OMRÅDER DER DET MÅ BYGGES NYTT KRYSNINGSSPOR FRA "SCRATCH".

X-spor RB	Kilometer (lengde til neste)
Hamar	126,26 (9,47)
llseng	135,73 (8,05)
Løten	143,78 (14,6)
Elverum	158,38 (8,74)
Bjørnsenga	167,12 (8,78)
Rudstad	175,9 (14,48)
Rena	190,38 (13,42)
Steinvik	203,8 (9,81)
Opphus	213,61 (14,07)
Evenstad	227,68 (9,74)
Stai	237,42 (9,150)
Koppang	246,57 (12,5)
Myrvoll	259,07 (12,47)
Atna	271,54 (13,22)
Hanestad	284,76 (12,5)
Granvika	297,26 (7,2)
Barkald	304,46 (6,54)
Bellingmo	311 (12,99)
Alvdal	323,99 (13,36)
Auma ²⁰	337,35 (9,62)
Tynset	346,97 (10,59)
Telneset	357,56 (10,35)
Tolga	367,91 (8,94)
Håmålvoll	376,85 (7,78)
Os	384,63 (14,18)
Røros	398,81 (13,49)
Glåmos	412,3 (8,15)
Rugldalen	420,45 (11,86)
Reitan	432,31 (10,28)
Stensli	442,59 (11,02)
Haltdalen	453,61 (10,4)
Nedre Langlete	464,01 (15,67)
Singås	479,68 (11,66)
Kotsøy	491,34(7,06)
Rognes	498,4 (11,73)
Støren	510,13

X-spor SB	Kilometer (lengde til neste)
Kongsvinger	100,28 (9,02)
Roverud	109,3 (11,24)
Nor	120,54 (12,6)
Kirkenær	133,14 (4,78)
Namnå	137,92 (12,23)
Flisa	150,15 (14,31)
Våler	164,46 (5,8)
Braskereidfoss	170,26 (10,53)
Jømna	180,79 (7,67)
Vesterhaug	188,46 (6,14)
Elverum	194,6

²⁰ Det finnes et krysningsspor på Auma, men det er manuelt styrt.

6.8.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Nye kryssningsspor vil heve kapasiteten på både Rørosbanen og Solørbanen, spesielt dersom de er plassert på strekkene med størst avstand mellom eksisterende kryssningsspor. Nøyaktige beregninger på virkninger er ikke gjennomført, da de fort blir veldig detaljert. Omfanget av tiltaket er avhengig av ambisjonsnivå på utbygging, og i hvilken kombinasjon (linjeomlegginger, elektrifisering) de blir gjort, fordi kjøretiden er sentral. Enklere analyser er gjennomført i det følgende.

TABELL 16: KAPASITET PÅ BLOKKSTREKNINGER PÅ RØROSBANEN. I FØLGETIDEN LIGGER IKKE TID TIL NEDBREMSING TIL KRYSSING, DA DETTE ER EN FORENKLET MODELL. KJØRETIDER FRA RUTETABELL. KAPASITETSBEGRENSENDE STREKNINGER ER UTHEVET I RØDT IFHT. HVOR MYE DE BIDRAR.

Blokkstrekning	Minste kjøretid		Midlere kjøretid	Teoretisk kapasitet, K_T [tog/time]	K_T per retning [tog/time]	Kp per retning [tog/time]	
	Stigende km	Synende km				u=0,6	u=0,8
Hamar-Løten	00:12	00:14	00:13	4,6	2,3	0,77	0,90
Løten-Elverum	00:11	00:11	00:11	5,5	2,7	0,84	0,97
Elverum-Rudstad	00:11	00:12	00:11	5,2	2,6	0,82	0,95
Rudstad-Rena	00:11	00:10	00:10	5,7	2,9	0,86	0,99
Rena-Opphus	00:15	00:16	00:15	3,9	1,9	0,70	0,82
Opphus-Koppang	00:27	00:26	00:26	2,3	1,1	0,49	0,60
Koppang-Atna	00:18	00:19	00:18	3,2	1,6	0,62	0,74
Atna-Hanestad	00:10	00:10	00:10	6,0	3,0	0,88	1,01
Hanestad-Alvdal	00:27	00:28	00:27	2,2	1,1	0,48	0,58
Alvdal-Tynset	00:18	00:16	00:17	3,5	1,8	0,66	0,78
Tynset-Tolga	00:14	00:16	00:15	4,0	2,0	0,71	0,83
Tolga-Os	00:13	00:12	00:12	4,8	2,4	0,79	0,91
Os-Røros	00:11	00:10	00:10	5,7	2,9	0,86	0,99
Røros-Glåmos	00:09	00:10	00:09	6,3	3,2	1,31	1,59
Glåmos-Haltdalen	00:33	00:33	00:33	1,8	0,9	0,48	0,62
Haltdalen-Singås	00:21	00:21	00:21	2,9	1,4	0,71	0,90
Singås-Støren	00:27	00:27	00:27	2,2	1,1	0,58	0,74

Tog som skal samme retning er nødt til å vente til neste blokkavsnittet er fritt, og en får dermed en minste følgetid mellom to tog bestemt av blokk lengden, hastighet og signalsystemets virkemåte²¹. Den høyeste teoretiske kapasiteten, K_T [tog/time], er det inverse av den største følgetiden, T^{-1} . Denne kapasiteten er i praksis ikke oppnåelig, og det ønskes i tillegg ikke å belegge sporets kapasitet 100 %, da forsinkelser og uønskede hendelser vil forgrene seg i stort omfang. Det brukes da en praktisk kapasitet, K_p , vist under:

$$K_p = \frac{T}{t_f + t_b + t_t} = \frac{T}{t_f * (1 + f) + a * 0,25 \text{ min}} \left[\frac{\text{tog}}{\text{tidsenhet}} \right]$$

$$f = \frac{1 - u}{u}$$

I den praktiske kapasiteten ligger middel togfølgetid t_f , som vist over. Utnyttelsesgraden u avgjør utnyttelsesfaktoren f . Det er ønskelig å ha en utnyttelsesfaktor over døgnet på opptil 60 %, og i makstimen opptil 80 %. Tilleggstiden $t_t = a * 0,25$ minutter er et tillegg for hvert avsnitt a på

²¹ manuell styring vil gi høyere følgetid

strekningen. Den er en god tilnærming når strekningsavsnittene er omtrent like lange, så RBs beregningstilfelle er ikke ideelt, men det antas at det er tilstrekkelig med en grov tilnærming i dette tilfellet [62].

Antas 7 kryssninger som nødvendig for fremføring av tog så tett som mulig og i snitt 2 minutter tapt per kryssing (3 minutter for ventende tog, 1 minutt for påventet tog(50-50-fordeling)) kan en oppnå en kapasitet på 0,48 tog per time over døgnet ($u=0,6$) og en kapasitet på 0,58 ($u=0,8$) i makstimen. Disse tallene gir en kapasitetsutnyttelse på hhv 61 % og 101 %, som er tilsvarende JBV's tall (56-70 % over døgnet og >100 % i makstimen). Av Tabell 16 ses det at strekkets kapasitet i første omgang begrenses av blokkavsnittet mellom Hanestad og Alvdal, mellom Opphus og Koppang og mellom Glåmos og Haltdalen.

I tillegg er kapasiteten og kapasitetsgevinsten sjekket grafisk. Med utgangspunkt i strekningens lengste avstand mellom kryssningsspor, er det utarbeidet en ruteplan, optimalisert for høyest mulig kapasitet. Her er kryssinger satt til å ta minst 3 minutter for ventende tog og 1 minutt for passerende tog (inkludert stopp på stasjoner). For strekningen Hamar-Røros oppnås maksimal kapasitet med annen hvert tog i hver retning på 1,0 tog per retning per time, og fullt utbygd gir en kapasitet på om lag 2,5 tog per retning per time. Mellom Røros og Støren fås tilsvarende 0,72 og 1,8 tog per retning per time.

En prioritert liste over kryssningssportiltak, rangert etter hvor mye de hever kapasiteten fra sine respektive er vist i Tabell 17. Årsaken til at ikke alle tiltak gir en økning av den teoretiske kapasiteten er at rutetiden er rundet av til nærmeste minutt. Dette fører til at opptil flere strekninger har samme rutetid, og vil derfor føre til lik K_T . For å forenkle videre beregninger brukes det at $K_p=0,53 \cdot K_T$, da dette er det tilsynelatende forholdet for banen som helhet [51].

TABELL 17: PRIORITERT LISTE OVER NYE KRYSSNINGSSPOR, RANGERT ETTER ØKNING I TEORETISK KAPASITET.

#	Plassering	Forbedret K_T	K_T [tog/time]	K_p ($u=0,6$)[tog/time]
	Dagens	-	1,82	0,97
1	Reitan	0,36	2,18	1,16
2	Barkald	0,04	2,22	1,19
3	Rognes	0,04	2,26	1,21
4	Evenstad	0,59	2,86	1,52
5	Nedre Langlete	0,39	3,24	1,73
6	Myrvoll	0,19	3,43	1,83
7	Stensli	0,10	3,53	1,88
8	Auma	0,11	3,64	1,94
9	Kotsøy	-	3,64	1,94
10	Rugldalen	-	3,64	1,94
11	Stai	0,23	3,87	2,06
12	Steinvik	0,13	4,00	2,13
13	Telneset	0,18	4,18	2,23
14	Midtskogen	-	4,18	2,23
15	Bjørnsenga	0,27	4,44	2,37
16	Ilseeng	-	4,44	2,37

For å kalkulere utbyggingsbehovet, er det tatt utgangspunkt i dagens 8 godstogpar mellom Oslo og Trondheim, et antatt behov for 12 togpar i 2020 og 15-17 innen 2040. Dette gir kapasitetsbehovet vist i Tabell 18. Dersom det kun drives retningsdrift av godstog på Rørosbanen, er kapasitetsbehovet lavere enn med tog i begge retninger. Det ses at minst 3 nye kryssningsspor er nødvendig for å kunne ta full retningsbelastning i 2040, mot minst 8 dersom det skal kjøres godstog i begge retninger. Det er ikke gjort detaljberegninger på belastning i maks-timen, siden dette er i større grad avhengig av

hvordan ruteopplegget blir laget. Belastningen i makstimen er trolig høyere enn over døgnet, og det antas dermed at denne legger føringer på kapasitetsbehovet.

TABELL 18: ANTATT KAPASITETSBEHOV OVER DØGNET VED FORSKJELLIG BELASTNING OG DRIFTSFORM.600 METER LANGE GODSTOG.

	2013	2020	2040	2040	2013	2020	2040	2040
Passasjertog, alle retninger	12	12	12	12	12	12	12	12
Godstog nordover	8	12	15	17	8	12	15	17
Godstog sørover	0	0	0	0	8	12	15	17
Total kapasitetsbruk [tog/time]	0,83	1,00	1,13	1,21	1,17	1,50	1,75	1,92

Krysningsportiltakene prioritert etter sin innvirkning på midlere krysningssporavstand og største avstand mellom krysningssporene, samt følgetid. Disse beregningene er gjort litt forenklet, da det ikke er tatt hensyn til et nøyaktig behov for kapasitet. I Tabell 19 er krysningssporene prioritert.

TABELL 19: PRIORITERING AV NYE KRYSNINGSSPOR PÅ SOLØRBANEN

Nytt x-spor	Største avstand [km]	Gjennomsnittlig avstand [km]	Min følgetid nordover [tt:mm]	Min følgetid sørover [tt:mm]
0-alt	32,9	23,6	00:27	00:32
Nor	24,3	18,9	00:22	00:25
Jømna	20,3	15,7	00:17	00:19
Roverud	20,1	13,5	00:17	00:18
Våler	17,0	11,8	00:14	00:17
Namnå	14,3	10,5	00:12	00:14
Vesterhaugen	14,3	9,4	00:12	00:12

Med disse krysningsportiltakene på Solørbanen, vil kapasiteten øke. Det er vanskelig å gjøre antagelser om hvilken effekt og total gevinst dette vil gi. Kjøres det retningsdrift på godstogene, vil det trolig ikke være behov for mer enn en forlenging av dagens krysningsspor (se kapittel 6.9).

Med mengden godstog foreslått i Tabell 18, er det i 0-alternativet kapasitet tilgjengelig over døgnet, og avhengig av volum på lokal godstransport er det ikke sikkert at det trengs nye krysningsspor, dersom en kjører togene i retningsdrift. Skal alle tog kjøres over Solørbanen, trengs det nye krysningsspor i tillegg til forlenging av eksisterende. Med $K_p=0,5K_T$, ses det at det trengs minst 4 nye krysningsspor på Solørbanen dersom det skal gå 17 tog i hver retning.

6.9 FORLENGELSE AV EKSISTERENDE KRYSNINGSSPOR

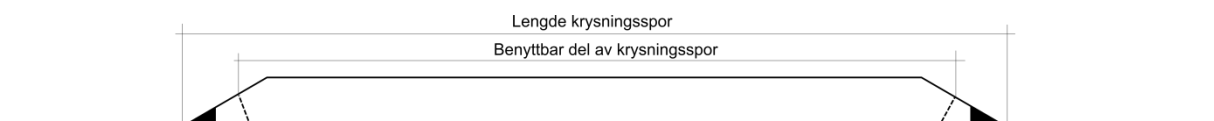
Kryssingsspor forlenges for å kunne krysse lengre togsett, og er nødvendig for å kunne kjøre med lange godstog på Rørosbanen. Internasjonale godstog har en lengde på opp mot 750 meter, mens det i Norge kjøres med 600 meter lange tog. Kun 7 av kryssingssporene på RB er lange nok til å krysse 600 meter lange tog, og kun 3 av kryssingssporene er lange nok til å krysse 750 meter lange tog. Det er foreslått å forlenge mellom 1 og 16 (samtlige) kryssingsspor[6] [8]. Det er også foreslått å bygge ut kryssingssporene på Støren, Tynset, Atna, og Rena til samtidig innkjør.



FIGUR 25: STÅENDE KRYSSING, HER VIST VED TO TYP 92-TOGSETT PÅ RANHEIM. FOTO: ØYVIND BERG, 2006

6.9.1 TEKNISKE DETALJER

Siden hele Rørosbanen (for øvrig også Solørbanen) er ett-spors, må tog som skal ulike vegger møtes et sted der de kan trygt kryss hverandre. Man grupperer hovedsakelig kryssingsspor i to ulike typer: stående og kryssingsspor bygget for samtidig innkjør. Ved samtidig innkjør opprettholdes noe eller all fart på de kryssende tog, mens ett av togene må stoppe helt ved stående kryssinger. Alle kryssingsspor på RB er stående, og er tilknyttet stasjoner og holdeplasser. Siden passasjertog uansett stopper her for å betjene stasjonene, vil ikke det reelle tidstapet ved kryssing være så stort som det ville vært, dersom kryssingen fant sted mellom stasjoner.



FIGUR 26: FORSKJELLEN PÅ LENGDE AV KRYSSINGSSPOR OG NYTTBAR LENGDE

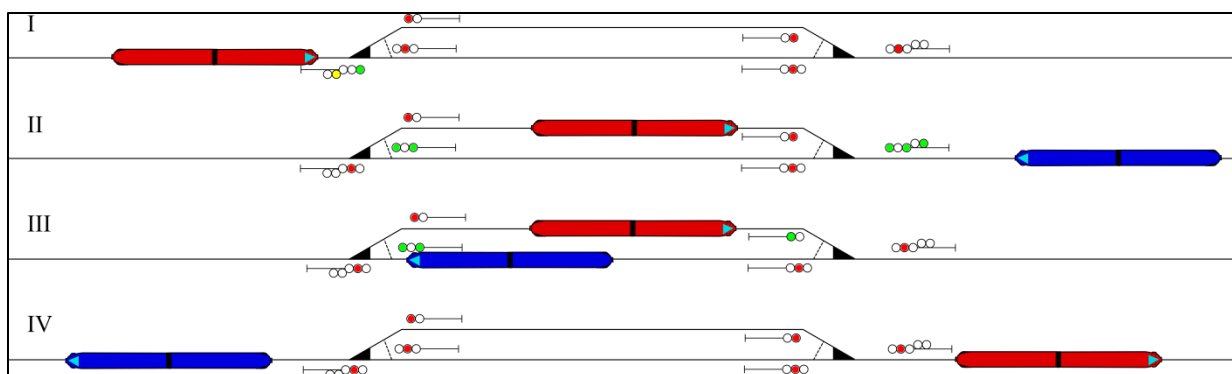
På Rørosbanen er det 16 kryssingsspor, ekskludert Hamar og Støren. Til sammenlikning har Dovrebanen 36 kryssingsspor mellom de to samme stasjonene.

TABELL 20: LENGDER AV OG AVSTANDER MELLOM KRYSSNINGSSPOR PÅ RØROSBANEN OG SOLØRANEN. AVMERKEDE GRØNNE KAN KRYSSSE 750 METER LANGE GODSTOG, GULE KAN KRYSSSE OPP TIL 750 METER LANGE TOG OG RØDE KAN KRYSSSE UNDER 600 METER LANGE TOG.

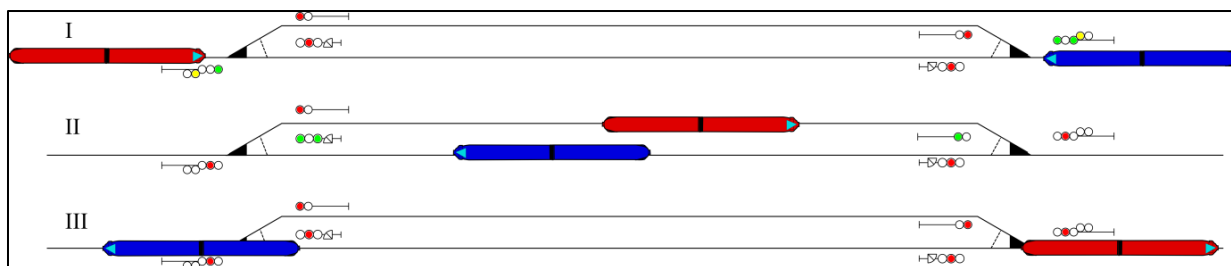
Rørosbanen		
	Neste x-spor [km]	Lengste x-spor [m]
Hamar	17,52	920
Løten	14,6	284
Elverum	17,52	747
Rudstad	14,48	510
Rena	23,23	674
Opphus	32,96	638
Koppang	24,97	692
Atna	13,22	673
Hanestad	39,23	545
Alvdal	22,98	330
Tynset	20,94	525
Tolga	16,72	326
Os	14,18	404
Røros	13,49	840
Glåmos	41,31	324
Haltdalen	26,07	344
Singås	30,45	384
Støren		822

Solørbanen		
	Neste x-spor [km]	Lengste x-spor [m]
Kongsvinger	32,86	1034
Kirkenær	17,01	394
Flisa	20,11	562
Braskereidfoss	24,34	570
Elverum		747

JBV har tatt utgangspunkt i 600 meter lange godstog i sine analyser [7], da det er det som brukes av godsmateriell per i dag. 600 meter lange godstog fordrer ca. 650 m lange kryssningsspor, til middel utkjørsignal, illustrert i Figur 26. Legges derimot NTP til grunn, bør det dimensjoneres med 750 meter lange godstog, man åpner da i praksis for grenseoverskridende trafikk. Avmerket i Tabell 20 er kryssningssporlengdene som er lange nok til å krysse 600 m og 750 lange tog (gult og grønt).



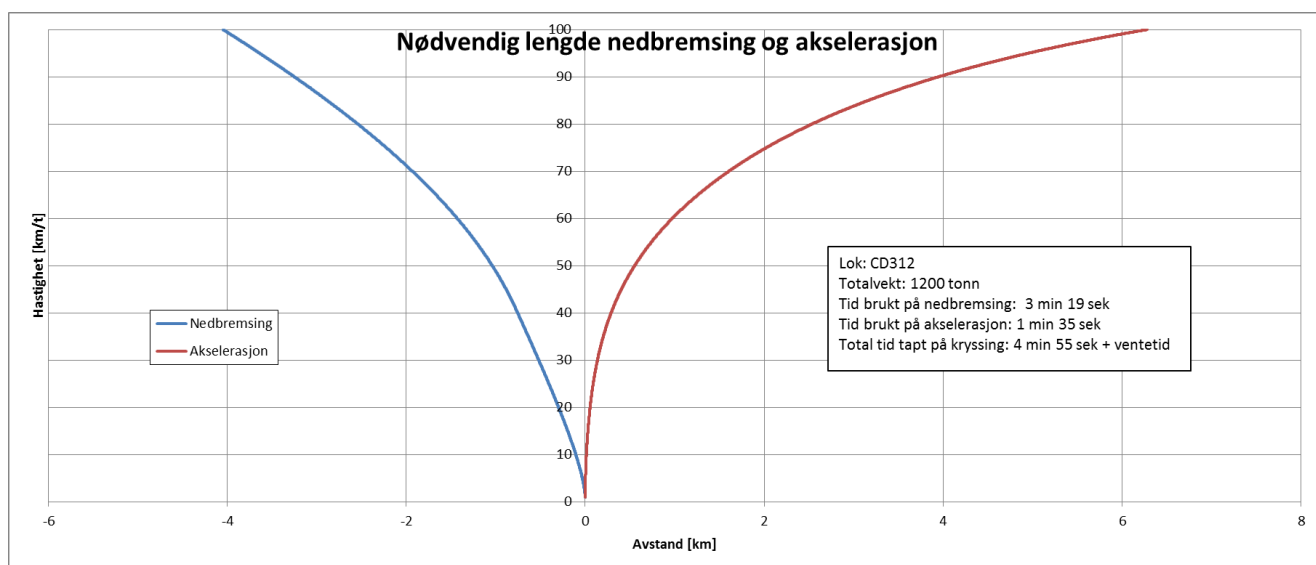
FIGUR 27: SKJEMATISK FREMSTILLING AV STÅENDE KRYSSING.



FIGUR 28: SKJEMATISK FRAMSTILLING AV SAMTIDIG INNKJØR.

Siden hele toget må være inne i avvikssporet før neste tog kan kjøre inn, presenterer det en utfordring der krysningssporet er lengre enn toget, se Figur 27.

I Figur 27 er en stående kryssing vist. Her kommer rødt tog fra vest og skal østover. Sporvekselen sender toget inn på avvikssporet, hvor hovedsignalet viser "stopp" da blått tog kommer inn på det gjennomgående sporet. Rødt tog får ikke signal om "kjør" før blått tog har passert sporvekselen plus en gitt avstand²². Rødt tog kan kjøre så snart neste blokkavsnitt er meldt fritt (se kapittel 6.5.1) og sporvekselen er stilt. For det blå toget innebærer en slik kryssing vanligvis ikke noe tidstap²³, men for det røde toget koster kryssingen både tid og energi. Om det røde toget for eksempel er et godstog, har det lange bremseavstander og akselerasjonsavstander, som gir betraktelige tidstap i tillegg til tiden det står i ro. En nedbremsing fra 100 km/t til stillstand og så akselerasjon opp til 100 km/t igjen tar nesten 5 minutter, se Figur 29.. Det går også energi tapt ved nedbremsing og akselerasjon.



FIGUR 29: BEHØVD LENGDE FOR AKSELERASJON OG NEDBREMSING FOR ET CD 312 LOK I ET TOG MED TOTALVEKT PÅ 1200 T.

