



KAPASITETSRAPPORTEN 2010



FORORD

Jernbaneverkets hovedprodukt er «infrastrukturkapasitet»; eller «tidsbestemt plass på sporet som kan brukes til å fremføre tog». Hvert tertial sender Jernbaneverket en rapport til Samferdselsdepartementet. To av rapporteringsparameterne er hvilken kapasitet som tilbys på ulike deler av det statlige jernbanenettet samt hvordan denne kapasiteten utnyttes (K/Ko).

Nærværende rapport inneholder *blant annet deler* av underlaget til tertialrapporten, presentert grafisk og på en – håper vi – lett tilgjengelig måte.

Kapasitetsrapporten utgis av Jernbaneverkets enhet Marked og kommunikasjon. Målsettingen er å oppdatere (nyutgi) rapporten én gang per år, fortrinnsvis i etterkant av det årlige hovedterminkiftet. Opplaget for både 2007 og 2008-versjonen har ligget på ca 500 eksemplarer.

Grunnet helt marginale endringer i trafikkmengder og ikke minst strekningskapasiteten ble det ikke utgitt en egen rapport for 2009. Verdier for 2008 vil være relevante for 2009.

Nærværende rapport illustrerer kapasitet og kapasitetsutnyttelse (togtrafikk) i 2 situasjoner:

1. Dagens situasjon (år 2010 - inneværende hovedtermin)
2. Situasjonen gitt implementering av et forslag til strategiske rutemodell (SRM¹) for 2023, utviklet av Marked og kommunikasjon. Rutemodellen baseres på faste frekvenser for samtlige togtyper samt utstrakt integrering av persontogruter. Dette åpner også for sterkere integrering og korrespondanse mot lokale og regionale bussruter. Det forutsettes at spesifikke flaskehals fjernes. Tiltakenes art vil være kryssingssporforlengelser, etablering av samtidig innkjør og nye kryssingsspor. Året 2023 er valgt da dette er avslutningsåret for neste NTP-periode (2014-2023).

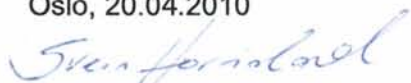
Ved å vise disse situasjonene i samme rapport viser vi ikke bare hvor Jernbaneverket er *kapasitetsmessig*, men også til en viss grad *hvor Jernbaneverket kan gå for å bidra til «Mer på skinner»*.

For Kapasitetsrapporten 2010 er det ingen vesentlige eller prinsipielle endringer i forhold til rapporten for 2008.

Rapporten er utarbeidet av senioring. Gaute Borgerud ved Jernbaneverket, Marked og kommunikasjon. Spørsmål og kommentarer mottas med takk.

God lesning!

Oslo, 20.04.2010



M / Svein Horrisland
Etatsdirektør

¹ Se under «Definisjoner» for nærmere forklaring av SRM og tekniske begreper.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
1 JERNBANEVERKETS ANSVAR	6
1.1 Infrastrukturkapasitet – Jernbaneverkets hovedprodukt	6
1.2 Infrastrukturkapasitetens betydning for jernbanetransportens konkurranseevne.....	6
2 LOVGIVNING OG JBV-RETNINGSLINJER VEDRØRENDE KAPASITET.....	7
2.1 Jernbanelovgivningens krav om når strekninger skal erklæres for overbelastet:.....	7
2.2 Virkninger av at en strekning erklæres overbelastet:	7
2.3 Kapasitetsanalysens nærmere innhold	7
2.4 Kapasitetsforbedringsplanens nærmere innhold.....	7
2.5 Jernbaneverkets kapasitetsanalyser iht. gjeldende jernbanelovgivning	8
3 ERKLÆRT OVERBELASTET INFRASTRUKTUR PÅ DET STATLIGE JERNBANENETTET	9
4 UTVIKLING OG TRENDER INNEN TOGTRAFIKKEN	10
4.1 Utviklingen 2008 - 2010	10
4.2 Flere tog	10
4.3 Flere togselskaper	10
4.3.1 Hvor store er trafikkmengdene på det norske jernbanenettet?.....	11
4.4 Jernbaneverkets mulige grep for å møte den økte kapasitetsetterspørselen....	12
4.5 En mulig metode for langsiktig planlegging av tilbud og tiltak.....	12
4.5.1 Metode for tilbudsutvikling	12
4.5.2 Fase 1, tilbudsutvikling.....	13
4.5.3 Fase 2, infrastrukturutvikling.....	13
4.5.4 Fase 3, optimalisering fase 1 – fase 2	13
4.6 Antatt togtrafikk 2023	14
4.7 Tabeller over mulig utvikling av togtrafikken 2010 - 2023.....	14
4.7.1 Tilbud Østfoldbanen Oslo - Moss - Kornsjø og Oslo - Mysen.....	14
4.7.2 Tilbud Kongsvinger- og Solørbanen.....	15
4.7.3 Tilbud Gardermobanen og Hovedbanen	15
4.7.4 Tilbud Dovrebanen, Rørosbanen og Raumabanen	16
4.7.5 Tilbud Nordlandsbanen og Meråkerbanen.....	16
4.7.6 Tilbud Gjøvikbanen og Bergensbanen.....	17
4.7.7 Tilbud Drammenbanen, Spikkestadbanen og Vestfoldbanen	17
4.7.8 Tilbud Sørlandsbanen m/ sidebaner	18
5 INFRASTRUKTURKAPASITET OG KAPASITETS-UTNYTTELSE PÅ NASJONALT NIVÅ	19
5.1 Definisjon av strekningskapasitet.....	19
5.1.1 Trafikkapasitet	19
5.1.2 Transportkapasitet.....	19
5.2 Hvilken kapasitet har en banestrekning?	19
5.2.1 Hvilke deler i transportkjeden dimensjonerer kapasiteten?	19
5.2.2 Hva er trafikkapasiteten på en enkeltsporet jernbane?.....	20