Det er foreslått samtidig innkjør som et tiltak for å forkorte kjøretiden for passasjertog mellom Hamar og Røros. Ved stor bruk av banen vil tidskostnadene ved mange kryssinger bli stor, så det anbefales at enkelte krysningsspor forlenges til å kunne benyttes til samtidig innkjør [12]. Disse er foreslått plassert på alle stasjoner der passasjertog krysser hverandre. dette er per i dag Rena, Atna, Tynset og Støren. På Rørosbanen finnes det per i dag ingen krysningsspor med samtidig innkjør.

²² Avstanden er avhengig av sporets geometri, avstanden mellom sporene, hastigheter brukt, og plassering av akselteller.

²³ Med mindre geometrien er tilpasset avvikssporets lavere hastighet.

Prinsippet for samtidig innkjør er nokså likt det for stående kryssing, men skiller seg ut ved at begge tog kan ankomme kryssningssporet samtidig. Ved hjelp av egne signaler og sikkerhetsavstander avvikles dette på en trygg måte, se også Figur 28

Med tog lengre enn kryssningssporene har man to løsninger. Man kan alltid la det andre toget stå i avvikssporet eller man kan bygge lengre kryssningsspor. Passasjertog regnes som mer høyverdig enn godstog og det er dermed lite ønskelig å la passasjertog vente [10, 12]. I tillegg vil det trolig, med økt godsvolum på RB, være behov for å kunne kjøre forbi (omtrent som med biler). En nedprioritering av det korteste toget hjelper lite hvis det lengste er det som skal kjøres forbi. Derfor må det bygges ut kryssningsspor. Det estimeres en kostnad på 130 MNOK per forlengede kryssningsspor.

Det er foreslått å i første omgang forlenge kryssningssporet på Ilseng, Alvdal, Hanestad og Flisa (SB). I det følgende er det gjort en enkel analyse over avstander mellom eksisterende kryssningsspor.

Det er ikke gitt konkrete kryssningsspor som skal forlenges, men forslaget om å forlenge 3 kryssningsspor på Solørbanen, fordi det kun er tre kryssningsspor på Solørbanen [8]. Kort avstand mellom kryssningsspor er allikevel et ønsket tiltak. På denne måten kan kapasiteten heves.

TABELL 21: AVSTAND TIL NÆRMESTE LANGE KRYSSNINGSSPOR.

Rørosbanen	Lengste x-spor [m]	Neste x-spor [km]		Solørbanen	Lengste x-spor [m]	Neste x-spor [km]	
		>800 m	>650 m			>800 m	>650 m
Hamar	920	272,55	32,12	Kongsvinger	1034	334,75	94,32
Elverum	747		32,00	Elverum	747		32,00
Rena	674		56,19				
Koppang	692		24,97				
Atna	673		127,27				
Røros	840	111,32	111,32				
Støren	822						

Som nevnt i kapittel 6.8, er kjøretiden mellom kryssningssporene en kapasitetsbegrensende faktor. Med utgangspunkt i Tabell 21, foreslås det å forlenge kryssningsspor i følgende rekkefølge. Det legges til grunn en tog lengde 750 meter. Da kjøretider for gjennomgående 750 meter lange godstog ikke er beregnet, er kryssningssportiltakene rangert etter avstand seg i mellom.

TABELL 22: PRIORITERT REKKEFØLGE PÅ FORLENGEDE KRYSSNINGSSPOR (750 METER LANGE TOG)

Rørosbanen				Solørbanen		
Prioritet/ rekkefølge	Stasjon	Største avstand [km]	Gjennomsnittlig avstand [km]	Stasjon	Største avstand [km]	Gjennomsnittlig avstand [km]
0	0-alternativ	272,6	191,9	0-alt	334,75	334,75
1	Atna	145,3	128,0	Elverum	94,32	94,32
2	Rena	127,3	96,0	Flisa	49,87	47,16
3	Alvdal	111,3	76,8	Kirkenær	44,45	31,44
4	Haltdalen	81,2	64,0	Braskereidfoss	32,86	23,58
5	Koppang	74,8	54,8			
6	Tolga	64,1	48,0			
7	Elverum	56,5	42,7			
8	Singsås	56,2	38,4			
9	Glåmos	56,2	34,9			
10	Opphus	52,5	32,0			
11	Hanestad	43,9	29,5			
12	Tynset	41,3	27,4			
13	Løten	41,3	25,6			
14	Rudstad	41,3	24,0			
15	Os	41,3	22,6			

Det krysses per i dag persontog på stasjonene Rena, Atna og Tynset. I Tabell 23 er en foreslått utbygging av krysningsspor med samtidig innkjør foreslått på grunnlag av antall kryssinger i uken. Tid innspart ved samtidig innkjør er antatt i snitt 2 minutter per kryssing per tog.

TABELL 23: PRIORITERT LISTE OVER STASJONER HVOR SAMTIDIG INNKJØR ER AKTUELT. I ALT PASSER 71PERSONTOG ALLE TRE I UKEN.

Prioritet	Stasjon	Antall kryssinger i uken	Andel reiser med kryssing her	Passasjertimer	Tidsverdi [2012-kr]
1	Atna	13	17 %	1003	97 000
2	Rena	12	18 %	1035	100 000
3	Tynset	7	10 %	486	47 000

6.9.2 KONSEKVENNS AV TILTAK

Forlenging av krysningsspor er en forutsetning for å kunne kjøre godstog på RB. Da Dovrebanen var stengt våren 2012, var lengden på krysningsspor et av de kapasitetsbegrensende problemene ved Rørosbanen. I tillegg til at alle nye krysningsspor forutsettes bygd for 750 meter lange tog, bør også alle eksisterende krysningsspor på RB bygges ut til 750 meter. På denne måten vil kapasiteten være den samme for alle typer tog på banen, som videre vil gi større fleksibilitet for utforming av rutetider for persontrafikken. Med kapasitet til å kunne krysse 750 meter lange tog, vil en også oppnå en redundans i systemet for en framtidig driftsituasjon, der godstog kjøres nordover på Rørosbanen og sørover på Dovrebanen. Dette vil si at dersom det oppstår en uforutsett driftsstans på Dovrebanen, vil det være kapasitet til all trafikk på Rørosbanen, gitt at godstogantallet forutsatt i SUP stemmer [7].

For passasjertrafikken vil bygging av krysningsspor for samtidig innkjør gi tidsbesparelser. Det krysses med dagens ruteplan persontog 32 ganger i uken, tilsvarende 1670 kryssinger i året. En reduksjon i tiden brukt på kryssing, vil gi driftsfordeler for transporttilbyder (NSB), da de sparer tid brukt til

lønninger og drift av materiellet. Passasjerene om bord vil også spare tid, som vil styrke konkurranseevnen til jernbanen og gi en samfunnsøkonomisk gevinst.

En forlengelse av kryssingsspor på Solørbanen vil muliggjøre internasjonal godstransport i større grad. Dersom det skal kjøres godstog i dobbeltspor-trasé, behøves færre utbygde kryssingsspor.

6.10 MODERNE RULLENDE MATERIELL

En elektrifisering av Røros- og Solørbanen gir mulighet til å benytte nyere togmateriell. Mange av fordelene av elektrifisering kommer av mulighetene for å bruke samme materiell på flere jernbanestrekninger.

6.10.1 DAGENS MATERIELL

På Rørosbanen brukes det i dag to togtyper til persontransport: NSB type 92 og 93. Se for øvrig Tabell 25. Type 92 ble bygget på midten av 80-tallet av tyske Düwag for å erstatte de da aldrende type 86- og 91-togene, og har vært i drift på flere andre baner i Norge tidligere, inkludert Arendalsbanen og Solørbanen. Togene gjennomgikk en større oppgradering av interiøret i 2006, men begynner å bli gamle. NSB satser på å fase de ut rundt 2019.

Type 93 ble anskaffet mellom år 2000 og 2002 og erstattet de Di3-trukne passasjertogene. De ble satt inn i tjeneste i NSBs *Agenda*-serie, som er bakgrunnen for hvordan de er malt, og interiørprofilen. BM93 har ikke vært godt mottatt blant alle passasjerer, og har fått tilnavn som "Dieseltrikken" på grunn av sine ukomfortable sitteplasser[63].



FIGUR 30: DAGENS PERSONTOGMATERIELL PÅ RØROSBANEN: NSB TYPE 92 OG 93. FOTO: T.V. GJERMUND JOHANSEN, T.H. CATO EDVARDBEN

På godssiden kjører Hector Rail (HR) lokomotivet de har gitt typedesignasjonen 941. Dette lokomotivet er modell G2000 BB fra den spanske produsenten Vossloh, et lok med en effekt på 2 700 kW levert i 2000. Loket kjører ikke i sin makshastighet på 120 km/t, da togets total vekt i drift er mellom 300 og 2500 tonn (se Tabell 24), og overbyggingen begrenser godstogs hastigheter (se Tabell 29).

TABELL 24: DRIFTSFORHOLD HR BR 941, RANGERT ETTER TOTAL VEKT [64]

Fra	Til	Hastighet [km/t]	Lengde [m]	Total vekt [tonn]
Elverum	Sørli	100	300	300
Elverum	Koppang	100	300	400
Elverum	Alvdal	100	420	500
Alvdal	Auma	80	320	500
Kongsvinger	Elverum	80	580	700
Sørli	Elverum	80	300	1300
Koppang	Elverum	80	300	1300
Auma	Alvdal	80	320	1800
Alvdal	Elverum	80	420	1800
Elverum	Kongsvinger	70	580	2500

6.10.2 ALTERNATIVT MATERIELL

Siden NSB type 93 er det mest moderne dieseldrevne vognsettet i NSBs togstall, finnes det ingen reelle forbedringer per i dag ved endring av det rullende materiellet på RB slik den er i dag. Dersom en derimot forutsetter elektrifisering, kommer mer moderne alternativer til syne.

TABELL 25: TEKNISKE EGENSKAPER EKSISTERENDE MATERIELL [65-68]

	Type 92	Type 93	Type 74
Produsent	Düwag (DE)	Bombardier (CA)	Stadler (CH)
Byggeår	1984-1985	2000-2002	2011-2012
Ytelse [kW]	714	596	4500
Toppfart [km/t]	140	140	200
Passasjerkapasitet []	136 sitteplasser (totalt)	76 sitteplasser 8 ikke-reserverbare klappstoler 92 ståplasser	216 ordinære sitteplasser, 44 komfortsitteplasser
Vekt [tonn]	96,3	81,8	218,1
Gjenstående levetid	6 år (2019)	Ukjent	Ukjent

Mellom Skien og Lillehammer er nå NSB type 74 (Stadler FLIRT) satt inn som erstatning for blant annet NSB type 70-tog [69]. To utforminger av FLIRT-serien leveres NSB, hvorav de korte regionaltogene har fått typebetegnelse 74. Dette anses videre i denne oppgaven som et godt togsett å regne som "moderne" og brukes derfor til videre sammenlikninger med NSB type 93. Type 92 ses bort fra, fordi gjenstående levetid er lav, og det antas de ikke gjennomgår fornyelser etter den tid.

For godstog, hvor det ikke kjøres gjennomgående trafikk i dag, er en modernisering av materiellet ikke like aktuelt. Det er allikevel gjort en analyse for hvilke forskjeller det er mellom godstog drevet av det mest moderne dieselloket i Norge i dag (CD 312) og det mest moderne el-loket i Norge i dag (CE 119). Merk her at det tas større hensyn til lokale forhold, og at disse ikke er de raskeste eller sterkeste i Europa²⁴. Denne analysen er gjort for å vise hvor mye infrastrukturen har å si for transportmulighetene, og for å se den faktiske gevinsten av en moderne maskinpark. Loket CD312 brukes til godstransport mellom Trondheim og Bodø, mens CE119 brukes på øvrige elektrifiserte strekker.

²⁴ HR eier 7 lok av typen Siemens Europrinter (ES64U2) med topphastighet på 230 km/t og effekt på 6 400 kW.

6.10.3 TEKNISKE DATA OG FORUTSETNINGER



FIGUR 31: NØKKELTALL OM LOKOMOTIVENE HRBR941, CD312 OG CE119, FOTO: CARGONET OG HECTORRAIL

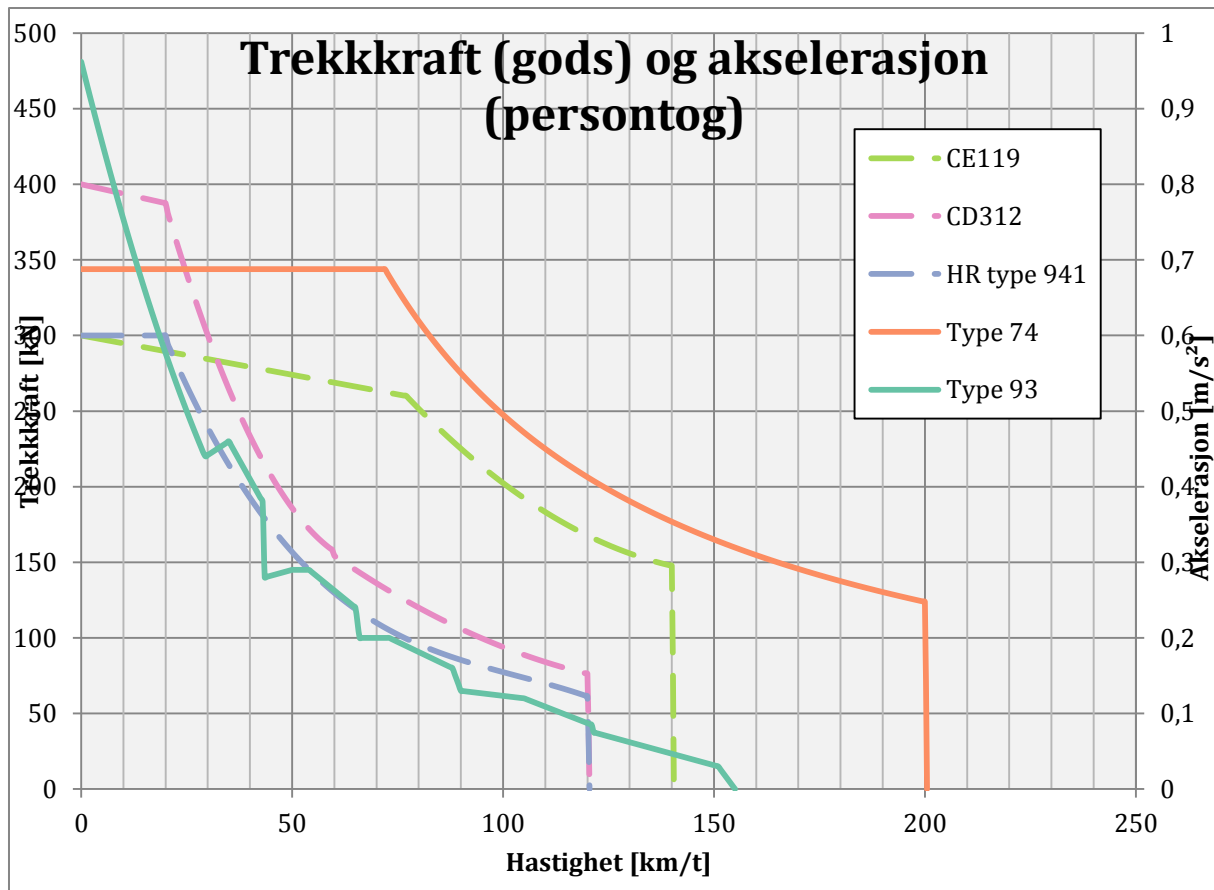
Nøkkeltallene vist i Figur 31: Nøkkeltall om lokomotivene HRBR941, CD312 og CE119. Figur 31 kan kort forklares slik: Høy effekt er synonymt med å kunne trekke tyngre last i høyere hastighet. En forenklet formel for trekkraft er gitt ved:

FORMEL 1: FORMEL FOR TREKKRAFT

$$F = \frac{P}{v} [kN]$$

Her er F tilgjengelig trekkraft, P er motoreffekten i kW og v er hastigheten i m/s. Høyere trekkraft betyr at flere og/eller tyngre vogner kan trekkes av loket. Topp hastigheten kan det diskuteres om er relevant, da infrastrukturen sjeldent er tilrettelagt for at denne typen materiell skal få kjøre så fort. Fullt lastede godstog trenger også gjerne veldig lang veg for å kunne oppnå den høyeste hastigheten, se også Figur 29. Startkraften er den største kraft lokomotivet kan yte, og er begrenset av friksjonen mellom skinnetopp og drivhjulene. At CD312 har større starttrekkraft enn de to andre er ingen overraskelse, siden det er betraktelig tyngre og dermed er friksjonskraften større.

Når togene kommer opp i hastighet, synker trekkraften, jamfør Formel 1. Det er også andre faktorer som indre motstand i motoren og dynamiske endringer i friksjonen mellom hjul og skinne i spill, dette drøftes ikke her. De ulike produsentene av materiellet oppgir disse trekkraftendringene i egne grafer som følger med produktene. I Figur 32 er disse trekkraftgrafene samlet for de ulike lokomotivene. Det ses her at til tross for at CD312 har større starttrekkraft, har CE119 overlegen trekkraft i hastigheter over 32 km/t. For øvrig observeres det at HRBR941 har lavere trekkraft enn begge alternativene.



FIGUR 32: TREKKRAFTGRAF FOR CE119, CD 312 OG HRBR941 SAMT AKSELERASJONGRAF FOR NSB TYPE 74 OG 93

Siden både type 74 og 93 er heltog, vil ikke den totale vekten variere i særlig grad. Type 74 har rundt 7,5 ganger mer effekt på motoren, men er på sin side over 2,5 ganger tyngre. En sammenlikning er derfor gjort med akselerasjonen i stedet for trekkraften:

FORMEL 2: AKSELERASJONFORMEL (NEWTONS ANDRE LOV).

$$a = \frac{m}{F} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Hvor a er akselerasjon, m er masse i tonn og F er kraft i kN. I type 93s tekniske data er det heller ikke oppgitt trekkraftgrafer, men akselerasjonsgrafer. Det kan være greit å merke seg at akselerasjonsgrafen er ujevn, siden drivkraften overføres fra motor til hjul via en 5-trinns automatisk girkasse. Dette gjør grafen "hakkete".

6.10.4 KONSEKVENNS AV TILTAK

Selv om dette er gode antagelser som baserer seg på erfaringer fra liknende strekninger som er modernisert, har hver enkelt jernbanestrekning unik horisontal- og vertikageometri. Beregninger er derfor gjort for å se den teoretiske gevinsten ved å bruke elektrisk togmateriell fremfor dieselmateriellet som brukes i dag.

For den videre analyse er det tatt utgangspunkt i følgende forenklinger:

- Sporets trasé opprettholdes slik den er i dag. Dette vil sannsynligvis ikke være tilfelle, siden sporets vertikageometri må senkes der overgangsbruene ikke kan heves. I tillegg vil sporets

geometri måtte rettes ut og forbedres for å få full gevinst av bedre togsett, se også 6.2. Med geometri, menes her de linjedata hentet fra løfteskjema for strekningen.

- Krysninger foregår ikke for materiellet beregningene gjelder – det vil si at det er den “rene” kjøretiden som her er beregnet. Dette er fordi krysninger er bestemt av rutetider og belastning på banen.
- Alle stasjoner med registrert stopp fra stasjonsstrukturprosjektet [14] er beregnet med stopp. Stasjoner uten fast stopp har en beregnet stopptid på 0,3 minutter, mens følgende stasjoner har en beregnet stopptid på 0,5 minutter: [70]
 - Elverum
 - Rena
 - Koppang
 - Atna
 - Alvdal
 - Tynset
 - Tolga
 - Os
 - Røros
- Total lengde på togene er forenklet til 0 meter (punktvis). Dette er en forenkling som for eksempel innebærer at lange tog i motbakke ikke vil kunne få full akselerasjon før hele toget er kommet til toppen.
- Grunnmotstanden, w_0 , er den gitt i [71] og er utarbeidet av praktiske forsøk.
- Hastighetsprofilen tar utgangspunkt i at lokfører vet akkurat når bremsen skal utløses. Modellens nedbremsinger tar dermed ikke hensyn til sikkerhetsavstander for nedbremsing.
- Akselerasjonsverdiene er avhengige av adhesjonen, en faktor med stort slingringsmonn, avhengig av skinnenenes beskaffenhet, og eksterne forhold som f.eks. regn [43].
- De tekniske data oppgitt av produsentene av det rullende materielle er ikke nødvendigvis helt nøyaktige, det kan være variasjoner mellom de individuelle togsettene. I tillegg er ikke retardasjonsverdier for BM93 funnet, og en forenklet konstant verdi ($r=-0,8 \text{ m/s}^2$) er benyttet.

Med disse forenklingene og forbehold, vises effekten av å kunne bruke nyere materiell likevel tydelig i Tabell 26. Her er det tatt utgangspunkt i lasttilfelle som dagens godstog på Dovrebanen (om lag 2 tonn / meter eksklusiv lok), og 600 og 750 meter lange godstog er sett opp i mot hastigheten begrenset av overbyggingsklassen. Det er per i dag overbyggingsklasse c på Rørosbanen.

Siden algoritmen er på rundt 500 linjer, er den ikke gjengitt i denne oppgaven, men ligger vedlagt i vedlegg 2.

TABELL 26: BEREGNEDE KJØRETIDER FOR GODSTOG PÅ RØROSBANEN. CD 312 ER DET NYESTE DIESELMATERIELL PÅ DET NORSKE BANENETTET, CE119 DET NYESTE EL-LOKET.

	Kjøretid i kilometerretning			
	600 m ~ 1300 tonn		750 m ~ 1600 tonn	
Materiell	90 (c)	100 (d)	90 (c)	100 (d)
CD312	4:59:14	4:59:53	5:12:44	5:08:14
CE119	4:44:21	4:35:20	4:46:55	4:38:42

TABELL 27: KJØRETIDER FOR PERSONTOG. BM74 ER REGIONALVERSJONEN AV NSBS STADLER FLIRT, BM93 ER NSBS NYESTE DIESELVOGNSETT. KJØRETIDEN ER SAMMENLIKNET MED TEORETISKE STASJONSTOPP.

Materiell	Kjøretid	
	Med stasjoner	Uten stasjoner
Dagens kjøretid (eksklusiv kryssinger)	4:48:00	
BM93 beregnet	4:35:59	4:05:54
BM74 beregnet	4:27:12	4:00:13

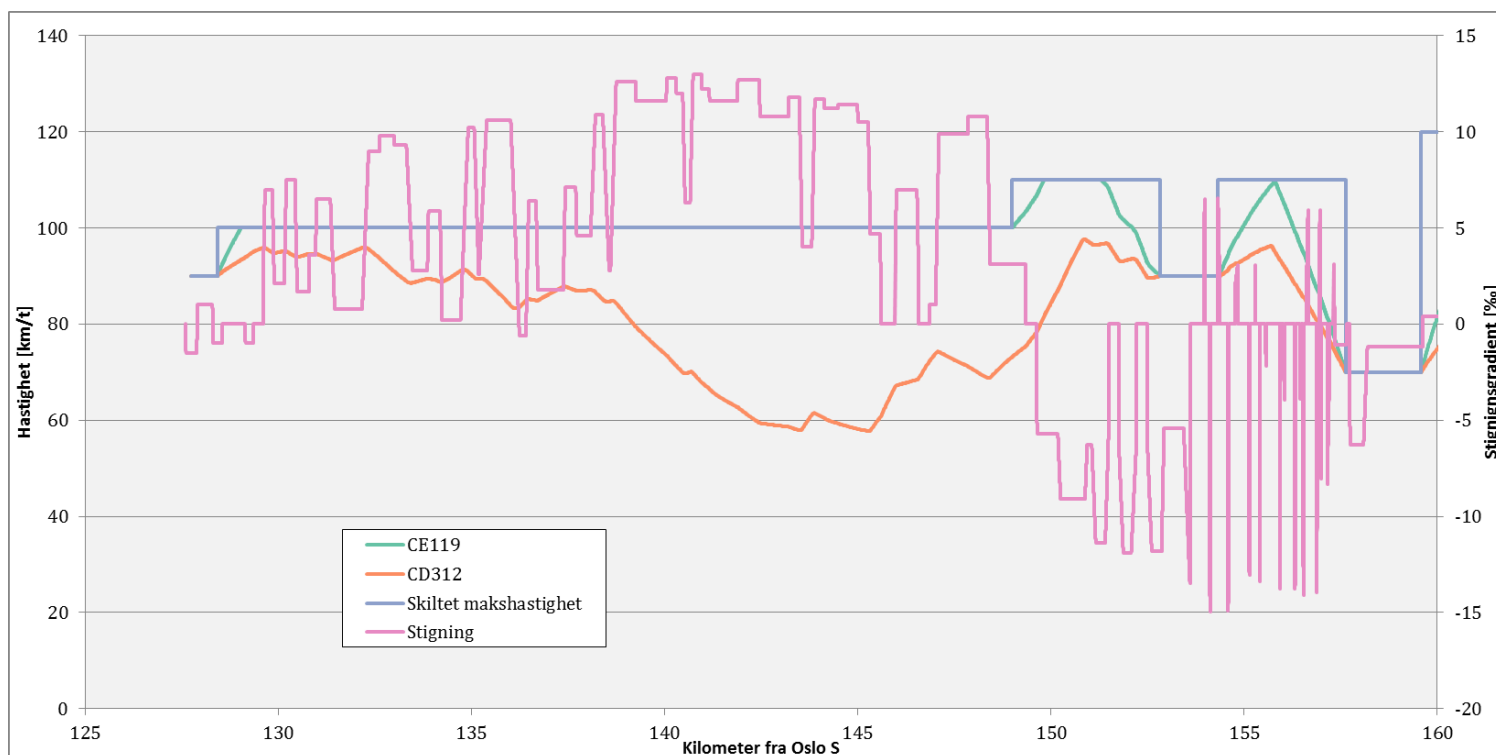
Som vist i Tabell 26 og Tabell 27 er det tid å spare på å bruke strømdrevet elektrisk materiell. Bemerker dog hvor forenklet disse beregningene blir, i forhold til de faktiske forhold. Selv om man ser bort fra tiden dagens rute står på Røros, er den beregnede kjøretiden 12 minutter (5 %) kortere.

En kontroll av hvor godt modellen passer er gjort mellom Røros og Støren. Den raskeste ruten (tog 413 fra Røros) bruker 1 time og 30 minutter til Støren. Justert for avgang 0703, viser Tabell 28 at den modellerte tiden ikke avviker i særlig stor grad fra rutebestemmelsene.

TABELL 28: MODELLERTE ANKOMST- OG AVGANGSTIDER FOR TYPE 93-TOG MELLOM RØROS OG STØREN

Avgang	Ankomst	Ruteplan	Modellert
Røros		07:03	07:03
Glåmos		07:12	07:11:48
Haltdalen		07:45	07:44:06
Singsås		08:06	08:05:30
	Støren	08:33	08:30:18

Særlig for godstogene er fordelene med elektrisk drevne lok tydelige. CD119 bruker gode 25 minutter kortere i et hypotetisk driftstilfelle uten hastighetsbegrensninger. Det kommer i all hovedsak av den større trekraften dette loket har disponibelt og dermed tilgjengelig i motbakker. I Figur 33 er stigningens virkning på togenes hastighet vist. Den røde grafen er hvordan dieselloket CD 312 takler motbakkene, mens det elektrisk drevne CE 119 får ikke nevneverdige problemer av disse motbakkene.



Det kommer tydelig fram av Figur 33 hvor mye større motoreffekt har å si. CE119 (grønn) ligger like under skiltet hastighet (blå) nesten hele vegen, mens CD312 (oransje) har store problemer allerede fra starten, og taper mer og mer hastighet på strekket der stigningen er større enn ca. 5 % (rosa).

Den beregnede tiden for BM74 er 3 % kortere enn for BM93. Dette tilsvarer en total markedsgevinst på 1 – 2 %, eller mellom 1 000 og 4 000 flere passasjerer i året[10].

6.11 RASSIKRING

To deler av Rørosbanen anses det nødvendig å rassikre: Mellom Stai og Koppang og mellom Røros og Støren. I perioden 1970-2012 var det 35 ras mellom Singsås og Støren [11]. Ras forårsaker unødvendige driftsstans, og kan skade personer, jernbanelinjen og tog. Ras bør derfor hindres i å oppstå.

6.11.1 TEKNISKE DETALJER

Rassikring er et fellesbegrep for tre tiltak:

- Bolting
- Metallnett
- Rasgjerde

Ved bolting boltes de rasfarlige steinene fast i fjellet, i prinsipp ikke ulikt hvordan man spikrer fast noe på en vegg. I tillegg påsprøytes betong der nødvendig for å hindre at nedbør eroderer overflaten av fjellsiden og at snø tar med seg løse steiner.

Et metallnett er en annen løsning. Her blir et nett blir bygget tett inntil fjellsiden, gjerne i kombinasjon med sprøytebetong. Dette nettet holder løse steiner på plass, men hindrer de ikke i å løsne, slik som boltene gjør. Nettet brukes dersom steinene er for små og ustabile til å boltes.

Den tredje løsningen, rasgjerde, brukes dersom de to andre løsningene ikke lar seg gjøre, da det for eksempel kan være vanskelig å sette boltene inn i fjellet. Et rasgjerde er et gjerde som skal stoppe steinblokker på veg inn mot jernbanen, og avhengig av hva de er dimensjonert for, kan de største stoppe steinblokker på mange tonn [72, 73].



FIGUR 34: RASSIKRING, HER VIST ETTER ET RAS VED EGGAFOSSEN I HOLTÅLEN. FOTO: RITA H. RØNNING[74]

6.11.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Høyere sikkerhet for materiell og for personer om bord på toget er en tydelig gevinst. Siden heldigvis få av rasene skjer (statistisk sett) med tog på skinnegangen, er reduksjon av uforutsette driftsavbrudd en stor fordel med dette tiltaket.

6.12 ØKT AKSELLAST

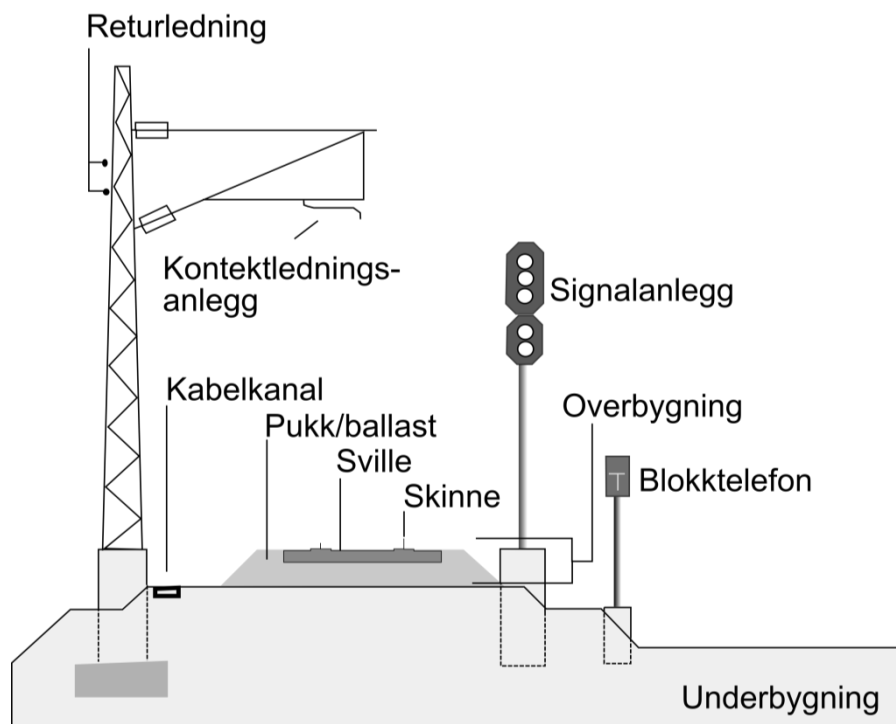
På Rørosbanens søndre del, i tillegg til Solørbanen, er høyeste aksellast 25 tonn, mot normen på 22,5 tonn [10]. Det er uvisst hvorfor RB ikke er klassifisert som klasse d, men det antas at det er fordi sporkonstruksjonene ikke oppfyller kravene i teknisk regelverk [19].

TABELL 29: TILLATT HASTIGHET OG MAKSIMAL AKSELLAST FOR OVERBYGNINGSKLASSE C OG D

Overbygningsklasse	Vogner i persontog		Motorvognsett		Godstog/arbeidsmaskiner	
	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]	Nominell aksellast [tonn]	Maks hastighet [km/t]
c	18	160	20,5	130	22,5	80
			18,0	160	20,5	90
					18,0	100
d	18	230	20,5	160	25	70
			20	200	22,5	100
			18	250	18,0	110
			17	300		

6.12.1 TEKNISKE DETALJER

Begrensninger på aksellasten avgjør hvor tunge vogner en kan bruke på banen. Disse begrensningene legges av overbyggingen på banen, se Figur 35.



FIGUR 35: BANENS TEKNISKE ANLEGG

Overbygningsklassen bestemmer blant annet hvilken svilletype, svillebepfestigelse og skinner et spor skal ha, i tillegg til å bestemme ballastprofil og – tykkelse. Overbygningsklasse d er en forutsetning for hurtiggående persontog ($V > 200$ km/t).

6.12.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Dersom resten av banen (inkludert tilbringerveger til RB: Kongsvingerbanen + Solørbanen eller Hovedbanen + deler av Dovrebanen) bygges ut med samme standard kan en føre godsvogner med aksellast 25t hele vegen fra Alnabru til Trondheim. Dette vil ha mye å si for kapasiteten av godavviklingen, da man kan laste mer på togene uten å måtte ha lengre tog. Brukes en standardisert åpen vogn som eksempel (UIC 571- vanlig type 4 aksler) kan enkle beregninger utføres som viser hvor mye mer last som kan transporteres med overbygningsklasse d. I Tabell 30 vises det at det at f.eks. ved en tog lengde på 600 meter kan transporteres minst 410 tonn ekstra (avhengig av vognvekt) ved overbygningsklasse d. Tabellen viser også at en større andel energi brukes til å flytte nyttelast ved overbygningsklasse d, siden egenlasten av vognene utgjør en mindre del av den totale vekten på toget.

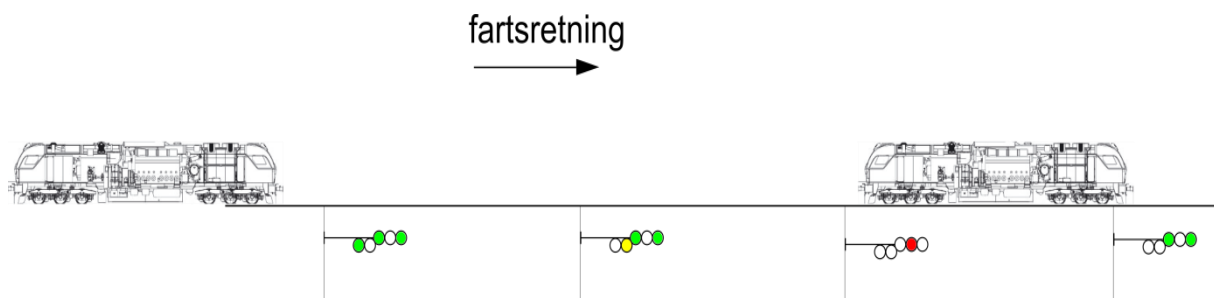
TABELL 30: SAMMENLIKNING AV GODSKAPASITET FOR OVERBYGNINGSKLASSE C OG D. KOMBINERT MED 750 METER LANGE GODSTOG, GIR ØKT AKSELLAST MINSTE EN 40 % KAPASITETSGEVINST PER SENDING.

Overbygningsklasse	c	c	d	d
Tillatt aksellast [tonn]	22,5	22,5	25	25
Lengde lok (CE119) [m]	18,9	18,9	18,9	18,9
Lengde på godsvogner [m]	14,04	14,04	14,04	14,04
Antall aksler på godsvogner []	4	4	4	4
Total tillatt vekt på godsvogner [tonn]	90	90	100	100
Maks. egenvekt godsvogner [tonn]	22	22	22	22
Antall godsvogner []	41	52	41	52
Total lengde godsvogner [m]	576	730	576	730
Total tonnasje	3690	4680	4100	5200
Total lengde av toget [m]	595	749	595	749
Minste mengde levert [tonn]	2788	3536	3198	4056
Nyttelast per aksel	17	17	19,5	19,5
Nyttelast / aksellast	76 %	76 %	78 %	78 %

Det er også en forutsetning med overbygningsklasse d dersom hastigheten skal heves til over 160 km/t. Overbygningsklasse d muliggjør høyere hastigheter for godstog, og kombinert med elektrifisering, kan godstog trukket av lokomotivet CE119 redusere sin kjøretid med 8-9 minutter, tilsvarende 3 % reduksjon, se også Tabell 26.

6.13 KORTERE BLOKKSTREKNINGER

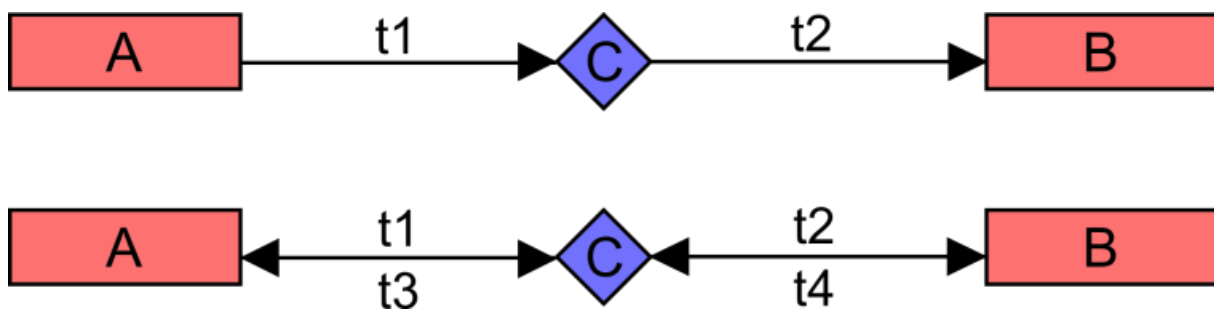
Som nevnt i kapittel 6.5.1 kan en forkorting av blokkstrekninger gi større kapasitet, siden følgeriden mellom to tog som skal i samme retning kan kuttes betraktelig ned, ideelt ned mot 50 %. Tiltaket må ikke forveksles med kryssingsspor, da tog ikke kan krysses.



FIGUR 36: BLOKKSTREKNING. EN BLOKKSTREKNING KAN IKKE VÆRE KORTERE ENN DIMENSJONERENDE BREMSELENGDE.

6.13.1 TEKNISKE DETALJER

En optimal plassering av nye blokksignaler vil være midt i mellom to andre blokksignaler med stor, kapasitetsbegrensende avstand. Dersom det nye blokksignalet er ment til å gi bedre kapasitet i kun én retning av banen, bør det plasseres tidsmessig midt i mellom de to eksisterende signalene med en avstand der tiden til signalet fra første post (A-C) er like lang som tiden fra signalet til andre post (C-B). Se Figur 37. Dersom signalet skal behjelpe kapasiteten i begge retninger, bør det plasseres slik at tiden til posten er tilnærmet lik i begge kjøreretninger.



FIGUR 37: PLASSERING AV BLOKKPOSTER. VED RETNINGSBEHOV ER $T_1=T_2$, MENS MED BEHOV FOR KAPASITETSØKNING I BEGGE RETNINGER TILSTREBES $T_1=T_2$ SAMTIDIG SOM $T_4=T_3$.

6.13.2 KONSEKVENNS AV TILTAK

Blokkposter kan gi en høyere kapasitet dersom de bygges ut der det er nødvendig. Det er ikke gått i detalj i denne oppgaven hvor stor gevinst det er snakk om, da blokkpost-utbygging i hovedsak supplerer kryssingssporutbygging, og dermed ligger det på et mer nøyaktig planleggingsnivå enn denne oppgaven.

6.14 KOMFORT OG KUNDEORIENTERING

En rekke undersøkelser [75] [4] viser at det er en samling moderniseringstiltak som vil gjøre tog til en mer attraktiv tjenestetilbyder enn bil for privatpersoner. Det er også avdekket enkelte tiltak gjennom intervjuene. Siden dette i hovedsak hører til andre fagfelt og institusjoner enn jernbaneteknikk og JBV drøftes disse da kun i korthet i denne oppgaven.

6.14.1 TEORI

Personreiser kan deles inn i tre faser: Før, under og etter reisen. [4]

Før reisen

Ofte kjøpes billetten før man entrer toget. Måten dette kjøpet foregår, vil ha innflytelse på det samlede inntrykket av tjenestetilbyderen og deres moderniseringsgrad. På Rørosbanen er det kun ett 6 betjente utsalgssteder, og kun én billettautomat på Hamar, så det aller meste av billettsalg foregår over internett via pc eller mobiltelefon, eller i togene. Hvor moderne kunden oppfatter salgsmetoden kommer an på hvilke betalingsmuligheter man har, hvor lett det er å bruke tjeneste og hvor stabile disse tjenestene er[15].

Enkelte fasiliteter på stasjonene nødvendige på stasjonene for å tilfredsstille passasjerenes ønsker. Langs Rørosbanen bor folk spredt, så for å kunne bruke banen som et alternativ til bil, må man ha tilstrekkelige parkeringsmuligheter. Stasjonene og holdeplassene tjener også et service-behov for kundene, i det de skal informere kundene om avgangstider og avvik i disse. På noen stasjoner er det også mulighet til å kjøpe billetter. Moderniseringsgraden vil bestemmes av hvor godt og hvordan disse funksjonene oppfylles. Venterom og klimabeskyttelse er også en faktor.

På større stasjoner bør det også være mulighet til å ta ut penger, kjøpe mat og bruke sanitæranlegg.

Under reisen

Selve vognene spiller her en stor rolle for kundens opplevelse av reisen. Utseende, utrusting, seteplassering, spisemuligheter, toaletter, sitteplass, informasjon i vognene, bagasje plass, personalets evner og tilgang på service er alle viktige faktorer.

I forbindelse med HHU, gjorde Atkins en undersøkelse for å finne hvilke tilbud i toget som ville gitt en større overføring av passasjerer fra fly. [75] Blant de viktigste tiltakene var god dekning for mobiltelefon og trådløst internett hele reisen, tilgjengelighet på rene toaletter og tilgang på strøm på setene. I tillegg er også direkte komforttiltak som størrelse på setet, bein plass, renhet og belysning viktige.[4] Med andre ord, en standard likere det de reisende kan finne hjemme.

Etter reisen

På stasjonene bør det være lett å finne frem. I tillegg bør det være tilgang til andre transportmidler for å kunne nå det endelige målet.

6.14.2 TEKNISK SIDE AV TILTAK

Utforming av stasjonene er dekket i kapittel 6.15.

Jernbaneoperatøren (NSB pr d.d.) har selv ansvaret for utforming av billettsystemer og innredning i sitt rullende materiell. Det er derfor lite en kan gjøre som infrastrukturtilbyder, utover å oppfordre NSB eller andre fremtidige togoperatører til å ta hensyn til disse forholdene.

6.14.3 KONSEKVENNS AV TILTAK

Disse tiltakene vil, om de fører til en generell økning av standarden, nokså sikkert gi mer tilfredse kunder. Mer tilfredse kunder er bra. To sentrale følger av fornøyde kunder er:

1. Større volum reisende: Fornøyde kunder reiser oftere, og de inkluderer gjerne venner og bekjente på videre reiser.
2. Større betalingsvilje: Seter med justerbar rygg øker for eksempel betalingsviljen med 1 %. 10 cm større bein plass gir ca. 5 % større betalingsvilje[4].

6.15 SAMORDNING MED ANDRE TRANSPORTMIDLER

Med helhetlige kollektivløsninger, der bytte mellom transportmidler går sømløst og problemfritt, antas det å øke kundepotensialet for bruk av kollektive transportmidler.

En nærmere kobling av RB til andre transportmidler kan bidra til dette. Rørosbanens stasjoner vil med tilstrekkelig intermodal tilrettelegging fungere som regionale knutepunkt, og på det vis forhåpentligvis øke andelen som reiser kollektivt.

I kommunene langs Rørosbanen er det ca. 15 000 innpendlere, og dersom en antar at de fleste av disse pendler fra andre kommuner langs Rørosbanen, er det et potensiale for større markedsandeler dersom en i større grad tilrettelegger for bruk av tog til denne pendlingen [2].

6.15.1 FLY

Tilknytting til fly: Banen er i begge ender koblet til ruter som befarer de to mest relevante flyplassene:

- Hamar-Gardermoen (Dovrebanen og Gardermobanen)
- Trondheim-Værnes (RB til Trondheim, deretter Nordlandsbanen)

I tillegg kan RB knyttes til Røros flyplass, som opereres av Widerøe, og har daglig 1-2 avganger sydover og 0-2 ankomster, med flyet Saab 340 A (kapasitet 34 passasjerer). Røros flyplass ligger 1,4 km langs RB vest for Røros stasjon og 2 km unna med bil. Røros taxi angir kostnad til flyplassen kr 70-85. Det er oppgitt at flyplassen har 19 180 passasjerer i året, og med 12 fly i hver retning per dag, er kapasiteten 42 500 passasjerer i året. I snitt er 45 % av setene belagt ved en flygning[76] [77].

TABELL 31: FLY FRA RØROS FLYPLASS

	Mandag-Fredag		Lørdag	Søndag
Avgang Røros	06:18	14:20	09:23	14:13 ²⁵
Ankomst Oslo	07:10	15:15	10:15	15:05

TABELL 32: FLY TIL RØROS FLYPLASS

	Mandag-Fredag		Lørdag	Søndag	
Avgang Oslo	13:10	19:40	-	13:00	20:25
Ankomst Røros	14:03	20:33	-	13:53	21:18

Av flyvningene i Tabell 31 og Tabell 32, er det 6 avganger og 6 ankomster i uka med dagens ruter, der det er delvis eller godt korresponderende tog (under 2,5 timer i mellom). Dersom passasjerenes reisetidspunkt er jevnt fordelt på alle avganger (selvsagt noe forenklet), dreier det seg om ca. 9600 passasjerer i året. Hvor mange som bruker RB som tilbringertransport til flyplassen i dag er uvisst. Det antas likevel at andelen som bruker RB til dette formålet ville økt med holdeplass også ved flyplassen. Antas samme markedsandel som de øvrige deler av banen, dreier det seg om omtrent 2400 passasjerer i året, eller i snitt 7 om dagen. Dette tilsvarer omtrent 10 % av daglige reisende nord for Røros. 6 daglige passasjerer er for øvrig større antall daglige passasjerer enn 40 % av banens holdeplasser.

Bedre tilgjengelighet for intermodale transportløsninger, kan bidra til både økt markedsandel og en økning av det totale antallet passasjerer.

²⁵ Avgang 14:13 søndag har ikke korresponderende tog sørfra.

Tekniske detaljer

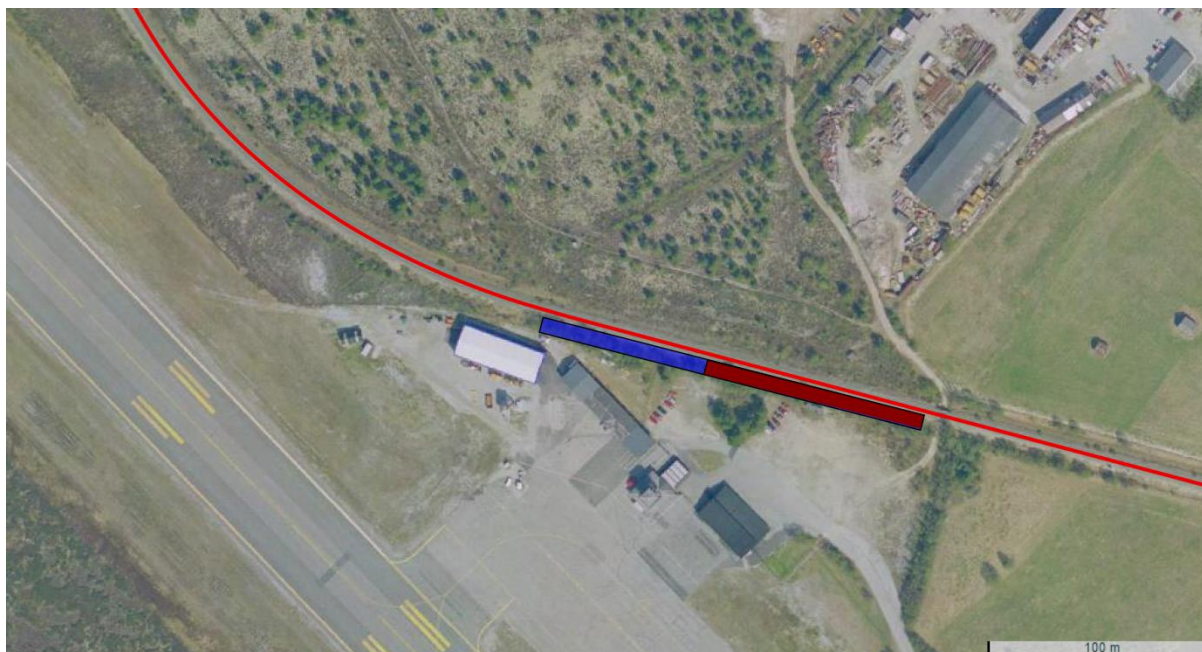


FIGUR 38: FORESLÅTT Plassering av ny jernbaneholdeplass ved Røros flyplass. Eksisterende Røros stasjon er merket øst i skissen. Bakgrunnskart hentet fra Gulesider.no.

En ny holdeplass foreslås plassert vest for Røros sentrum ved Røros flyplass (km 401). Det er tilsynelatende lite bebyggelse i det avmerkede området, og det antas derfor at bygging og plassering av plattform vil gi få komplikasjoner.

Da trafikken mellom Røros og Trondheim er omtalt som nærtrafikk, antas det at krav til plattformlengder for nærtrafikk gjelder, også siden Røros stasjon vil betjene fjerntrafikken[12]. En plattformlengde på 100 meter er dermed nødvendig med dagens materiell, men det kan være nødvendig med 175 meter lang plattform, avhengig av materiellet brukt i framtiden[78]. Foreslått plassering av plattform og forskjeller i plattformlengde er vist i Figur 39.

Det antas at flyplassens lokaler kan bygges ut slik at de kan fungere som venterom både for fly og tog.



FIGUR 39: FORESLÅTT Plassering av plattform ved Røros flyplass. Merket i rødt er minstekravet fra teknisk regelverk, i lilla er det normale kravet. Flyfoto hentet fra Gulesider.no

6.15.2 BIL

Eksisterende holdeplasser, spesielt i de områder det er mye dagpendling, ønskes videre utbygd med tilstrekkelige anlegg for innfartsparkering, også kjent som Park & Ride. På de aller fleste holdeplassene og stasjonene er det i større eller mindre grad tilrettelagt for Kiss & Rise (K&R)²⁶ – et kallenavn på tilbringerturer uten parkering.

Tekniske detaljer

Ved sentrumsnære stasjoner kan det være trangt om beinet, og en parkeringsplass kan tenkes tatt av bilister med andre formål enn kollektivreise. En løsning kan være innføring av betaling for parkering, for så å la parkeringsbeviset gi rabatt på billetten, eller å innføre en ordning med pendlerbilletter med parkeringsbevis inkludert i prisen.

Parkeringsplasser og bussholdeplasser utformes i henhold til gjeldene krav og retningslinjer gitt i de relevante veghåndbøkene 17, 18 og 232[79].

Tilstrekkelig og tilrettelagt tilbud for pendlere og pendlerparkering vil ikke bare tilfredsstillende de eksisterende togpendlerne, men det kan åpne for nye brukere av banen.

6.15.3 BUSS

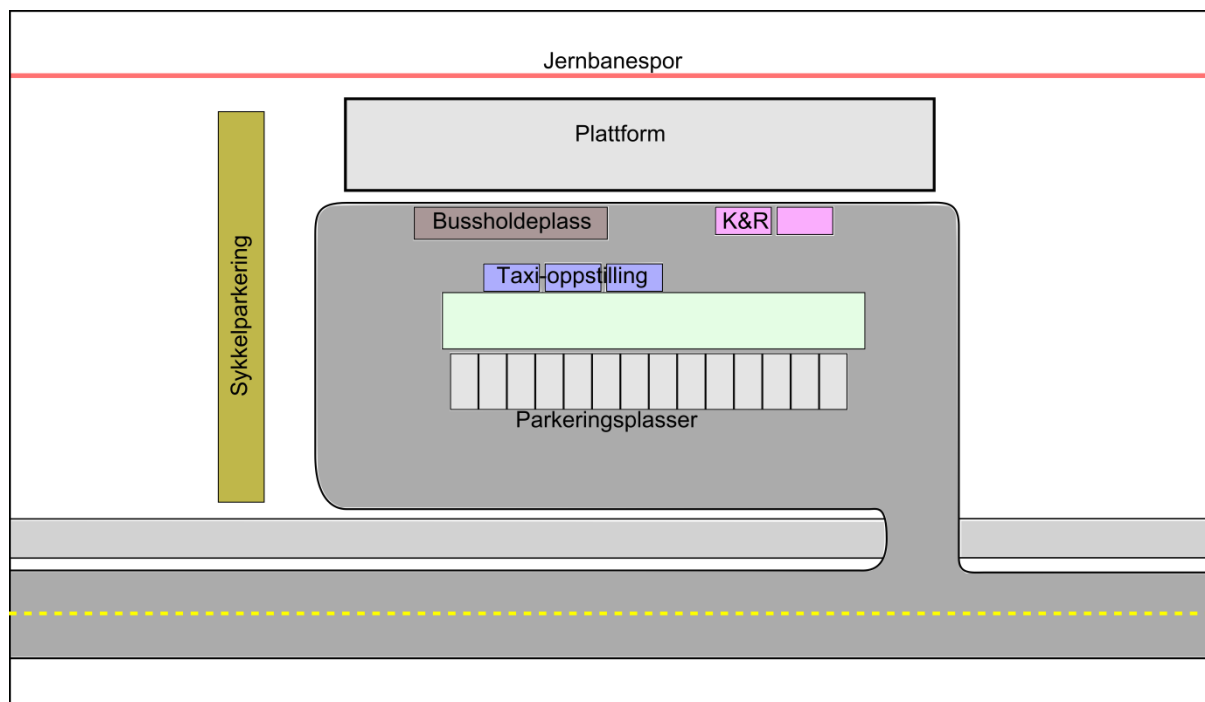
Styrking av tilgang for privatbilister lar seg godt kombinere med tilrettelegging for buss (utbygging av vegnett). For full utnyttelse av dette, foreslås i tillegg tiltak vist idet følgende.

Tekniske detaljer

Å samordne billetter er også ønskelig for de som må bytte reisemiddel fra buss til tog. Det er kommet et ønske om å kunne f.eks. reise med buss lokal i Elverum på samme billett man bruker på toget, liknende t:kort i Trondheimsregionen og #ruter i Osloregionen.

Det er også et ønske om en samordnet ruteplan, der buss i større grad brukes som lokaltransport/til-og-fra-tjeneste til toget. Dette ansvaret ligger i stor grad på samarbeidet transportselskapene seg i mellom, men der mangelen er tilstrekkelige kollektivanlegg, bør disse utbedres.

²⁶ navnet kommer av at ektemaken kjører den reisende til stasjonen og gir et adjø-kyss.



FIGUR 40: SKISSETE ELEMENTER I ET KOLLEKTIVKNUTEPUNKT.

6.15.4 SYKKEL

Der det er rimelige geografiske avstander, bør det tilrettelegges for reiser med sykkel. Som et minstetiltak bør det bygges sykkelparkeringsanlegg med tak. Det bør også tilrettelegges i større grad for å medbringe sykkel på toget.

Tekniske detaljer

Dette innebærer stasjonsanlegg med trygg og tilgjengelig sykkelparkering, se også 6.15.3. Det er også foreslått togmateriell med plass til at sykkel medbringes. I Tyskland er dette i større grad tilrettelagt, med egne vogner laget kun for sykkel. I Figur 41 og Figur 42 er DBuza vist, en dobbeltdekkervogn med plass til 24 sykler i nedre etasje og 12 i mellometasjen.

En økning i personreiser vil gi kapasitetsproblemer med eksisterende rullende materiell, vist i Figur 4 og Figur 5. Med den ventede passasjerøkningen, må det avveies hvorvidt toetasjes vogner med mulighet for å ta med sykkel er en gunstigere løsning enn lengre tog og eventuell utbygging av plattformlengder langs Rørosbanen. En alternativ løsning er å bruke vogner med tilsvarende avsatt gulvareal til sykler, men bare én etasje. Dette vil naturligvis føre til lengre tog hvis passasjerkapasiteten skal opprettholdes.

Rørosbanens minste tverrprofil er romslig nok til dobbeltdekker-tog [80].

Med mulighet til å ta med sykkel på tog, økes togets tilgjengelighet, og vil sannsynligvis være et mer attraktivt transportmiddel for dagpendlere, som da får større rekkevidde fra sin endestasjon.

Et alternativ med liknende virkninger vil være å tilrettelegge for god sykkelparkering ved holdeplasser og stasjoner utenfor og i byene, og tilby bysykkelordninger i byene.



FIGUR 41: VOGN MED KAPASITET TIL 36 MEDBRAKTE SYKLER, DBUZA 748 FAHRRADEXPRESS. FOTO: WIKIPEDIA COMMONS, BRUKER VIDEO2005



FIGUR 42: SYKKELAVDELING I EN TOETASJES VOGN (DBUZA 748 FAHRRADEXPRESS) HENTET FRA WIKIPEDIA COMMONS, BRUKER VIDEO2005

6.15.5 KONSEKVENSN AV TILTAK

Med stopp på Røros flyplass vil reisetiden til Oslo lufthavn Gardermoen vil være kortere for passasjerer fra Hanestad og nordover. Dette antas å gi både en større markedsandel blant de reisende til og fra flyplassen, samt en generell økning i flytrafikkens passasjerantall. Kombineres stasjonen med morgenrute fra Tynset (se kapittel 6.17) dekkes 5 ekstra flyvninger i uken. Dersom kveldsruten foreslått i kapittel 6.17 gis avgangstid fra Røros flyplass klokken 20:45 (ankomst Tynset ca. 21:23) dekkes 5 ankomster ekstra i uken.

Befolkningen som bor utenfor de større byene (Hamar, Elverum, Tynset og Røros) vil mindre problematisk kunne reise med sykkel. Med vogner tilrettelagt for sykkeltransport, vil de reisende sømløst kunne bruke egen sykkel mellom reisemålene på ruten. Med stasjoner tilpasset sikker sykkelparkering er det lettere for passasjerer å komme seg til og fra toget, og kan minske behovet for P+R-anlegg.

Tog vil trolig få større markedsandel, spesielt blant pendlere. Dersom disse tiltakene, i samråd med pendlerruter (se 6.17), gjør togtransport mer attraktivt kan det hende RB får en trafikkøkning på opp mot 750 passasjerer dagen (25 % markedsandel av 3000 dagpendlere mellom Hamar og Elverum). Bedre pendlermuligheter vil også kunne gi økt bosetting siden folk ikke lengre er avhengige av å måtte bo så nærme arbeidet.

6.16 STASJONSTILTAK

Store deler av befolkningsstrukturen oppover langs Rørosbanen er formet rundt banens trasé og holdeplasser. Eksempelvis lå både Alvdal og Tynset sentrum et godt stykke unna dagens plassering før banen kom til bygdene. Rørosbanen (inkl. Støren) har til sammen hatt 61 stasjoner, hvorav 50 har stasjonsnummer hos NSB og kun 27 brukes i dag[81]. En del stasjoner er tatt ut av drift av naturlige årsaker: det være seg nedleggelse av industri eller sviktende passasjergrunnlag.

Med den urbanisering som har foregått og foregår fremdeles, er det igjen aktuelt å benytte seg av stasjoner og holdeplasser som ligger nært større byer og tettsteder langs banen. Noen stasjoner kan gjenåpnes, mens det også har sprunget frem ny aktivitet langs banen som kan begrunne nye stasjoner.

På den annen side er det på grunn av sviktende passasjergrunnlag vurdert at enkelte stasjoner bør legges ned. I enkelte tilfeller er det en konsekvens av lav kjørehastighet på banen – tiden brukt mellom to stoppesteder er så kort at togene ikke kommer opp i hastighet. Det blir derfor ulønnsomt å stoppe for få passasjerer. Av de opprinnelige stasjonene var Reitan (mellom Røros og Ålen) og Bellingmo (mellom Alvdal og Tynset) foreslått nedlagt som følge av lave trafikk tall og kravene til plattformlengde i Sikkerhetsforskriften[14]. Av disse er kun Bellingmo nedlagt pr dags dato [82].

6.16.1 TEKNISKE DETALJER

Følgende stasjoner mellom Hamar og Støren er foreslått gjen- eller nyåpnet:

- Vikingskipet
- Hjellum, se også 6.17.
- (Åker)
- Terningen Arena (<1 km fra Elverum stasjon)
- Røros flyplass, se 6.15.1.

Følgende stasjoner mellom Hamar og Støren er foreslått lagt ned:

- Bellingmo (nedlagt pr d.d.)
- Reitan ("reddet" pr. d.d.)

Følgende stasjoner mellom Hamar og Støren er pålagt utbedring fra SJT:

- Evenstad (2015)
- Bellingmo (2012)
- Os (2015)
- Reitan (2019)
- Ålen (2019)

Hva som må gjøres på hver stasjon er ikke gått inn på i detalj i denne oppgaven, men det forutsettes at nye anlegg tilfredsstiller krav gitt i jernbaneverkets tekniske regelverk.

6.16.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Konsekvensen av opprettelse av nye stasjoner og holdeplasser er vanskelig å si. På Rørosbanen er for eksempel tettsteder som Alvdal og Tynset i stor grad oppstått ved og på grunn av jernbanestasjonen.

En ny- eller gjenåpning av en stasjon vil skille seg litt fra den historiske situasjonen. Dette er blant annet fordi de opprinnelige stasjonene gjerne ble lagt der det bodde folk da banen ble bygget (for eksempel hvor det var en samling med bondegårder). Nye, foreslåtte stoppestedene legges der det er et behov eller regnes med å skapes et behov for massetransport av mennesker. Spesielt bostedskommunene gagner godt av flere stoppesteder – da kan folk jobbe sentralisert og reise kollektivt, men bo desentralisert.

Det antas at en nedleggelse vil gi sparte drifts- og fornyelseskostnader, siden færre plattformer betyr mindre totalt utført vedlikehold. Færre stopp betyr kortere reisetid og mer robuste ruter (høyere punktlighet). Det er uvisst i hvor stor grad passasjerene bytter fra den nedlagte stasjonen til nærmeste stasjon [14].

6.17 UTVIDET RUTETILBUD I FJELLREGIONEN

Det er både gjennom intervjuene og litteraturstudien avdekket et ønske om muligheter for morgenspendling syd fra Røros (om morgenen fra Os, Tolga og Tynset) samt et togtilbud sørover fra Røros senere enn 16:24.

Et annet forslag er 5 daglige avganger mellom Røros og Trondheim, en økning på 2 avganger om dagen [10]. Disse er undersøkt, og vurderes ikke i detalj i det følgende. Et slikt tiltak vil ha en innvirkning på andre ruter på Dovrebanen mellom Støren og Trondheim. Dette er en omfattende beregning, så det er ikke sett på gjennomføringen i denne oppgaven.

6.17.1 TEKNISKE DETALJER

Den enkleste måten å løse dette på i forhold til dagens rutetabell, er å forlenge ruten til tog med nummer 411 og 416 ned til Tynset. På denne måten vil pendlertilbudet til og fra Røros utvides, samt at det vil gi en morgenrute til Trondheim for en større del av Rørosbanen. Denne ruten kunne vært forlenget til Alvdal og videre sørover, men siden pendlertallene synker brått sør for Alvdal (se Tabell 6), tas det utgangspunkt i rute ned til Tynset.

Det må tilrettelegges for en henstillingsplass på Tynset, hvor toget kan stå under tak og helst oppvarmet. Det må også være muligheter for å fylle diesel og gjennomføre enkelt vedlikehold av togene[83].

En utvidelse av rutetilbudet vil gi rutetidene vist i Tabell 33. En alternativ utførelse av ønsket om å ha morgenrute til Røros er å flytte morgentoget mellom Oppdal og Trondheim til å gå T/R Tynset om morgenen. Til nå har Sør-Trøndelag fylkeskommune vært i mot dette.

TABELL 33: FORESLÅTTE RUTETIDER MED UTVIDET MORGENS- OG KVELDSRUTE RØROS-TYNSET

Tynset	04:22	Trondheim S	16:25
Tolga	04:36	Støren	17:22
Os	04:49	Rognes	17:31
Røros	05:00	Kotsøy	17:37
Røros	05:05	Singsås	17:49
Glåmos	05:14	Langlete	18:01
Reitan	05:27	Haltdalen	18:10
Ålen	05:31	Ålen	18:21
Haltdalen	05:48	Reitan	18:25
Langlete	05:55	Glåmos	18:45
Singsås	06:10	Røros	18:57
Kotsøy	06:19	Røros	19:02
Rognes	06:25	Os	19:12
Støren	06:40	Tolga	19:24
Trondheim S	07:35	Tynset	19:40

6.17.2 KONSEKVENSN AV TILTAKET

Tynset, Tolga og Os er av de kommunene langs banen med flest pendlere i forhold til befolkningstall. Det er derfor grunn til å tro at med et bedre tilbud tilrettelagt disse kommunene, vil flere arbeidstagerne benytte toget. Det er også en mulighet for at dette tiltaket kan gi en nye reisende, da det muliggjør jobbing utenfor egen kommune blant de arbeidsføre som ikke disponerer privatbil.

Tiltaket vil også muliggjøre dagsturer til Trondheim med tog for de som er bosatt sør for Røros. Det er per i dag ikke mulig å reise tur retur til Trondheim på samme dag med tog dersom man bor sør for Røros. Dette vil gi et konkurransefortrinn i forhold til buss. Det bemerkes at den konkurrerende bussruten på strekningen Tynset-Trondheim har avgangstidene vist i Tabell 34. En morgen- og kveldrute vil stå i direkte konkurranse med denne bussruten, og det antas at det kan hentes markedsandeler herfra, i tillegg til pendlersegmentet.

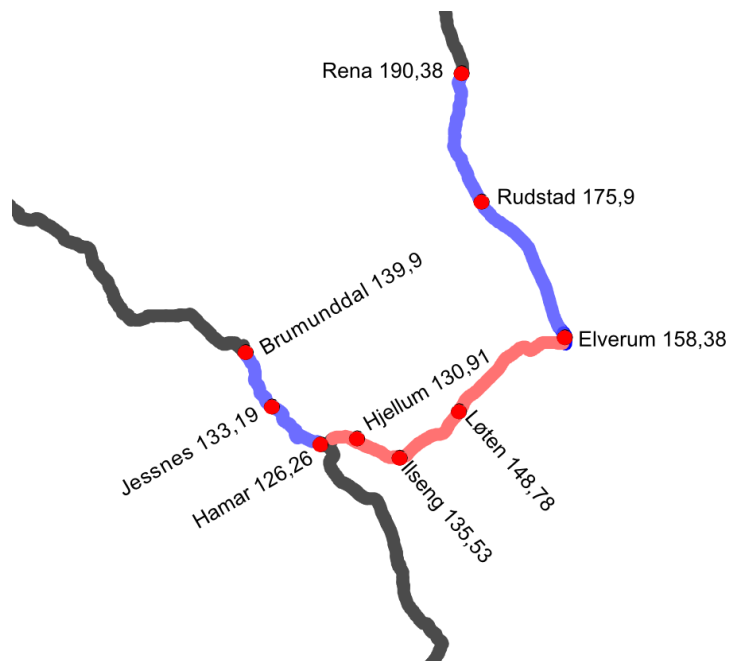
TABELL 34: RUTETIDER ØSTERDALSEKSPRESSEN

Holdeplass	Mandag-fredag	Søndag	Holdeplass	Mandag-Fredag	Søndag
Tynset	07:45	17:00	Trondheim	16:30	22:00
Støren	09:50	19:05	Støren	17:30	23:00
Trondheim	10:45	20:00	Tynset	19:15	00:55

Denne forlengelsen tilsvarer en frekvensøkning på 17 %, som videre gir mellom 7 og 12 % økning i antall passasjerer. Dette tilsvarer mellom 5 200 og 10 000 flere passasjerer i året[10].

Den foreslåtte frekvensøkningen mellom Røros og Trondheim vil angivelig gi 27-47 % økning i antall passasjerer, se Bilag 3: Passasjerstatistikk.

6.18 PENDLERRUTER I HAMAROMRÅDET



FIGUR 43: FORESLÅTTE RUTEENDRINGER I HAMAR OG ELVERUMS PENDLERREGION

Tre forslag i for pendlerruter med lokaltog i Hamarregionen er fremmet:

- Timestakt mellom Hamar og Elverum
- Timestakt mellom Hamar og Rena
- Forlengelse av RBs endestasjon til Hamar vest, og eventuelt videre til Brumunddal.

Hamar er Rørosbanens største by og et regionalt knutepunkt. I dag stopper Rørosbanen på Hamar stasjon, som ligger helt syd i byen, like ved innsjøen Mjøsa. Et ønske for å stimulere økt bruk av toget er å opprette en ny stasjon vest i Hamar by, enten ved kjøpesenteret *Maxi Hamar Storsenter* (1,9 km nord for Hamar) eller ved sportshallen *Hamar Ol-Amfi Nordlyshallen* (2,5 km nord for Hamar).

Det er ca. 3000 dagpendlere mellom Elverum og Hamar[84]:

- Ca. 1200 Hamar-Elverum
- Ca. 1300 Hamar-Løten
- Ca. 500 Løten-Elverum

Brumunddal stasjon har om lag 237 000 på- og avstigende i året. Disse er fordelt på 122 sørgående avganger i uken og 127 nordgående.

6.18.1 TEKNISKE DETALJER

Hjellem ligger på en jernbanestrekning skiltet 100 (+20) km/t. Beregninger med modellen brukt i 6.1.2 og 0 viser at et fast stopp på Hjellem i nordgående retning²⁷ "koster" 1 minutt og 29 sekunder og et stopp i sørgående retning "koster" 1 minutt og 3 sekunder inkludert stopptid (0,1 minutter). Den tidsmessige forskjellen mellom retningene kommer av at Hjellem ligger i motbakken mellom Hamar og Elverum. Det er i det følgende ikke medregnet denne ekstra tiden, men det gjøres oppmerksom på at den er der.

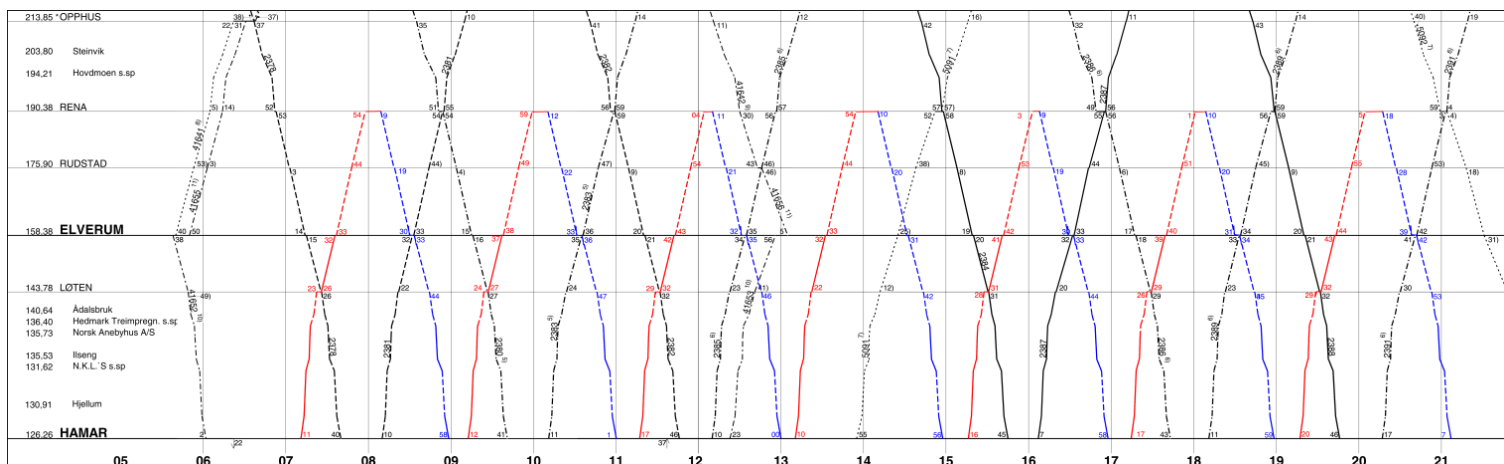
²⁷ vekk fra Hamar

På Dovrebanen er kjøretiden i rutetabellen 7 minutter mellom Hamar og Jessnes, og 12 minutter mellom Hamar og Brumunddal. På Brumunddal stasjon er avvikssporet, spor 2, 694 meter langt har plattform på 150 meter. Dette sporet brukes tilsynelatende til å krysse godstog. Jessnes har et 689 meter langt spor kryssningsspor, men det er tilsynelatende kun plattform på gjennomgående hovedspor. Det vil si at dersom bruken av stasjonen ikke skal være til hinder for fjerntog, må plattform bygges ut på avvikssporet.

I dette forslaget forlenges Rørosbanens ende fra Hamar stasjon til Brumunddal stasjon. En mulighet er å gjøre dette med lokaltoget som skal supplere til timestakten mellom Elverum og Hamar.

Det er nok ledig kapasitet til å kjøre timestakt mellom Hamar og Elverum, og rutetider er også foreslått for strekket[84]. I denne oppgaven ses det derfor på forslaget om utvidet pendel: Rena-Brumunddal, med timestakt mellom Rena og Hamar i timene med størst trafikk.

Innledningsvis er det gjort en grafisk kontroll av kapasitet i dagens nett for disse rutene. I Figur 44 er timesruter lagt inn med stiptet linje (for å illustrere) etter dagens kjørelinjer. Det ser ut som det er plass i ruteplanen til disse turene, og tilsynelatende kun behov for ett ekstra togsett som må stå på Hamar hver natt.

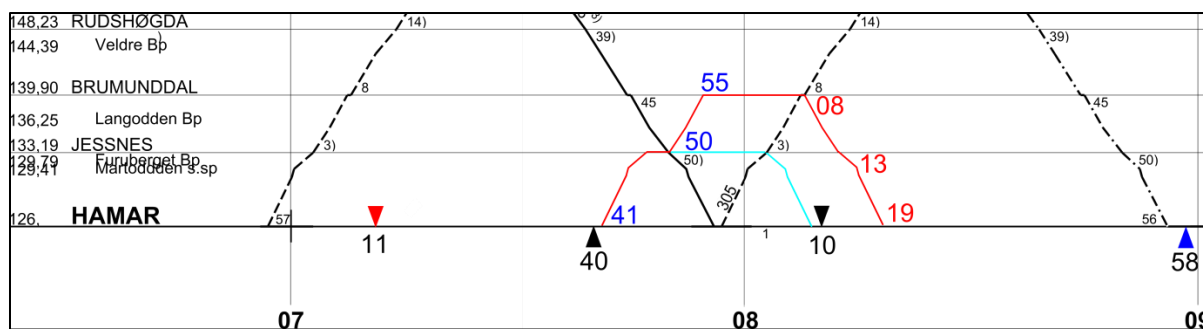


FIGUR 44: GRAFISK KONTROLL AV KAPASITET FOR TIMESTAKT MELLOM HAMAR OG RENA. KRYSSINGSTIDER ER TILSVARENDE DAGENS SITUASJON. DET ANTAS AT TOGET GJØR ANLIGGENDE SOM Å FYLLE DIESEL PÅ HAMAR.(DERMED LAVERE VENDETID PÅ RENA)

Merk at det ovenfor ikke er tettet "hullet" midt på dagen. Med de nye foreslåtte ruter, er det sammenliknet med kapasiteten på Dovrebanen mellom Hamar og Brumunddal, vist i Figur 45. Siden rutetabellen mellom Hamar og Brumunddal (og videre opp til Lillehammer) er mer tett pakket enn på Rørosbanen, er det bare vist et utsnitt her.

Det er ikke kapasitet til å føre alle ankomne tog på Hamar videre til Brumunddal, ei heller Jessnes. Det er derimot enkelte tog som korresponderer både sør- og nordover, så behovet for forlenging er ikke til stede for avgangene som ikke er forlenget i Tabell 35.

Av de grafiske rutetabellene er det tilsynelatende kapasitet til en timestakt opp til Rena, med tre vendinger på Brumunddal i løpet av dagen. En foreslått rutetabell er vist i Tabell 35.



FIGUR 45: UTSNITT AV KAPASITETSVURDERINGER MELLOM HAMAR OG BRUMUNDDAL. PILER PEKENDE OPP ER ANKOMNE TOG PÅ HAMAR STASJON (INKLUDERT ANKOMSTTID (MINUTTER OVER HEL)), PILER PEKENDE NED ER AVGANGSTID NORDOVER FRA HAMAR. FARGEDE PILER ER FORESLÅTTE RUTE FOR TIMESTAKT. RØDT VISER NØDVENDIG RUTE MED VENDING PÅ BRUMUNDDAL, TURKIS VISER ET ALTERNATIV MED VENDING PÅ JESSNES.

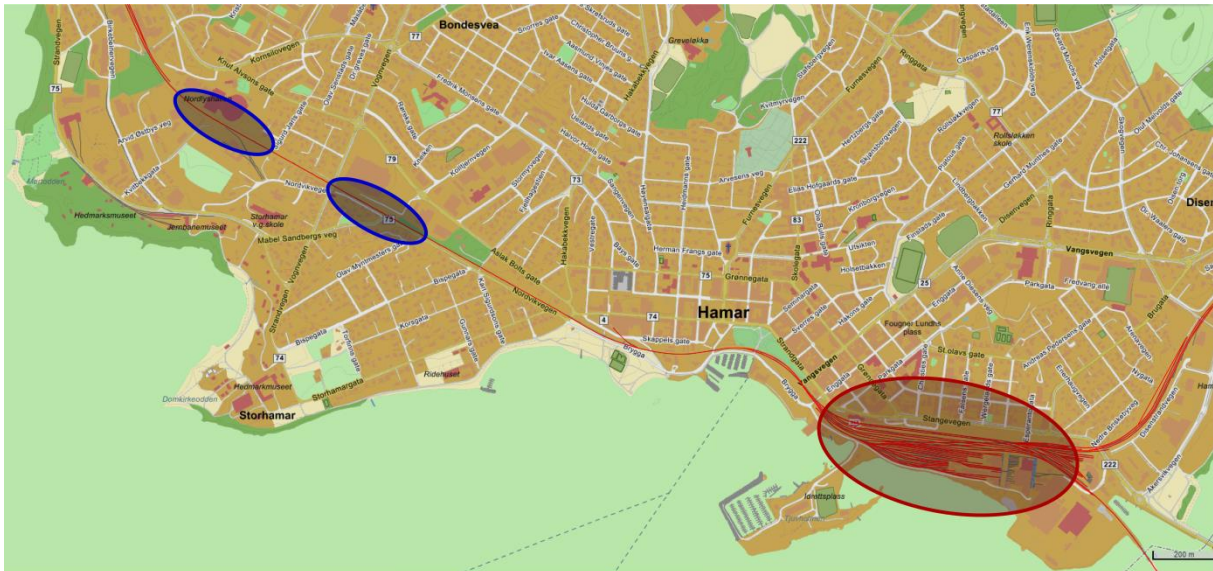
Det er ikke tatt stilling til hvorvidt Hamar stasjon har mulighet til å magasinere/ha tog stående og vente, som er tilfellet for tre av rutene (53-57 minutter). Dersom en stasjon åpnes i Hamar vest, kan den muligens fungere som venteplass for tog, dersom Hamar stasjon har dårlig kapasitet.

TABELL 35: FORESLÅTT NYTT RUTEOPPLEGG MELLOM RENA OG BRUMUNDDAL. NYE RUTER ER MERKET I RØDT OG BLÅTT.

Rena-Brumunddal														
Trondheim					05:45				09:50				13:45	
Røros	04:20		06:18		08:19				12:17		14:11		16:24	
Koppang	06:11		08:09		10:15				14:16		16:05		18:17	
Opphus	06:37		08:35		10:41				14:41		16:32		18:43	
Rena	06:52		08:51		10:56				14:57		16:49		18:59	
Rena	06:53	08:09	08:54	10:12	10:59	12:11	14:10	14:58	16:09	16:56	18:10	18:59	20:18	
Rudstad	07:03	08:19	09:04	10:22	11:09	12:21	14:20	15:08	16:19	17:06	18:20	19:09	20:28	
Elverum	07:15	08:33	09:16	10:36	11:21	12:35	14:31	15:20	16:33	17:18	18:34	19:21	20:42	
Løten	07:26	08:44	09:27	10:47	11:32	12:46	14:42	15:31	16:44	17:29	18:45	19:32	20:53	
Hamar	07:40	08:58	09:41	11:01	11:46	13:00	14:56	15:45	16:58	17:43	18:59	19:46	21:07	
Hamar	07:41		09:44							17:45				
Jessnes	07:50		09:53							17:54				
Brumunddal	07:55		09:58							17:59				
Brumunddal-Rena														
Brumunddal			08:08		10:11							18:12		
Jessnes			08:13		10:16							18:17		
Hamar			08:19		10:22							18:23		
Hamar	07:11	08:10	09:12	10:11	11:17	12:10	13:10	15:16	16:07	17:17	18:11	19:20	20:17	
Løten	07:26	08:22	09:27	10:24	11:32	12:23	13:22	15:31	16:20	17:29	18:23	19:32	20:30	
Elverum	07:33	08:33	09:38	10:36	11:43	12:35	13:33	15:42	16:33	17:40	18:34	19:44	20:42	
Rudstad	07:44	08:44	09:49	10:47	11:54	12:46	13:44	15:53	16:44	17:51	18:45	19:55	20:53	
Rena	07:54	08:54	09:59	10:59	11:04	12:56	13:54	16:03	16:55	18:01	18:56	20:05	21:03	
Rena		08:55		10:59		12:57			16:56		18:59		21:04	
Opphus		09:10		11:14		13:12			17:11		19:14		21:19	
Koppang		09:37		11:41		13:39			17:39		19:41		21:46	
Røros		11:29		13:35		15:30			19:31		21:32		23:38	
Trondheim						18:00			22:00					

Det er som nevnt foreslått en ny holdeplass i Hamar vest, enten ved Ol Amfi eller Maxi-senteret. I Figur 46 er disse illustrert vest på kartet. Nærmest Hamar ligger Maxi-senteret, mens den vestligste er Ol Amfi. Da Hamar ligger i Østlandsområdet er kravet til plattformlengde 250 meter (minstekrav

220 meter) [78]. Ved Ol Amfi er det ikke plass til en plattform med normalkravet, og så vidt plass til en plattform med minstekravet. Legges det til grunn at lokaltrafikken ikke skal forstyrre fjerntrafikken, er det ønskelig med kryssningsspor på stasjonen, slik at fjerntog kan passere. Dette er det altså ikke plass til ved en holdeplass ved OL Amfi, og videre foreslås derfor en stasjon ved Maxi-senteret. I Figur 47 er plassering av en slik stasjon foreslått. Plasseringen er foreslått inn på arealer som i dag brukes til parkering.



FIGUR 46: FORESLÅTTE NYE STASJONER I HAMAR VIST I BLÅTT, HAMAR STASJON VIST I RØDT.



FIGUR 47: FORESLÅTT STASJON VED MAXI-SENTERET I HAMAR VEST. 250 M LANG PLATTFORM VIST I RØDT, NYTT AVVIKSSPOR VIST I GUL OG EKSISTERENDE LINJE VIST I LYS RØD.

6.18.2 KONSEKVENSN AV TILTAK

Sju nye avganger hver retning mellom Rena og Hamar vil gi en 117 % frekvensøkning. Dette vil trolig gi mellom 47 og 82 % økning i passasjerantall[10]. Det tilsvarer en økning på mellom 90 000 og 171 000 passasjerer i året.

Tall for antall reisende mellom Hamar og Brumunddal er ikke fremskaffet i denne oppgaven. Brumunddal har en høyere frekvens enn stasjonene på Rørosbanen, ukentlig 122 mot Hamar og 127 fra Hamar. De 15 ekstra avgangene hver vei i uka gir dermed en 12 % frekvensøkning, som igjen tilsvarer en 5- 8 % økning i passasjerantall.

En stasjon ved Maxi i Hamar vil dekke rundt halvparten av Hamars befolkning, i tillegg til å ligge sentralt i byen. Pendelreiser og lokalreiser vil sannsynligvis øke, i en by med 31 000 innbyggere [85].

6.19 SANERING AV PLANOVERGANGER

Rørosbanen har en stor andel planoverganger i forhold til Dovrebanen, og det skjer stadig ulykker av større og mindre alvorlighetsgrad langs banen [8, 11]. Ulykker i forbindelse med planoverganger er den dominerende ulykkestypen på Rørosbanen. En "ideell" jernbane krysses ikke i plan [51].

6.19.1 TEKNISKE DETALJER

Jernbaneloverket stiller i teknisk regelverk krav til planoverganger med utgangspunkt i hastigheten, se Tabell 36[86]. Dersom planovergangen ikke tilfredsstillter kravene gitt nedenfor, må den enten forbedres eller legges ned. Skal det derfor åpnes for høyere hastigheter enn 130 km/t må enten planoverganger som ikke tilfredsstillter kravene fjernes eller utbedres i henhold til teknisk regelverk.

TABELL 36: KRAV TIL PLANOVERGANGER

Hastighet	Krav
V≤130 km/t	Kan være sikret med andre tiltak, f. eks kombinasjoner av siktlengder, skilting, bruk av grind, signalisering fra tog o.l. Detaljkrav beskrevet i teknisk regelverk [87].
130 km/t <V≤160 km/t	Alle planoverganger skal sikres med vegsikringsanlegg eller vegbomanlegg
V> 160 km/t	Planskilt kryssing (overgang/undergang)

I Banevis Gjennomgang legges det ti grunn at vegsikringsanlegget BUES 2000 skal brukes. Dette er et tyskutviklet planovergangssystem som automatisk kan styre alle funksjonene ved planovergangen (veg- og fotgjengerbommer, signaler, sågar finnes det utstyr som detekter om det er biler på skinnene).

6.20 PLANLAGT ARBEID

Svillebytte mellom Koppang og Tynset av tresviller i perioden 2012-17 for å unngå hastighetsnedsettelse og forsinkelser. Skinnebytte i 2016 er planlagt mellom Rena og Rudstad for å bytte ut 40kg-skinner, noe som vil fjerne hastighetsnedsettelse for godstog. Støren bru trenger forebyggende vedlikehold, og skal i 2016 sandblåses og males.

I løpet av 2013 skal det også rassikres mellom Reitan og Støren [10-12].

Det er også planlagt en utbygging av tømmerterminalen på Koppang [88].

6.20.1 KONSEKVENSN AV TILTAK

Kontinuerlig og forebyggende vedlikehold er en forutsetning for få driftsavbrudd og dermed en høy reliabilitet. Med optimal grad av forebyggende vedlikehold, holdes banen stengt i så liten grad som mulig som følge av planlagt vedlikehold.

7 ANBEFALTE TILTAK FOR Å OPPNÅ BESTEMTE MÅL

Gjennom litteratursøket og spørreundersøkelsen er det avdekket ulike mål for Rørosbanen og aktivitet knyttet til Rørosbanen. I dette kapitlet diskuteres det hvilke tiltak som vil gi best oppnåelse av disse målene. En modernisering av Jernbanen vil være nært knyttet til ønsket om å ta markedsandeler fra vegtrafikken, men samtidig ønskes det å skape ny trafikk ved å tilrettelegge for mer utvidet bruk enn i dag.

7.1 GODSTRAFIKK: BESTEMTE MÅL

De tre typene godstrafikk (internasjonal, gjennomgående og lokalt) som denne oppgaven belyser, stiller mange like krav. Skal godstransporten være lønnsom for operatørene, må det tilrettelegges for:

1. Kort kjøretid.
2. Høy kapasitet.
3. Høy reliabilitet.

På strekningen Alnabru-Trondheim er godstransporten fordelt mellom jernbane og veg med ca. 60/40-fordeling. Inkludert hviletid, tar denne turen 7 timer med lastebil. I dag bruker jernbanen 7:47. Kjøretidsmålet for jernbanen er 6:30. Med 950 000 tonn stykkgoods transportert på jernbane årlig på dette strekket, er en time spart kjøretid verdsatt av transportselskapene til 44,65 MNOK i året [89, 90].

På veg er kapasiteten utenfor byene ikke et problem (i alle fall ikke med dagens godsmengde). Enkle beregninger viser at 3-27 % av kapasiteten over døgnet er utnyttet av vegtransporten (opp mot 55 % i byene, men her er utnyttelsen mer avhengig av destinasjon o.l.) [91, 92]. Som vist i Tabell 8 ligger jernbanekapasiteten på korridoren opp mot maksimum allerede. Uten kapasitetsforhøyende tiltak, vil jernbane tape markedsandeler allerede innen 2020 og innen 2040 vil kapasitetsgrensen være nådd [8]. Det er uttrykt et mål om å 3-doble godstrafikken på strekket. En kapasitetsøkning har flere dimensjoner på enn antall tog kjørt i året. Godsmengden kan også økes ved å kjøre lengre og/eller tyngre tog.

Til sammenlikning med kostnaden for innspart kjøretid, koster en gjennomsnittlig forsinkelse 1295 kroner/time/sending. Dette er 5-6 ganger mer enn en time innspart kjøretid. Forsinkelser og kansellerte sendinger koster transportselskapene penger, siden de ikke får solgt produktet sitt. I tillegg senker det tilliten til jernbanene som transporttilbyder, og kunder er mer tilbøyelige til å velge andre transportformer i framtiden [6].

Fra samfunnets side stilles det også krav til utførelsen av godstransporten. Det ønskes:

1. Best mulig samfunnsøkonomisk nytteverdi.
2. Høy trafikksikkerhet.
3. Minimal innvirkning på klima og miljø.

Som *investor* i infrastrukturen, forventer staten at pengene de bruker skal gi en avkastning – ikke nødvendigvis i form av penger tjent. Blir det for eksempel færre trafikkdrepte av et tiltak, sparer samfunnet 20 MNOK/pers. Dermed fører tiltaket til den samfunnsøkonomiske nytteverdien.

Færre trafikkdrepte og -skadde er også et eget krav til utbygging av infrastruktur. Innen veg-bygging er *nullvisjonen* blant de viktigste grunnprinsippene. Jernbane er generelt sett tryggere enn veg per

personkilometer, så det antas at større markedsandeler på bane fører til færre trafikkskadde- og drepte.

Sist, men ikke minst er hensynet til klima og miljø viktig. De globale klimaendringene kan reduseres med en mer klimarettet infrastruktur. Vegstøy oppfattes som mer plagsomt for mennesker enn jernbanestøy [70].

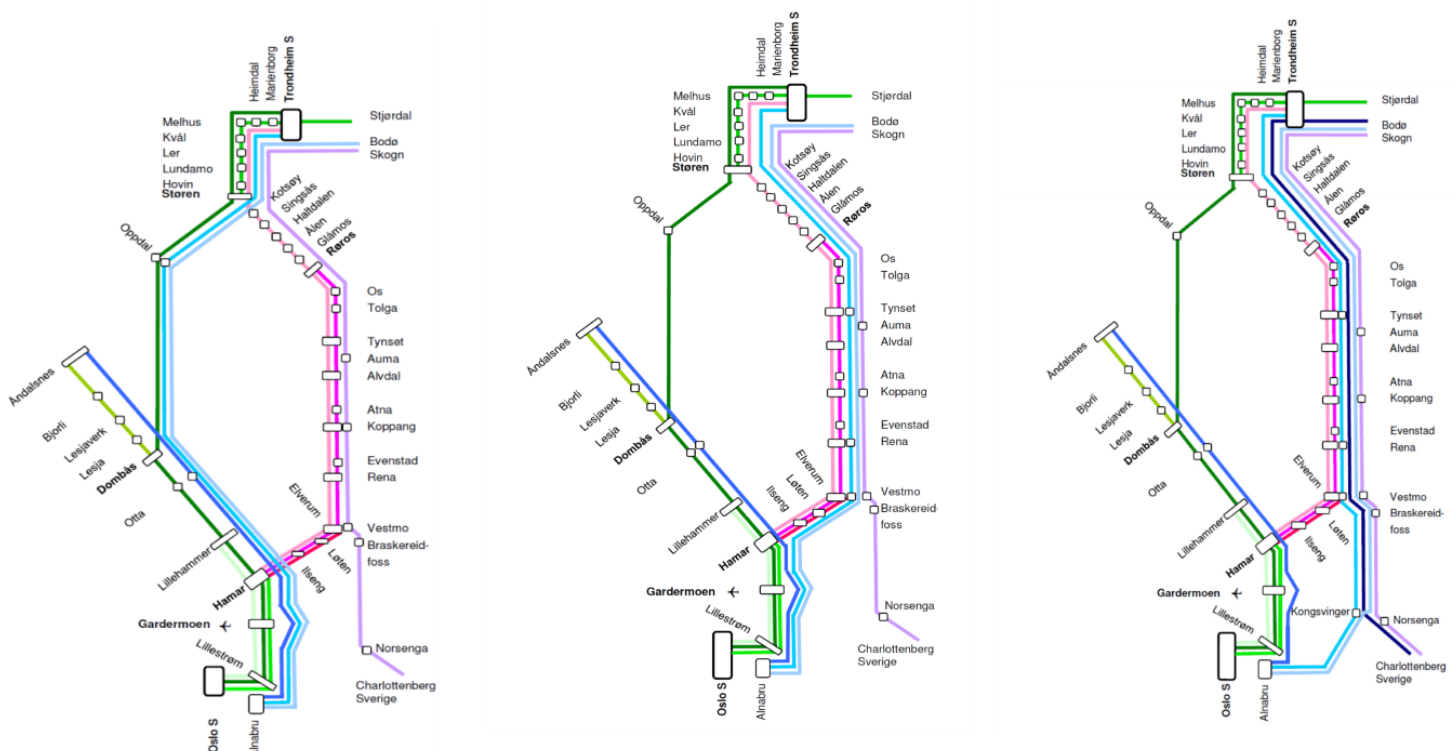
7.1.1 TILTAKSKOMBINASJONER

I fremtiden kan gods på bane mellom Oslo og Trondheim fremføres i tre alternative traseer, som illustrert i Figur 48. Alternativ 1 er å opprettholde dagens struktur, med gods over Dombås (DB). Alternativ 2 har likhetstrekk med situasjonen i 2012, da godstransporten ble kjørt på Rørosbanen (Hamar-Røros-Støren). Et tredje alternativ er å kjøre gods på Kongsvingerbanen, deretter opp om Solørbanen og så på Rørosbanen (Elverum-Støren). I tillegg til disse tre hovedalternativene kommer ideene om å bruke Rørosbanen-Solørbanen som en alternativ bane dersom Dovrebanen blir stengt, og ideen om å la Dovrebanen-Rørosbanen fungere som et dobbeltspor for godstransport.

Alternativ 1 - Dovrebanen hovedbane gods

Alternativ 2 - Rørosbanen hovedbane gods

Alternativ 3 - Røros- og Solørbanen hovedbane



FIGUR 48: STREKNINGSKART FOR ALTERNATIVE TRASEER FOR GODSTRANSPORT OSLO-TRONDHEIM

Av de fremtidige driftsformene som er foreslått i litteraturen og gjennom intervjuundersøkelsen, er det valgt å bruke Rørosbanen og Solørbanen som et "dobbeltspor" i denne oppgaven. Denne løsningen har fordeler både for Dovrebanen og Rørosbanen. På Dovrebanen er det ikke nødvendig med nye, større infrastrukturinvesteringer (tas all godstransporten her, er dobbeltspor nødvendig på sikt). Det vil frigjøres kapasitet på Dovrebanen, og spesielt mellom Lillestrøm og Lillehammer vil dette være nyttig, fordi denne strekningen inngår i det utvidede IC-triangelet. Frigjort kapasitet vil i praksis bety færre kryssinger per tog, og dermed lavere kjøretid.

Fordelene på RB vil være flettet sammen med fordelene gitt i 7.2. Den generelle opprustingen vil gi mange positive følger for passasjertrafikken. For godstrafikken vil det også bety mindre tapt tid ved krysninger, gitt de foreslåtte kapasitetstiltakene. Godstogene vil også bruke mindre energi på veg til Trondheim. Med denne løsningen er følgende tiltak nødvendig for godstransporten:

1. Elektrifisering av Rørosbanen og Solørbanen
2. Tilsvingspor Stange-Ilseng
3. Tilsvingspor Kongsvinger
4. Fjernstyring Røros-Støren og fjernstyring Solørbanen + ERTMS hele strekningen
5. Krysningssportiltak
6. Linjeomlegginger og økt aksellast.

Elektrifisering av Rørosbanen og Solørbanen vil gi en positiv effekt på alle målene. De gjennomgående godstogene mellom Oslo og Trondheim kan bruke både Rørosbanen, Kongsvingerbanen Solørbanen og Dovrebanen uten behov for annet rullende materiell (diesel-lok), vil en høyere reliabilitet oppnås ved at en uforutsett (eller forutsett for den saks skyld) driftsstans ikke vil stoppe godstrafikken mellom sør og nord. Selv om det ved tidligere anledninger er brukt diesel-lok ved driftsstans, har dette satt ned kapasiteten i stor grad blant annet fordi det er kun et begrenset antall lokomotiver tilgjengelig [6]. Som vist over, vil også elektrifisering gi en lavere kjøretid for togene på RB generelt. Spesielt viktig er sammenhengen med trekraft og kjøretid, fordi dieseldrevne lokomotiver presterer betraktelig dårligere enn elektriske lokomotiver i sammenliknbare situasjoner (som vist i 6.10.4)

Et tilsvingspor mellom Stange og Ilseng gjør at tog fra Eidsvoll på veg mot Elverum slipper å vende på Hamar. Dette reduserer kjøretiden og øker kapasiteten på Hamar stasjon. Tilsvarende bør et tilsvingspor på Kongsvinger bygges, for å effektivisere godstransporten lokalt, men også for å tilrettelegge for tilkobling til det europeiske jernbanenettet. Dette i kombinasjon med ERTMS-utbygging vil gjøre Norge mer forberedt på EUs jernbanepakke 4.

Fjernstyring er en forutsetning for effektiv trafikkavvikling og økt kapasitet slik at en gjennomgående godstrafikk er mulig. Gjennomgående godstrafikk fordrer fjernstyring på Røros-Støren som minstekrav. Manuell togstyring virker kapasitetsbegrensende. Dersom Solørbanen skal brukes til gjennomgående godstransport i tillegg, enten som hoved trasé eller som reserve trasé for Lillestrøm-Hamar, behøves det også en utbygging av fjernstyring her. Det forutsettes at sikringsanlegg og signalanlegg tilfredsstiller kravene i ERTMS [9]. Kombinasjonen av ERTMS og elektrifisering tillater europeiske togoperatører å lettere bruke det norske jernbanenettet, med disse tiltak kan heltog kjøres fra Wien til Trondheim uten stans.

Utbygging av fjernstyring må kombineres med krysningssportiltak. Krysningssportiltak er det viktigste tiltaket for å heve kapasiteten. 69 % av krysningssporene på Rørosbanen mellom Hamar og Støren er for korte til å krysse godstog av normal lengde (600 meter). Den største avstanden mellom krysningsspor lange nok til å kryss disse togene er 130 km. Tilsvarende tall for 750 meter lange tog er 275 km. En retningsdrift av godstog vil gi et lavere behov for disse utbyggingene, da færre tog skal krysse. Dette til tross, det anbefales å bygge ut nye krysningsspor der det er vist størst kapasitetsgevinst (se kapittel 6.8), samt å forlenge alle krysningsspor til å kunne ta 750 meter lange tog etter prioriteringene gitt i kapittel 6.8 og 6.9. En avgjørelse av nødvendig kapasitet er ikke gjort i denne oppgaven, så omfanget av utbyggingen er ikke bestemt.

Diverse linjeomlegginger er nødvendige for å nå godstransportens kjøretidmål. Ved enveis retningsdrift av godstog kontra toveis, vil færre krysninger bety en redusert kjøretid. Allikevel er det behov for å redusere kjøretiden med linjeomlegginger. Det anslås at dersom kjøretidsmålet skal nås med all godstransport over Rørosbanen, må det bygges tilsvarende dobbeltspor hele vegen mellom

Hamar og Støren for å hindre at kapasiteten gir for høy kjøretid[8]. Kombineres linjeomlegginger med heving av overbyggingens kvalitetsklasse kan godstogene både kjøre fortere og med tyngre last.

Kostnadmessig er det viktig at potensialet for innspart kjøretid ved linjeomlegginger kartlegges FØR en eventuell elektrifisering. Kostnadene ved å elektrifisere og deretter endre sporets trasé er høyere enn å endre sporets trasé og deretter elektrifisere [93, 94].

7.1.2 FØLGER AV TILTAKSKOMBINASJON

Godstransport fra utlandet med endepunkt i Trondheim eller lenger nord, vil slippe å måtte kjøre om Oslo/Alnabru. På den måten frigis kapasitet på Østfoldbanen, Østfoldbanens østre linje, Hovedbanen, Gardermobanen og Dovrebanen ved at færre tog trafikkerer disse rutene daglig. Gjennom politikken i både Norge og EU, er jernbanen på veg mot en internasjonalisering i Norge. En tilrettelegging for disse framtidige forhold vil derfor være en modernisering av RB.

Redusert kjøretid i forhold til vegtransport vil trolig gi jernbanen en større markedsandel i sitt segment, og den økte redundansen i systemet med to baner vil også gi jernbanen større konkurransekraft overfor vegtransport. Dette fordrer for øvrig at Størenbanen (Dovrebanen mellom Støren og Trondheim, ca. 50 km) har både kapasitet og kvalitet slik at antall driftsstanser og forsinkelser på dette strekket minimeres. Mer gods på bane er mer klimavennlig og fører til en høyere sikkerhet på veiene.

En annen faktor som kan føre til overføring av gods fra veg til bane, er de rammebetingelsene en slik modernisering vil gi. Ved å føre de tyngre nordgående togene om Røros i stedet for over Dombås, spares det energi siden færre høydemeter må bestiges. Dovrebanens høyeste punkt er 1016 (Hjerkinn), mot Rørosbanens høyeste punkt på 670 meter over havet (Harborg). Rørosbanens største nordgående stigning er kun 13 ‰ (fall på 15 ‰) mens Dovrebanen i sørgående retning fra Støren har 18 ‰ stigning (19 ‰ fall).

Om Dovrebanen skulle måtte stenge helt i en periode, noe som også er planlagt i forbindelse med IC-utbyggingen, vil en utbygget og modernisert Rørosbane og Solørbane gi muligheten til å kjøre tog som ellers ville blitt kansellert. Se for øvrig kapittel 3.4 Driftsavbrudd.

Det er antatt at disse tiltakene vil gi en 3-dobling av godskapasiteten mellom Oslo og Trondheim[10].

Et tilsvingspor mellom Stange og Løten vil i tillegg til å redusere kjøretiden og nødvendig tid til vending, fungere som et magasineringsspor. Dette innebærer at nordgående godstog kan vente her, dersom det på grunn av forsinkelser er en forskyvning av rutetidene til passasjertogene. Slik vil ikke forsinkelsene forplante seg videre på jernbanenettet,

Med rimeligere og mer effektiv drift, stiller jernbanetransport som en mer attraktiv transportform enn vegtransport for den lokale tømmerindustrien. Lavere transportkostnader vil øke industriens konkurranseevne [10, 12].

7.1.3 RESERVEBANE VED UFORUTSETTE (OG FORUTSETTE) DRIFTSAVVIK

Dersom deler, eller hele Dovrebanen og/eller Gardermobanen og Hovedbanen nord for Lillestrøm må stenges på grunn av forutsette eller uforutsette driftsavbrudd, foreslås det å bruke Rørosbanen og eventuelt Kongsvingerbanen og Solørbanen i tillegg. Med utgangspunkt i de registrerte driftsavbruddene og JBV's og NSB's rutetabeller, fås tallene vist i Tabell 37. Omkjøringsstid for en stenging mellom Lillehammer og Hamar er anslått til å bruke 52 ± 21 minutter. På den lengre traséen

varierer dagens rutetider i større grad, og omkjøringstiden er derfor mer usikker. Det er derfor valgt å vise middel omkjøringstid. Variasjonen i omkjøringstid er også gitt i tabellen.

Ingen av de registrerte driftsavbruddene varer under 30 minutter og kun 7 % varer under to timer. Det vil si at dersom trafikken raskt og effektivt kan ledes over på omkjørings-traseen, vil en for det meste kunne unngå å innstille tog, selv om byttet kan føre til noen forsinkelser. Ved langvarig stenging vil det, med tilstrekkelig kapasitet og tiltak for å redusere kjøretiden, være mulig å kjøre tog med kun mindre avvik fra dagens kjøretid.

TABELL 37: OMKJØRINGSTID VED FORSKJELLIGE STENGTE DELSTREKNINGER MELLOM LILLESTRØM OG STØREN.

		Lillestrøm- Hamar ²⁸	Hamar- Støren	Lillestrøm- Støren
Opprinnelig kjøretid [tt:mm]		01:05-01:19	04:30-05:24	05:42-06:46
Antatt omkjøringstid [tt:mm]		01:50-02:18	04:57-05:52	06:01-07:20
Middel ekstra omkjøringstid [min]	(± maks/min-verdi)	52 (21)	27,5 (54,5)	27,5 (1t 20,5m)
Sannsynlighet stengt	Opprinnelig trasé	0,41 %	3,84 %	4,25 %
	Omkjøringstrasé	0,11 %	0,72 %	0,83 %
	Opprinnelig og omkjøringstrasé	0,00 %	0,03 %	0,04 %
Timer i året stengt opprinnelig rute		36,1	336,5	372,6
Dager i året stengt opprinnelig rute		1,5	14,0	15,5

7.2 PASSASJERTRAFIKK: BESTEMTE MÅL

Det skilles mellom to typer passasjertrafikk: korte og lange reiser. Innad i disse to hovedkategoriene deles trafikken videre inn i forretningsreiser, arbeidsreiser og andre reiser, herunder blant annet fritidsreiser. Selv om viktigheten mellom de ulike gruppernes ønsker er ulik, ønsker de i større eller mindre grad[4]:

1. Kort reisetid
2. Høy frekvens
3. Få forsinkelser
4. Moderne rullende materiell

Skal jernbanen få et konkurransefortrinn mot veg, må kjøretiden heves, slik at reisetiden kan matche både bil- og buss-tider. På store deler av strekket (Hamar-Røros) gjøres dette til en viss utstrekning allerede (se kapittel 6.2), men mellom Røros og Støren har banen en gjennomsnittlig rutetid på i overkant av 70 km/t. Én time innspart kjøretid på Rørosbanen har en samfunnsøkonomisk verdi på minst kr 8,8 MNOK i året.

I kildene (se kapittel 5.1) oppgis det at økt frekvens er noe som er særdeles ønskelig for brukerne av toget. Frekvens har erfaringsmessig en elasticitet på 0,5; det vil si at en dobbelt så mange avganger gir 25 % trafikkvekst.

Forsinkelser koster, som for gods, mer enn innspart kjøretid per time (2,3 ganger mer med passasjerfordelingen på RB). Disse forsinkelsene koster ikke bare transportselskapet forlengede arbeidstider for personalet, det er også knyttet indirekte kostnader til tapt arbeidstid for pendlere og

²⁸ Rutetid for Kongsvinger-Elverum er estimert på grunnlag av forholdstall mellom rutetid for godstog og passasjertog.

så videre. Uforutsigbarheten knyttet til uregelmessige forsinkelser bidrar også trolig til tap av markedsandeler. Passasjertrafikkens punktlighet er definert som mer enn 3 minutter og 59 sekunder forsinkelse. Rørosbanen har en høyere punktlighet enn Dovrebanen (se kapittel 2).

De samfunnsmessige målene er lik de gitt i kapittel 7.1.

7.2.1 TILTAKSKOMBINASJONER

For passasjertrafikken er det i motsetning til for gods ikke snakk om å flytte over alle tog i en eller begge retninger fra DB til RB. Den eneste trafikken som kan overføres fra Dovrebanen er gjennomgående passasjertrafikk mellom Oslo-Hamar og Støren-Trondheim. På grunn av en høyere kjøretid (i snitt 28 minutter pr i dag) er det ikke nødvendigvis et aktuelt å overføre så mye av denne trafikken. Som følge av tiltakene gitt under, reduseres kjøretiden, og muliggjør slik en overføring av denne trafikken. Av forslagene fra kapittel 4 forslås derfor følgende tiltak:

1. Elektrifisering av Røros- og Solørbanen
2. Signalforbedringer: Fjernstyring Røros-Støren, ERTMS / FATC på hele strekningen.
3. Krysningsspor
4. Linjeomlegginger

Som for godstransporten er elektrifisering det tiltaket som alene gir størst direkte gevinst gjennom muligheter til bruk av raskere, mer klimavennlig og moderne materiell. Dette gir reduserte kjøretider og dermed også høyere kapasitet. Høyere kapasitet fører til – dersom utnyttelsen ikke øker tilsvarende – færre forsinkelser. Dette kommer av at følgene ved forsinkelser ikke forplanter seg i like stor grad.

Et annet viktig virkemiddel for å øke kapasiteten og dermed indirekte senke antall og virkning av forsinkelser, er fjernstyring-utrusting og krysningsspor. Den direkte effekten av disse tiltakene er vist i underkapitlene 6.5 og 6.8. Krysningssportiltak både på Røros-Støren og på RB sør for Røros er viktige tiltak fordi de øker kapasiteten, en forutsetning for å kunne føre frem flere tog i timen enn i dag. Med flere krysningsspor enn i dag, vil det være mulig å konstruere mere "slakk" i ruteplanen, og følgene av forsinkelser vil ikke være like store. Videre forbedringer av sporet er avhengig av bedre signalsystemer, og en oppgradering av ATC-systemet til FATC eller tilrettelegging for ERTMS gjennom en utbygging av ETCS nivå 2 er dermed nødvendig. Dette er fordi DATC har en hastighetsbegrensning på 130 km/t.

På grunn av antallet krysninger i året, anbefales det også en utbygging av krysningsspor med mulighet for samtidig innkjør på Rena og på Atna, og eventuelt på Tynset. På disse tre stasjonene krysser årlig

Jernbaneverkets tekniske regelverk (og de øvrige fysiske lover) legger begrensinger på høyeste hastighet i kurver. Spesielt mellom Røros og Støren er det stort potensiale for linjeomlegginger med konkurransedyktige hastigheter. Disse bør altså bygges ut før banen elektrifiseres, og det anslås en samfunnsøkonomisk fordel på 20-30 % per krone brukt, i forhold til å elektrifisere før lineomlegginger finner sted [93]. Siden noen av jernbanestrekningene med størst utbyggingspotensiale ligger i umiddelbar nærhet av stasjoner, må behovet for nye og forlengede krysningsspor ses sammen med en eventuell økning av dimensjonerende hastighet på disse strekkene [41].

I Bilag 3: Passasjerstatistikk er det vist % -vis økning i antall passasjerer i forhold til hvert enkelt tiltak. Her ses det at gevinsten med å gjøre linjeomleggingene mellom Røros og Støren vil gi en tydeligere effekt på passasjerantallet enn dersom utbyggingen foregår spredt langs Rørosbanen. Kapittel 6.2.3 viser også hvordan dette tiltaket vil gjøre Rørosbanen mer konkurransedyktig mot bil og buss, per i

dag er både bil- og buss raskere på denne strekningen. Den lavere reisetiden totalt vil også kunne bidra til å kunne kjøre fjerntog over Røros. Dette tiltaket vil altså gi kortere reisetid til Trondheim fra for så godt som alle stasjoner.

7.2.2 FØLGER AV TILTAKSKOMBINASJON

Selv om disse ønskene er noe infrastrukturtilbyder (JBV) kan *tilrettelegge* for, står og faller det på transporttilbyder (f. eks NSB). Slike effekter kan være typer materiell brukt, billettsystemer og liknende.

Elektrifiseringen tillater som nevnt i 6.10 bruk av mer moderne materiell. Det foreslås ut fra ønskene i intervjudelen (kapittel 4.3) å benytte materiell med kapasitet for å medbringe sykkel. Som nevnt i kapittel 3.1.1 har mange av tettstedene vokst rundt, og dermed bor mange av innbyggerne innen sykkelavstand av stasjonen. Kan sykkel medbringes, stiller banen enda sterkere mot privatbilismen, siden veksel tiden mellom reisemidler kan minimeres og pendlerrekkevidden for dagpendlere øker drastisk.

En indirekte virkning av elektrifiseringen er at den tillater en større fleksibilitet i ruteplanen enn dieseldrevne tog gjør. Tog som opprinnelig går til Kongsvinger eller Hamar, kan kjøres videre opp til Elverum, nattog mellom Oslo og Trondheim kan legges om Røros og liknende ruteomlegginger kan enklere finne sted. Disse ruteendringene vil kunne gi lavere reisetid til Oslo, noe som muliggjør pendling fra områder lengre unna. Dette kan skape ny trafikk. I tillegg vil ikke utforming av ruteplaner være så låst av tekniske forhold på endestasjonene, elektrisk drevne lokomotiver trenger ikke fylle diesel.

Å elektrifisere gir også bedre rammevilkår for transporttilbyder. De kan operere med likt materiell på Rørosbanen som på andre strekninger, og kan på denne måten spare penger på både vedlikehold og innkjøp.

Dersom rutene for gjennomgående fjerntog kjøres om Rørosbanen, vil dette sannsynligvis styrke rutetilbudet. Dette er fordi disse togene for det første har gjennomgående forbindelse til byene (Oslo og Trondheim) og dersom de kommer i tillegg til det ordinær lokaltogtilbudet, vil det gi flere avganger.

7.2.3 HØYERE KOMFORT OG MODERNE TOGMATERIELL

Graden av komfort i toget er i stor grad bestemt av togoperatøren, og det materiellet de velger å bruke [75]. Noen eksempler på faktorer som har innflytelse på komforten i toget og valg av tog som transportmiddel er nevnt under.

- Setebredde
- Trådløst internett
- Strømtilkobling på toget
- Stabil mobiltelefondekning
- Stor plass til bagasje
- Salg av mat- og drikkevarer på toget, i egen vogn eller servering

Av disse, er det hovedsakelig mobildekningen man som jernbaneplanlegger kan gjøre noe med, da mobilnettet langs banen ofte kun er bygget ut godt nok for å opprettholde GSM-R. Det har derfor ikke kapasitet eller teknisk utrusting for bedre dataoverføring [95].

Småbarnsfamilier med barnevogn, funksjonshemmede eller andre grupper med spesielle behov til bevegelsesrom setter krav til utforming av stasjoner og holdeplasser. Der holdeplassene er vanskelig tilgjengelig, vil en utbedring sees på som en modernisering.

8 KONKLUSJON

Denne oppgaven har forsøkt å definere hva en *moderne jernbane* er, hva den innebærer og hvilke virkemidler som kan brukes for å nå dette målet.

Intervjuundersøkelse, der 12 av 14 kommuner langs Rørosbanen avga svar, viser at det viktigste moderniseringstiltaket er elektrifisering. En elektrifisering gir i tillegg til de åpenbare tekniske forbedringene, et klart uttrykk av at Rørosbanen ikke ender opp som en forglemt sidebane til Dovrebanen. For næringsutvikling og tilflytting til regionene og kommunene langs banen, betyr en modernisert Rørosbane mer enn et utvidet kollektivtilbud.

Fordelene i forhold til kostnadene gjør at elektrifisering er en forutsetning for en videre modernisering av Rørosbanen. Med det utgangspunktet, bør følgende tiltak gjennomføres som et minimum for å få større gevinst av en slik utbygging:

Det bør bygges minst 8 nye krysningsspor på hele strekningen, og samtlige eksisterende krysningsspor bør på sikt forlenges til å kunne håndtere 750 meter lange godstog. Dette vil gi nødvendig kapasitet til å benytte banen som det nordgående sporet i et "dobbeltspor" mellom Oslo og Trondheim, og i tillegg ikke lide store kapasitetstap i en situasjon der Dovrebanen må stenges. Langsiktig bør det vurderes hvor mange av de 17 foreslåtte krysningssporene bør bygges ut, slik at en har nok kapasitet til å ta alle godstog i begge retninger, dersom Dovrebanen må stenges. De stasjonene med krysninger per i dag, foreslås utbygd til samtidig innkjør. Dette vil forkorte hver reise med i snitt 0,9 minutter.

Med forbedret kapasitet gjennom krysningsspor, bør linjeomlegginger utføres for å redusere kjøretiden på banen. Spesielt mellom Røros og Støren er det et stort utbyggingsbehov for å gi banen konkurransevne mot vegtransport. Disse linjeomleggingene bør gjøres sammen med utbygging av krysningsspor slik at man slipper å fjerne eller flytte nybygde krysningsspor.

Sammen med bygging og forlenging av krysningsspor og linjeomlegginger bør fjernstyring bygges ut mellom Røros og Støren, samt mellom Elverum og Kongsvinger (Solørbanen). Med fjernstyring reduseres behovet for bemanning og en vil få en markant økning i punktlighet og nedgang i forsinkelser. Det bør, i henhold til retningslinjer gitt i NTP, siktes på å bygge ERTMS-systemer.

En satsing på elektrifisering alene vil derfor ikke være å betrakte som en *modernisering*. Alle disse tre tekniske tiltakene vil være påkrevet for at banen skal oppfattes som mer moderne. For å videre få stor gevinst av en slik utbygging, anbefales i tillegg tiltakene beskrevet under.

Solørbanen er å regne som en slags forgrening av Rørosbanen, og bør få tilsvarende behandling som Rørosbanen: elektrifisering og krysningssportiltak vil supplere gevinstene ved en modernisert Rørosbane. Med elektrifisering og ERTMS på Solørbanen og Rørosbanen, og videre opp til Trondheim, kan tog kjøre direkte fra f.eks. Zürich til Trondheim.

Selv om forbedringene foreslått over gir forbedrede rammebetingelser for transporttilbyder (mulighet til å bruke homogent materiell, kortere kjøretider, høyere kapasitet), er det for passasjerruter ønsker om tilrettelegging en ikke helt kan legge føringer på. Likevel bør to ruteendringer vurderes av transporttilbyder (NSB). Den første er timestakt i Hamar-området, mellom Rena og Brumunddal. Den andre er en forlengelse av morgen- og kveldsruten mellom Røros og Trondheim, slik at toget starter og stopper på Tynset om kvelden og om morgenen. Disse tiltakene ville gitt en jernbane mer tilpasset behov for kollektivtransport til pendlerbruk, og dermed også sannsynligvis større markedsandeler.

Utbygging av parkeringsplasser til biler og sykler på eksisterende stasjoner vil også være et viktig bidrag til å få flere dagpendlere over på toget. Som minimumskrav til disse stasjonene bør det tilrettelegges for sykkelparkering med tak, tilstrekkelig parkeringsareal til biler og korresponderende bussruter bør vurderes. Dersom antallet pendlere er stort nok, bør det vurderes takoverbygg over plattformen i stedet for leskur/venterom samt informasjonstavler/-skjermer som viser ruteinformasjon.

En slik utbygging og modernisering av Rørosbanen vil, i følge de fleste kommunene langs banen, gi en økt tilflytting og gi arbeidsplasser. En forkortet reisetid til og fra byregionene vil gi større pendleroner, og dermed muliggjøre at flere kan bo i kommunene lengre bort fra byregionene. Større befolkning i disse kommunene, vil trolig indirekte føre til flere sysselsatte i disse kommunene.

I alt er det et stort potensiale for flere reisende med jernbanen på Rørosbanen. Med de tiltak beskrevet over, kan tog ta en større markedsandel enn i dag, og med elektrifisering vil trolig lønnsomheten også øke. Den økte kapasiteten vil tilrettelegge for en mer effektiv og miljøvennlig godstransport mellom Oslo og Trondheim.

9 KILDER

1. Jernbaneverket, *Definisjoner, forkortelser og symboler*, in *Felles bestemmelser/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 12.
2. Utne, H. and I. Aukrust. *Folke- og boligtellingspendling, 2001*. [Statistikk] 2002 06.12.2002 [cited 2013 30.05.2013]; Available from: <http://www.ssb.no/fobpend>.
3. Skirbekk, S., *modernisering*, in *I Store norske leksikon*2013.
4. Hohnecker, U.d.-i.E., *10. Kundenzufriedenheit im SPfV [ikke offentliggjorte forelesningsnotater]*, in *Kundenorientierung im Öffentlichen Verkehr* Sommer 2012: Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).
5. Nilssen, T., *Rørosbanen: jernbaneanleggene Hamar-Støren over Røros : en landskaps- og kulturhistorisk analyse*, ed. Jernbaneverket. 1995, Trondheim: NSB baneregion nord. 101 bl. : ill., kart.
6. Andreassen, Y., et al., *Dovrebanen stengt 8 uker, 2012*, Jernbaneverket: Oslo/Trondheim.
7. Bjørke, A., et al., *Strekningsvis utviklingsplan -Kapasitetsanalyse for strekningsvis utviklingsplan, Docrebanen, Rørosbanen, Solørbanen*, 2011, Jernbaneverket Region Nord: Trondheim.
8. Bjørke, A., et al., *Strekningsvis utviklingsplan - Dovrebanen og Rørosbanen*, 2011, Jernbaneverket Region Nord: Trondheim.
9. Samferdelsdepartementet, *Meld. St. 26 Nasjonal transportplan 2014-2023*, 2013, Samferdelsdepartementet: Oslo. p. 325.
10. Gillebo, R., *Utvikling av Røros- og Solørbanen*. 2009, [Oslo]: Civitas. 31 s.
11. Skolmli, A., et al., *Banevis gjennomgang: Rørosbanen*, 2012, Jernbaneverket: Trondheim.
12. Gillebo, R., *Utvikling av Røros- og Solørbanen: nødvendig utbygging for å få vekst i godstrafikken nord-sør og livskraftig tømmertransport fra innlandet*. 2012, Oslo: Civitas. 57 s.
13. Nergård, A. *Utvikling av Jernbanetilbudet Røros- og Solørbanen*. fjellregionen.no, 2010.
14. Midtun, H.M. and L. Nyvold, *Stasjonstrukturprosjektet: delrapport for banestrekningene: Dovrebanen (Kongsvoll-Trondheim), Rørosbanen, Nordlandsbanen, Meråkerbanen, Ofotbanen*. 2012, [Oslo]: Jernbaneverket. 47 s. : ill.
15. Jernbaneverket, *Utvalgte stasjoner*, in *Network Statement 2013*, Jernbaneverket, Editor 2012.
16. NSB. *Rutetabell 25: Oslo S/Hamar-Røros-Trondheim S*. 2012 [cited 2013 15. april 2013]; Available from: http://www.nsb.no/getfile.php/www.nsb.no/nsb.no/PDF/Rutetabeller/25-PDF-Oslo-Hamar-R%C3%B8ros-Trondheim-09-12-12_08-06-13%282%29.pdf.
17. Gillebo, R. and K. Lein, *Utvikling av Rørosbanen - rammebetingelser og betydning*. Vurdering av Rørosbanen, ed. J. Rørosbanen. 2003, Lillehammer: Østlandsforskning 62 s.
18. Brunborg, H. and M. Tønnessen. *SSBs befolkningsframskrivning for kommunene 2012-2040*. Statistisk Sentralbyrå 2012 Juni 20; Available from: <http://www.ssb.no/a/kortnavn/folkfram/tab-2012-06-20-07.html>.
19. Jernbaneverket, *Aksellast*, in *Network Statement 2013*, Jernbaneverket, Editor 2012.
20. Jernbaneklubb, N., *Driftsforstyrrelser*. På sporet, 2006-2012. **38-44**(125-153).
21. Sjøberg, C., *Rørosbanen åpen*, in *Arbeidets Rett*2013: Røros.
22. Holø, R.M. and P. Magnussen, *Dovrebanen vil ikke være reparert før i 2014*, in *NRK Hedmark og Oppland*2013: Hamar.
23. Tessem, N., *Solørbanen*, in *Store Norske Leksikon*2013: Web.
24. Svingheim, N. *Første hele bane snart fornyet*. [Web] 2010 25.06.2010 [cited 2013 26.03]; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2010/Forste-hele-bane-snart-fornyet/>.
25. Kittelsen, A., *Kongsvingerbanen*, in *Store Norske Leksikon*2013: Web.
26. Jernbaneverket, *ATC - Automatisk togkontroll systemer*, in *Network Statement 2013*, Jernbaneverket, Editor 2012.

27. JBV, R.A., *Konklusjoner og oppsummering av Fase 3: Del 2: Korridorspesifikke analyser*, in *Høyhastighetsutredningen 2010-2012*, Jernbaneverket, Editor 2012.
28. Enget, T., *Avhengig av pendlertoget*, in *Arbeidets Rett*2013: Røros.
29. Vingelsgård, E., *Plass for flere godstog*, in *Arbeidets Rett*2007: Røros.
30. Vingelsgård, E., *Ingen ekstra persontog*, in *Arbeidets Rett*2012: Røros.
31. Vingelsgård, E., - *Gave til Rørosbanen*, in *Arbeidets Rett*2013: Røros.
32. Vingelsgård, E., - *Tidenes jernbanesatsing*, in *Arbeidets Rett*2013: Røros.
33. Dahl, K.B., *Snart må du reservere plass for å få bli med*, in *Østlendingen*2013: Elverum.
34. Løvlund, B.-F., *Hadde ikke plassbillett – ble kastet av toget på Rena*, in *Østlendingen*2013: Elverum.
35. Lund, L. and A.E. Aaberge, *Elektrifisering av Rørosbanen: utredning profilvurderinger*, ed. Jernbaneverket. 1994, [Trondheim]: NSB Bane. Region Nord. 27 bl. : kart.
36. Svingheim, N. *Jernbanen i tall*. 2013 [cited 2013 22/3]; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanen-i-tall/>.
37. Wikander, J.A., *Elektroniske anlegg: En kort innføring i elektrofagene*, in *Kompendium i jernbaneteknikk*. 2010, NTNU: Trondheim.
38. Jernbaneverket, *Bane Energi Årsrapport 2010*, Jernbaneverket, Editor 2011, Jernbaneverket: Oslo.
39. Bank, N. *Priskalkulator*. 2013 [cited 2013 04.05.2013]; Kalkulerer nåverdi av tidligere priser i nå-kroner.]. Available from: <http://www.norges-bank.no/no/prisstabilitet/inflasjon/priskalkulator/>.
40. Hohnecker, U.d.-i.E., *Elektrische Zugförderung und elektrische Bahnanlagen: Energie- "verluste" bei Traktionsarten*[ikke offentliggjorte forelesningsnotater], in *Entwicklungen und Aspekte spurgeführte Systeme*Høst/vinter 2011/2012: Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).
41. Johansen, G.S., *Redusert kjøretid på Rørosbanen*. 2012, Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport. 32 s. : ill., kart.
42. Larsen, K.K., *Økt hastighet mellom Røros - Støren*, in *Institutt for Bygg, Anlegg og Transport*2012, NTNU: Trondheim. p. 111.
43. Holme, J., *Grunnleggende faktorer for jernbanens tekniske linjefremføring*, in *Kompendium i jernbaneteknikk*. 1994, NTNU: Trondheim. p. 43.
44. Jernbaneverket, *Sporets trasé*, in *Overbygning/Prosjektering/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 17.
45. Jernbaneverket, *Traseringstabeller for nye baner og linjeomlegginger*, in *Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé/Vedlegg/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 12.
46. Jernbaneverket, *Traseringstabeller for eksisterende baner*, in *Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé/Vedlegg/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 21.
47. Jernbaneverket, *Banestrekninger: 0900,0910,0920,1000, Røros-Glåmos, Glåmos Stasjon, Glåmos-Haltdalen, Haltdalen stasjon, Haltdalen-Singsås, Singsås stasjon, Singsås-Støren*, in *Løfteskjema*2012.
48. Hareide, K.A. and T.M. Sønsterud, *Innstilling fra transport- og kommunikasjonskomiteen om fellesprosjektet E6-Dovrebanen, utbygging og finansiering – E6 Minnesund–Skaberud – Dovrebanen Langset–Kleverud*, 2011, Transport- og kommunikasjonskomiteen: Oslo. p. 6.
49. Jernbaneverket, *Eidsvoll-Dombås*, in *Funkwerk IT Trainplan*2012, Jernbaneverket: Trondheim.
50. Skolmli, A., et al., *HOVEDPLAN NORDLANDSBANEN SIKRINGSANLEGG OG FJERNSTYRING MOSJØEN - BODØ*, 2003. p. 129.
51. Hohnecker, U.d.-i.E., *Leit- & Sicherungstechnik (LST) [ikke offentliggjorte forelesningsnotater]*, in *Eisenbahnbetriebswissenschaft I*Høst/vinter 2011/2012: Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).
52. Jernbaneverket, *Akselteller*, in *Signal/Prosjektering/Togdeteksjon/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 12.
53. Jernbaneverket, *Togdeteksjon*, in *Signal/Prosjektering/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 9.

54. Rosness, R., *Sikkerhet på skinner? Oppfatninger om sikkerhet på norske jernbaner 1995-2000*, 2008, SINTEF: Trondheim.
55. Europakommisjonen, "THE FOURTH RAILWAY PACKAGE – COMPLETING THE SINGLE EUROPEAN RAILWAY AREA TO FOSTER EUROPEAN COMPETITIVENESS AND GROWTH", 2013, : Brussel. p. 11.
56. Jernbaneverket, *Støren-Tynset-Hamar*, in *Funkwerk IT Trainplan2012*, Jernbaneverket: Trondheim. p. Grafisk ruteplan.
57. Jernbaneverket, *Trafikkområder og trafikkstyringsentraler*, in *Network Statement 2013*, Jernbaneverket, Editor 2012.
58. Rørosgård, T., *Mail: Masteroppgave ved NTNU - Modernisering av Rørosbanen*, 2013.
59. Lunde, H. and S. Kristoffersen. *Lønn, alle ansatte, 2012*. [Statistikk] 2013 20.03.2013 [cited 2013 09.05.2013]; Available from: <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/lonnansatt/aar>.
60. Hauger, H.O., et al., *Metodehåndbok JD 205: Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*. 3.0 ed. 2011: Jernbaneverket. 104.
61. Jernbaneverket, *Kongsvinger-Elverum*, in *Funkwerk IT Trainplan2012*, Jernbaneverket: Trondheim.
62. Skartsæterhagen, S., *Kapasitet på jernbanestrekninger: Utdrag av notat 877*, in *Kompendium i jernbaneteknikk*. 1994, NTNU: Trondheim. p. 66.
63. Forbord, A., *Lok og vogner på Nordlandsbanen*, in *Helgeland Arbeiderblad2007*: Mosjøen.
64. Jernbaneverket, *Ruteorning 162.1: Godsruter*. 2012.
65. AS, N. *NSB Regiontog type 92*. 2013 14.05.2013]; Available from: <http://www.nsb.no/om-vaare-tog/nsb-lokaltog-type-92-article38027-4480.html>.
66. AS, N. *NSB Regiontog type 93*. 2013 14.05.2013]; Available from: <http://www.nsb.no/om-vaare-tog/nsb-regiontog-type-93-article38030-4480.html>.
67. Wikipedia-brukere, *NSB type 92*, in *Wikipedia2013*: Web.
68. Wikipedia-brukere, *NSB type 93*, in *Wikipedia2013*: Web.
69. Holm, P.A., *NSBs «Flirt» starter på skuddårsdagen*, in *Aftenposten2012*: Oslo.
70. Hohnecker, U.d.-i.E., *1.4.3 Haltezeit[ikke offentliggjorte forelesningsnotater]*, in *Eisenbahnbetriebswissenschaft IHøst/vinter 2011/2012*: Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).
71. Holme, J., *Grunnleggende faktorer for jernbanens tekniske linjeføring*, in *Kompendium i Jernbaneteknikk1994*: NTNU. p. 43.
72. Vegvesen, S., *Håndbok 232: Fjellbolting*, in *4.4 Bolting i vegger og skjæringer1999*, Vegdirektoretet: Brynseeng.
73. Wikipedia-brukere, *Rassikring*, in *Wikipedia2011*: Web.
74. Enget, T., *Tør ikke love åpningsdato*, in *Arbeidets rett2013*: Røros.
75. Atkins, *Contract 5: Market Analysis Subjects 2 and 3:Expected Revenue and Passenger Choices*, 2011. p. 163.
76. flyservice, R. *Flytider ved Røros Lufthavn fra 1. des 2012*. 2012; Available from: <http://www.roros-flyservice.no/reisetjenester/flytider.htm>.
77. Ånonsen, S. *Rekordår for Avinor*. [Statistikk] 2013 11.01.2013 02.06.2013]; Available from: http://www.avinor.no/lufthavn/roros/omoss/ presse/ nyhetsarkiv?REKORD%C3%85R_FOR_AVINOR&id=181-153388.
78. Jernbaneverket, *Plattformer og spor på stasjoner*, in *Overbygning/Prosjektering/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 6.
79. Vegvesen, S., *Håndbok 232: Tilrettelegging for Kollektivtransport på veg*, in *7 Anlegg for innfartsparkering2009*, Vegdirektoretet: Brynseeng.
80. Løhren, A.H., *Baner for multipurpose vognprofil og dobbeltdekker [ikke offentliggjorte forelesningsnotater]*, in *Minste Tverrsnitt2012*: Trondheim. p. 57.

81. Jernbaneklubb, N. *Velkommen til Stasjonsdatabasen (STDB)*. 2013 30.04.2013 [cited 2013 30.04.2013]; Statistikk over stasjoner i Norge.]. Available from: <http://forsk.njk.no/stdb/index.php?banelD=102&detaljert=1&Stnr=0&aut=0&mod=banevis>.
82. Nesvold, N.K., *Reitan reddet - blått lys for Bellingmo*, in *Arbeidets Rett*2012: Røros.
83. Hohnecker, U.d.-i.E., *Seminar Spourgeführte Systeme 1. Teil*, Sommer 2012: Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).
84. Stang, E.M., *Økt kapasitet på strekningen Hamar - Elverum: kapasitetsanalyse*. 2012, Trondheim: Norges teknisk- naturvitenskapelig universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport. VIII, 38, [2] s., [11] fold. pl. : ill.
85. Hartvedt, H., E. Høydal, and E. Engelién, *Befolkning og areal i tettsteder*, S.f. befolkningsstatistikk, Editor 2012, Statistisk Sentralbyrå.
86. Jernbaneverket, *Vegsikringsanlegg*, in *Signal/Prosjektering/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 32.
87. Jernbaneverket, *Planoverganger*, in *Overbygning/Vedlikehold/2013*, Jernbaneverket: WEB. p. 6.
88. Thomessen, K.A., et al., *Silingsnotat: Tømmerterminaler, alle regioner*, 2008, Jernbaneverket: Trondheim.
89. Hovi, I.B. and S.E. Grønland, *Konkurransflater i godstransport*. Vol. 1125/2011. 2011, Oslo: TØI. 109.
90. Halse, A.H. and M. Killi, *Verdsetting av tid og pålitelighet for godstransport på jernbane*. Vol. 1189/2012. 2012, Oslo: TØI. V, IV, 115 s. : ill.
91. Vegvesen, S. *Nasjonal Vegdatabank*. 2013 [cited 2013 25.05]; Available from: <http://svvgw.vegvesen.no/http://svvnvdbappp.vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>.
92. Vegvesen, S., *Håndbok 159: Kapasitet på vegstrekninger*, in *Kapasitet på to-felts veger*1990, Vegdirektoretet: Oslo.
93. Bane, N., *Elektrifisering og modernisering av Nordlandsbanen: informasjonsrapport*, ed. Jernbaneverket. 1994, [S. l.]: NSB. 46 s. : fig., kart.
94. Nord, N.B.R. and A. Viak, *Elektrifisering og modernisering: Nordlandsbanen, hva nå?*, ed. Jernbaneverket. 1995, Trondheim: NSB. viii,32 s. : ill.
95. Lekanger, K., *Full stans for mobilt internett i tog*, in *Mobilen.no*2012: Oslo.

BILAG 1: OPPGAVETEKST

MASTEROPPGAVE

(TBA4940 Veg, masteroppgave)

VÅREN 2013

for

Gjermund Siksjø Johansen

Modernisering av Rørosbanen

BAKGRUNN

Etter et ras i Soknedal våren 2012 ble Dovrebanen stengt i 8 uker. Dette hemmet godstransporten for tog mellom Oslo og Trondheim, og utløste en diskusjon om opprusting av Rørosbanen, så den eventuelt kan fungere som en reservebane for Dovrebanen. Det viste seg at Rørosbanen ikke hadde kapasitet og teknisk utrusting til å håndtere en betraktelig økning av gjennomgående godstrafikk på grunn av stengt Dovrebane.

Uavhengig av problemene med godstransporten mellom Østlandet og Trøndelag våren 2012, er det i tillegg uttrykt politisk ønske å få mer gods over fra veg til bane. Med en stor økning i godstrafikken vil også Dovrebanen mangle kapasitet om få år. En løsning på dette vil da være å bruke Rørosbanen i større grad til godstog mellom sør og nord.

Økt bruk av Rørosbanen til gjennomgående gods vil bl.a. presse på behovet for å elektrifisere Rørosbanen, da dette både er mer klimavennlig, transportselskapene kan bruke en homogenlokomotiv-/maskinpark og man vil få et mer stabilt transportsystem, hvis Dovrebanen skulle bli satt ut av spill.

Av stor interesse og viktighet utenom den gjennomgående trafikken, er også eventuelle lokale behov og ønsker for bruk av Rørosbanen i kommunene oppover Østerdalen. I forbindelse med en modernisering av Rørosbanen vil all trafikk være av interesse for å vurdere hvilke tiltak som skal prioriteres og settes i verk enten det gjelder økt kapasitet, bedre driftssikkerhet og punktlighet eller høyere hastighet.

OPPGAVE

Beskrivelse av oppgaven

En modernisering av Rørosbanen vil være bestemt av både krav for den gjennomgående trafikken mellom Hamar og Støren og ønsker om lokal generert person- og godstrafikk. På bakgrunn av Jernbaneverkets utviklingsplaner for Rørosbanen og behov og ønsker som kommuner og andre større eventuelle brukere av banen i Østerdalen kommer frem med gjennom en intervjuundersøkelse, skal studenten vurdere hva en modernisering av Rørosbanen vil innebære og komme med forslag til hvilke tekniske tiltak som må settes i verk. Generelt vil en modernisering av Rørosbanen nødvendigvis medføre et bedre tilbud for både person- og godstransport, gjennom økt kapasitet på banen, bedre driftssikkerhet og høyere dimensjonerende hastighet.

Målsetting og hensikt

Oppgavens målsetting og hensikt er

- å undersøke hva “modernisering” av Rørosbanen vil kunne innebære på grunnlag av Jernbaneverkets egne planer og behov/ønsker kommunene langsmed banen har kommet frem med gjennom intervjuene studenten har utført
- å vurdere og bestemme hvilke tekniske tiltak som må settes i verk for å gjennomføre den ønskede moderniseringen
- å prioritere nødvendige moderniseringstiltak

Deloppgaver og forskningsspørsmål

- Hva innebærer en modernisering av Rørosbanen? Hva legger brukerne av banen i det og hva innebære det av tekniske tiltak?
- På bakgrunn av JBVs utviklingsplaner og behov/ønskene som har kommet frem gjennom intervjuundersøkelsen, bestemme hvilke moderniseringstiltak det vil være relevant å se nærmere på?
- Hvilke tilbudsendringer for både persontrafikk og godstrafikk vil ulike moderniseringstiltak gi?
- Hvilke markedsmessige virkninger gir disse endringene? Hvor store markedsgevinster kan man påregne for hoved-relasjoner/gjennomgående tog og underveis-trafikk?
- Hvilke ringvirkninger vil utviklingen av kapasiteten på Rørosbanen ha å si for kommunene/næringslivet langs banen?
- Hva innebærer økt kapasitet, bedre driftssikkerhet og høyere hastighet? Lengre kryssingsspor, flere kryssingsspor, utbygging av CTC Røros – Støren, bygging av blokkposter, elektrifisering,

GENERELT

Opgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>.

Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i PDF- og Word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. Excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte mv.

Opgaven utføres i samarbeid med Jernbaneverket, og studenten mottar et brutto stipend på kr 15 000,-.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Institutt for bygg, anlegg og transport

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme [lenke](#) som [ovenfor](#).

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: Alf Helge Løhren

Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner: Nicolaisen, Tor Johan

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 10.06.2013,

Underskrift

Løhren, Alf Helge
Faglærer

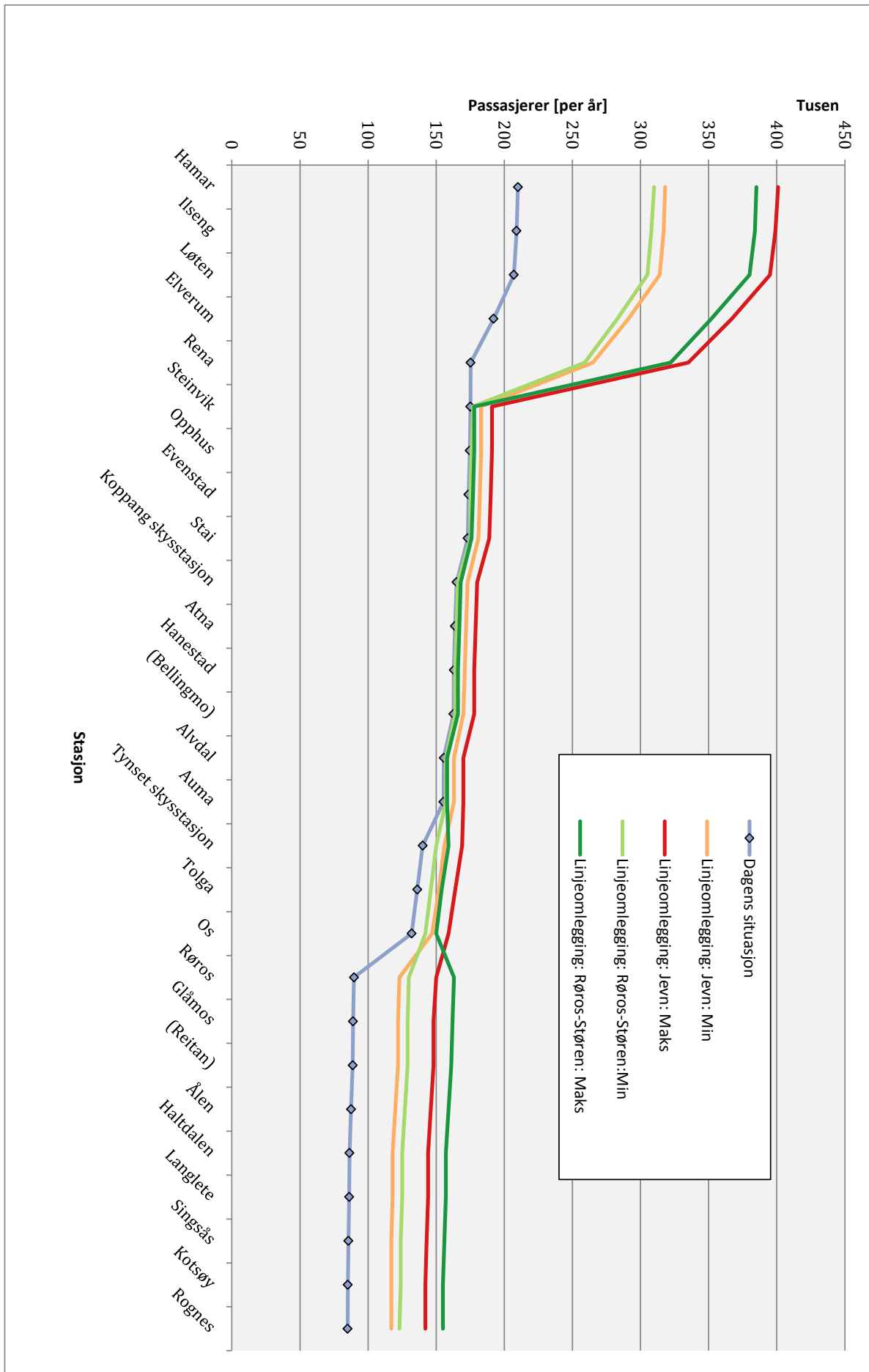
BILAG 2: KJØRETIDER

Til \ Fra	Hamar	Ilseng	Løten	Elverum	Bjørnsenga	Rudstad	Rena	Steinvik	Opphus	Evenstad	Stai	Koppang	Myrvoll	Atna	Hanestad	Midtskogen	Barkald	Bellingmo
Hamar	00:00	00:08	00:14	00:25	00:30	00:37	00:47	00:57	01:03	01:15	01:22	01:29	01:38	01:48	01:58	02:07	02:13	02:18
Ilseng	00:06	00:00	00:06	00:17	00:22	00:29	00:39	00:49	00:55	01:07	01:14	01:21	01:30	01:40	01:50	01:59	02:05	02:10
Løten	00:12	00:06	00:00	00:11	00:16	00:23	00:33	00:43	00:49	01:01	01:08	01:15	01:24	01:34	01:44	01:53	01:59	02:04
Elverum	00:23	00:17	00:11	00:00	00:05	00:12	00:22	00:32	00:38	00:50	00:57	01:04	01:13	01:23	01:33	01:42	01:48	01:53
Bjørnsenga	00:28	00:22	00:16	00:05	00:00	00:06	00:16	00:26	00:32	00:44	00:51	00:58	01:07	01:17	01:27	01:36	01:42	01:47
Rudstad	00:34	00:28	00:22	00:11	00:05	00:00	00:10	00:20	00:26	00:38	00:45	00:52	01:01	01:11	01:21	01:30	01:36	01:41
Rena	00:45	00:39	00:33	00:22	00:16	00:11	00:00	00:10	00:16	00:28	00:35	00:42	00:51	01:01	01:11	01:20	01:26	01:31
Steinvik	00:53	00:47	00:41	00:30	00:24	00:19	00:08	00:00	00:06	00:18	00:25	00:32	00:41	00:51	01:01	01:10	01:16	01:21
Opphus	01:00	00:54	00:48	00:37	00:31	00:26	00:15	00:07	00:00	00:12	00:19	00:26	00:35	00:45	00:55	01:04	01:10	01:15
Evenstad	01:08	01:02	00:56	00:45	00:39	00:34	00:23	00:15	00:08	00:00	00:07	00:14	00:23	00:33	00:43	00:52	00:58	01:03
Stai	01:17	01:11	01:05	00:54	00:48	00:43	00:32	00:24	00:17	00:09	00:00	00:07	00:16	00:26	00:36	00:45	00:51	00:56
Koppang	01:27	01:21	01:15	01:04	00:58	00:53	00:42	00:34	00:27	00:19	00:10	00:00	00:09	00:19	00:29	00:38	00:44	00:49
Myrvoll	01:36	01:30	01:24	01:13	01:07	01:02	00:51	00:43	00:36	00:28	00:19	00:09	00:00	00:09	00:19	00:29	00:34	00:39
Atna	01:45	01:39	01:33	01:22	01:16	01:11	01:00	00:52	00:45	00:37	00:28	00:18	00:08	00:00	00:10	00:19	00:25	00:30
Hanestad	01:55	01:49	01:43	01:32	01:26	01:21	01:10	01:02	00:55	00:47	00:38	00:28	00:18	00:10	00:00	00:09	00:15	00:20
Midtskogen	02:02	01:56	01:50	01:39	01:33	01:28	01:17	01:09	01:02	00:54	00:45	00:35	00:26	00:17	00:07	00:00	00:05	00:10
Barkald	02:06	02:00	01:54	01:43	01:37	01:32	01:21	01:13	01:06	00:58	00:49	00:39	00:30	00:21	00:11	00:04	00:00	00:04
Bellingmo	02:10	02:04	01:58	01:47	01:41	01:36	01:25	01:17	01:10	01:02	00:53	00:43	00:33	00:25	00:15	00:07	00:03	00:00
Alvdal	02:22	02:16	02:10	01:59	01:53	01:48	01:37	01:29	01:22	01:14	01:05	00:55	00:45	00:37	00:27	00:19	00:15	00:12
Auma	02:30	02:24	02:18	02:07	02:01	01:56	01:45	01:37	01:30	01:22	01:13	01:03	00:53	00:45	00:35	00:27	00:23	00:20
Tynset	02:40	02:34	02:28	02:17	02:11	02:06	01:55	01:47	01:40	01:32	01:23	01:13	01:03	00:55	00:45	00:37	00:33	00:30
Telneset	02:47	02:41	02:35	02:24	02:18	02:13	02:02	01:54	01:47	01:39	01:30	01:20	01:11	01:02	00:52	00:44	00:40	00:37
Tolga	02:54	02:48	02:42	02:31	02:25	02:20	02:09	02:01	01:54	01:46	01:37	01:27	01:17	01:09	00:59	00:51	00:47	00:44
Håmålsvoll	03:00	02:54	02:48	02:37	02:32	02:26	02:15	02:07	02:00	01:52	01:43	01:33	01:24	01:15	01:05	00:58	00:54	00:50
Os	03:07	03:01	02:55	02:44	02:38	02:33	02:22	02:14	02:07	01:59	01:50	01:40	01:30	01:22	01:12	01:04	01:00	00:57
Røros	03:18	03:12	03:06	02:55	02:49	02:44	02:33	02:25	02:18	02:10	02:01	01:51	01:41	01:33	01:23	01:15	01:11	01:08
Glåmos	03:27	03:21	03:15	03:04	02:58	02:53	02:42	02:34	02:27	02:19	02:10	02:00	01:50	01:42	01:32	01:24	01:20	01:17
Rugdalen	03:32	03:26	03:20	03:09	03:03	02:58	02:47	02:39	02:32	02:24	02:15	02:05	01:56	01:47	01:37	01:30	01:26	01:22
Reitan	03:40	03:34	03:28	03:17	03:11	03:06	02:55	02:47	02:40	02:32	02:23	02:13	02:03	01:55	01:45	01:37	01:33	01:30
Stensli	03:44	03:38	03:32	03:21	03:15	03:10	02:59	02:51	02:44	02:36	02:27	02:17	02:07	01:59	01:49	01:41	01:37	01:34
Haltdalen	04:00	03:54	03:48	03:37	03:31	03:26	03:15	03:07	03:00	02:52	02:43	02:33	02:23	02:15	02:05	01:57	01:53	01:50
Nedre Langlete	04:07	04:01	03:55	03:44	03:38	03:33	03:22	03:14	03:07	02:59	02:50	02:40	02:30	02:22	02:12	02:04	02:00	01:57
Singsås	04:21	04:15	04:09	03:58	03:52	03:47	03:36	03:28	03:21	03:13	03:04	02:54	02:44	02:36	02:26	02:18	02:14	02:11
Kotsøy	04:30	04:24	04:18	04:07	04:01	03:56	03:45	03:37	03:30	03:22	03:13	03:03	02:53	02:45	02:35	02:27	02:23	02:20
Rognes	04:36	04:30	04:24	04:13	04:07	04:02	03:51	03:43	03:36	03:28	03:19	03:09	02:59	02:51	02:41	02:33	02:29	02:26
Støren	04:48	04:42	04:36	04:25	04:19	04:14	04:03	03:55	03:48	03:40	03:31	03:21	03:11	03:03	02:53	02:45	02:41	02:38

Til	Fra																		
		Alvdal	Auma	Tynset	Telneset	Tolga	Håmålvoll	Os	Røros	Glåmos	Rugldalen	Reitan	Stensli	Haltdalen	Nedre Langlete	Singsås	Kotsøy	Rognes	Støren
Hamar		02:26	02:36	02:42	02:50	02:58	03:04	03:10	03:20	03:30	03:37	03:48	03:52	04:03	04:12	04:24	04:30	04:42	04:51
Ilseeng		02:18	02:28	02:34	02:42	02:50	02:56	03:02	03:12	03:22	03:29	03:40	03:44	03:55	04:04	04:16	04:22	04:34	04:43
Løten		02:12	02:22	02:28	02:36	02:44	02:50	02:56	03:06	03:16	03:23	03:34	03:38	03:49	03:58	04:10	04:16	04:28	04:37
Elverum		02:01	02:11	02:17	02:25	02:33	02:39	02:45	02:55	03:05	03:12	03:23	03:27	03:38	03:47	03:59	04:05	04:17	04:26
Bjørnsenga		01:55	02:05	02:11	02:19	02:27	02:33	02:39	02:49	02:59	03:06	03:17	03:21	03:32	03:41	03:53	03:59	04:11	04:20
Rudstad		01:49	01:59	02:05	02:13	02:21	02:27	02:33	02:43	02:53	03:00	03:11	03:15	03:26	03:35	03:47	03:53	04:05	04:14
Rena		01:39	01:49	01:55	02:03	02:11	02:17	02:23	02:33	02:43	02:50	03:01	03:05	03:16	03:25	03:37	03:43	03:55	04:04
Steinvik		01:29	01:39	01:45	01:53	02:01	02:07	02:13	02:23	02:33	02:40	02:51	02:55	03:06	03:15	03:27	03:33	03:45	03:54
Opphus		01:23	01:33	01:39	01:47	01:55	02:01	02:07	02:17	02:27	02:34	02:45	02:49	03:00	03:09	03:21	03:27	03:39	03:48
Evenstad		01:11	01:21	01:27	01:35	01:43	01:49	01:55	02:05	02:15	02:22	02:33	02:37	02:48	02:57	03:09	03:15	03:27	03:36
Stai		01:04	01:14	01:20	01:28	01:36	01:42	01:48	01:58	02:08	02:15	02:26	02:30	02:41	02:50	03:02	03:08	03:20	03:29
Koppang		00:57	01:07	01:13	01:21	01:29	01:35	01:41	01:51	02:01	02:08	02:19	02:23	02:34	02:43	02:55	03:01	03:13	03:22
Myrvoll		00:47	00:57	01:03	01:11	01:19	01:25	01:31	01:41	01:51	01:58	02:09	02:13	02:24	02:33	02:45	02:51	03:03	03:12
Atna		00:38	00:48	00:54	01:02	01:10	01:16	01:22	01:32	01:42	01:49	02:00	02:04	02:15	02:24	02:36	02:42	02:54	03:03
Hanestad		00:28	00:38	00:44	00:52	01:00	01:06	01:12	01:22	01:32	01:39	01:50	01:54	02:05	02:14	02:26	02:32	02:44	02:53
Midtskogen		00:18	00:28	00:34	00:42	00:50	00:56	01:02	01:12	01:22	01:29	01:40	01:44	01:55	02:04	02:16	02:22	02:34	02:43
Barkald		00:12	00:22	00:28	00:37	00:44	00:51	00:56	01:06	01:16	01:24	01:34	01:38	01:49	01:58	02:10	02:16	02:28	02:37
Bellingmo		00:08	00:18	00:24	00:32	00:40	00:46	00:52	01:02	01:12	01:19	01:30	01:34	01:45	01:54	02:06	02:12	02:24	02:33
Alvdal		00:00	00:10	00:16	00:24	00:32	00:38	00:44	00:54	01:04	01:11	01:22	01:26	01:37	01:46	01:58	02:04	02:16	02:25
Auma		00:08	00:00	00:06	00:14	00:22	00:28	00:34	00:44	00:54	01:01	01:12	01:16	01:27	01:36	01:48	01:54	02:06	02:15
Tynset		00:18	00:10	00:00	00:08	00:16	00:22	00:28	00:38	00:48	00:55	01:06	01:10	01:21	01:30	01:42	01:48	02:00	02:09
Telneset		00:25	00:17	00:07	00:00	00:07	00:14	00:19	00:29	00:39	00:47	00:57	01:01	01:12	01:21	01:33	01:39	01:51	02:00
Tolga		00:32	00:24	00:14	00:06	00:00	00:06	00:12	00:22	00:32	00:39	00:50	00:54	01:05	01:14	01:26	01:32	01:44	01:53
Håmålvoll		00:38	00:30	00:20	00:13	00:06	00:00	00:05	00:15	00:25	00:32	00:43	00:47	00:58	01:07	01:19	01:25	01:37	01:46
Os		00:45	00:37	00:27	00:19	00:13	00:06	00:00	00:10	00:20	00:27	00:38	00:42	00:53	01:02	01:14	01:20	01:32	01:41
Røros		00:56	00:48	00:38	00:30	00:24	00:17	00:11	00:00	00:10	00:17	00:28	00:32	00:43	00:52	01:04	01:10	01:22	01:31
Glåmos		01:05	00:57	00:47	00:39	00:33	00:26	00:20	00:09	00:00	00:07	00:18	00:22	00:33	00:42	00:54	01:00	01:12	01:21
Rugldalen		01:10	01:02	00:52	00:45	00:38	00:31	00:25	00:14	00:05	00:00	00:10	00:14	00:25	00:34	00:46	00:52	01:04	01:13
Reitan		01:18	01:10	01:00	00:52	00:46	00:39	00:33	00:22	00:13	00:07	00:00	00:04	00:15	00:24	00:36	00:42	00:54	01:03
Stensli		01:22	01:14	01:04	00:56	00:50	00:43	00:37	00:26	00:17	00:11	00:04	00:00	00:11	00:20	00:32	00:38	00:50	00:59
Haltdalen		01:38	01:30	01:20	01:12	01:06	00:59	00:53	00:42	00:33	00:27	00:20	00:16	00:00	00:09	00:21	00:27	00:39	00:48
Nedre Langlete		01:45	01:37	01:27	01:19	01:13	01:06	01:00	00:49	00:40	00:34	00:27	00:23	00:07	00:00	00:12	00:18	00:30	00:39
Singsås		01:59	01:51	01:41	01:33	01:27	01:20	01:14	01:03	00:54	00:48	00:41	00:37	00:21	00:14	00:00	00:06	00:18	00:27
Kotsøy		02:08	02:00	01:50	01:42	01:36	01:29	01:23	01:12	01:03	00:57	00:50	00:46	00:30	00:23	00:09	00:00	00:12	00:21
Rognes		02:14	02:06	01:56	01:48	01:42	01:35	01:29	01:18	01:09	01:03	00:56	00:52	00:36	00:29	00:15	00:06	00:00	00:09
Støren		02:26	02:18	02:08	02:00	01:54	01:47	01:41	01:30	01:21	01:15	01:08	01:04	00:48	00:41	00:27	00:18	00:12	00:00

BILAG 3: PASSASJERSTATISTIKK

Stasjon	Av/påstigninger i året	Årlige passasjerer til neste stasjon	Elektrisk drevet materiell		Ny linje: jevnt fordelt		Ny linje: mellom R-S		Timestakt Rena		Kvelds- /morgenrute		5 av ganger dagen R-T	
			Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks	Min/maks
Hamar	106 300	210 000	1 %	2 %	4 %	7 %			47 %	82 %				
Ilseng	2 700	209 046	1 %	2 %	4 %	7 %			47 %	82 %				
Løten	5 800	206 995	1 %	2 %	4 %	7 %			47 %	82 %				
Elverum	42 100	192 113	1 %	2 %	4 %	7 %			47 %	82 %				
Rena	47 600	175 287	1 %	2 %	4 %	7 %			47 %	82 %				
Steinvik	500	175 110	1 %	2 %	4 %	7 %								
Opphus	1 200	174 686	1 %	2 %	4 %	7 %								
Evenstad	2 600	173 767	1 %	2 %	4 %	7 %								
Stai	1 800	173 130	1 %	2 %	4 %	7 %								
Koppang skystasjon	23 000	165 000	1 %	2 %	4 %	7 %								
Atna	3 600	163 754	1 %	2 %	4 %	7 %								
Hanestad	2 400	162 924	1 %	2 %	4 %	7 %								
(Bellingmo)	700	162 682	1 %	2 %	4 %	7 %								
Alvdal	20 500	155 588	1 %	2 %	4 %	7 %								
Auma	600	155 381	1 %	2 %	4 %	7 %								
Tynset skystasjon	44 200	140 087	1 %	2 %	4 %	7 %					7 %	12 %		
Tolga	11 400	136 142	1 %	2 %	4 %	7 %					7 %	12 %		
Os	12 100	131 955	1 %	2 %	4 %	7 %					7 %	12 %		
Røros	122 200	89 671	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Glåmos	2 000	88 979	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
(Reitan)	800	88 702	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Ålen	3 500	87 491	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Haltdalen	3 200	86 384	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Langlete	700	86 142	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Singsås	1 700	85 554	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Kotsøy	1 300	85 104	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Rognes	300	85 000	1 %	2 %	10 %	19 %	18 %	34 %					27 %	47 %
Støren														



Stasjon	Av/påstigninger i året	Årlige passasjerer til neste stasjon	Linjeomlegginger			
			Jevnt		Røros-Støren	
			min/maks		min/maks	
Hamar	106 300	210 000	318 000	401 000	310 000	385 000
Ilseeng	2 700	209 046	317 000	399 000	308 000	384 000
Løten	5 800	206 995	314 000	395 000	305 000	380 000
Elverum	42 100	192 113	291 000	367 000	283 000	352 000
Rena	47 600	175 287	265 000	335 000	259 000	322 000
Steinvik	500	175 110	183 000	191 000	177 000	178 000
Opphus	1 200	174 686	183 000	191 000	176 000	178 000
Evenstad	2 600	173 767	182 000	190 000	175 000	177 000
Stai	1 800	173 130	181 000	189 000	175 000	176 000
Koppang skysstasjon	23 000	165 000	173 000	180 000	166 000	168 000
Atna	3 600	163 754	172 000	179 000	165 000	167 000
Hanestad	2 400	162 924	171 000	178 000	164 000	166 000
(Bellingmo)	700	162 682	170 000	178 000	164 000	166 000
Alvdal	20 500	155 588	163 000	170 000	157 000	158 000
Auma	600	155 381	163 000	170 000	157 000	158 000
Tynset skysstasjon	44 200	140 087	156 000	169 000	150 000	159 000
Tolga	11 400	136 142	152 000	164 000	146 000	154 000
Os	12 100	131 955	147 000	159 000	142 000	150 000
Røros	122 200	89 671	123 000	150 000	130 000	163 000
Glåmos	2 000	88 979	122 000	148 000	129 000	162 000
(Reitan)	800	88 702	122 000	148 000	129 000	161 000
Ålen	3 500	87 491	120 000	146 000	127 000	159 000
Haltdalen	3 200	86 384	118 000	144 000	125 000	157 000
Langlete	700	86 142	118 000	144 000	125 000	157 000
Singsås	1 700	85 554	117 000	143 000	124 000	156 000
Kotsøy	1 300	85 104	117 000	142 000	124 000	155 000
Rognes	300	85 000	117 000	142 000	123 000	155 000
Støren						