5.2.3	Hva er trafikkapasiteten på en dobbeltsporet jernbane?	20
5.3	Forklaringer til kapasitetskartene på nasjonalt nivå	20
5.3.1	Forskjeller i infrastrukturkapasitet og kapasitetsutnyttelse fra 2008 til 2010..	21
5.3.2	Strekningsskapasitet 2010. Kapasitetsutnyttelse over døgnet.	22
5.3.3	Strekningsskapasitet 2010. Kapasitetsutnyttelse i makstimen.	23
5.4	Sammenheng mellom sporengder og togengder	24
5.4.1	Definisjon av lengdebegreper	24
5.4.2	Hva vil tog- og sporengdene være?	24
5.5	Transportkapasitet (kryssingssporengder) på nasjonalt nivå	25
6	KAPASITETSUTNYTTELSEN PÅ DEN ENKELTE JERNBANESTREKNING	27
6.1	Forklaringer til kapasitetsdiagrammene	27
6.1.1	Målestokk (togmengde per døgnet)	27
6.1.2	Diagrammene for «Kapasitet 2010 og togtrafikk 2010»	27
6.1.3	Diagrammene for «Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2030» 28	
6.1.4	Felles forklaringer til de vannrette kurvene i kapasitetsdiagrammene	28
6.2	Infrastrukturkapasiteten på de enkelte strekningene og hvordan denne utnyttes	29
6.2.1	Østfoldbanen Oslo S - Ski - Moss.....	30
6.2.2	Østfoldbanen Ski . Moss – Kornsjø og Ski – Mysen – Sarpsborg.....	32
6.2.3	Kongsvingerbanen og Solørbanen	34
6.2.4	Gardermobanen.....	36
6.2.5	Hovedbanen Lillestrøm – Eidsvoll og Dovrebanen Eidsvoll – Lillehammer..	38
6.2.6	Doverbanen Lillehammer – Dombås og Raumabanen Dombås – Åndalsnes .	40
6.2.7	Dovrebanen Dombås – Trondheim	42
6.2.8	Rørosbanen Hamar – Røros - Støren	44
6.2.9	Nordlandsbanen Trondheim – Steinkjer og Meråkerbanen Hell – Storlien....	46
6.2.10	Nordlandsbanen Steinkjer – Bodø	48
6.2.11	Ofofbanen Narvik – Riksgsgrensen.....	50
6.2.12	Gjøvikbanen Oslo S – Roa – Gjøvik og Roa – Hønefossbanen	52
6.2.13	Bergensbanen Hønefoss – Myrdal – Bergen.....	54
6.2.14	Hoved- Drammen- Askerbanen Lillestrøm – Oslo S – Drammen.....	56
6.2.15	Vestfoldbanen Drammen – Larvik – Nordagutu – Notodden.....	58
6.2.16	Randsfjordbanen (Drammen –) Hokksund – Hønefoss	60
6.2.17	Sørlandsbanen Drammen – Nordagutu – Kristiansand.....	62
6.2.18	Sørlandsbanen Kristiansand – Stavanger.....	64
7	KAPASITET PÅ STASJONER GODSTERMINALER; DRIFTSBANEGÅRDER OG VEDLIKEHOLDSBASER.....	66
8	TOGENES HASTIGHET OG TIDSFORBRUK.....	67
8.1	Hastighetsbegreper ved jernbane	67
8.1.1	Strekningssastighet	67
8.1.2	Kjørehastighet	67
8.1.3	Fremføringsastighet	67
8.1.4	Reiseastighet / transporthastighet	68
8.1.5	Dimensjonering av astighet.....	68
8.2	Togenes fremføringstid.....	68
8.2.1	Hva fremføringstiden består av	68
8.2.2	Hva forbedrer fremføringstiden	69

8.3	Grafisk fremstilling av fremføringstiden	69
8.3.1	Fremføringstid Dovrebanen Eidsvoll - Lillehammer.....	71
8.3.2	Fremføringstid Gjøvikbanen.....	73
8.3.3	Fremføringstid Vestfoldbanen Drammen – Larvik.....	75
9	HIERARKI FOR BANEASERTE TRANSPORTMODI	76
9.1	Internasjonal / nasjonal transport.....	76
9.2	Regional transport.....	76
9.3	Nærtransport.....	76
9.4	Forstadstransport.....	76
9.5	Bytransport.....	77
10	METODE FOR KAPASITETSBEREGNING AV ENKELTSPOREDE	
JERNBANER	78
10.1	Beregningsformel.....	78
10.2	Viktigste faktorer.....	78
10.3	Andre faktorer.....	78
10.4	Kapasitet over døgnet.....	78
10.5	Tilfeldige ruter versus systemruter.....	79
10.6	Vurdering av faktorene.....	79
10.7	Faktorer som Jernbaneverkets kapasitetsberegningsverktøy ikke hensyntar:	80
10.7.1	Kryssingsstasjoner med flere enn to togspor.....	81
10.7.2	Bruk av togspor til hensetting av tog.....	81
10.7.3	Skifting i togspor:.....	81
10.7.4	Styrte kryssingsmønstre pga. topografi og/eller andre lokale forhold:.....	81
11	METODE FOR KAPASITETSBEREGNINGER FOR DOBBELTSPOREDE	
JERNBANER	82
11.1	Teoretisk bakgrunn.....	82
11.2	Beregningsmetode.....	84
11.3	Estimatberegning.....	84
12	DEFINISJONER OG BEGREPSFORKLARINGER	86
13	KILDEDOKUMENTER:	90
14	SLUTTORD	91

BILDER

Forside: El 18 med tog 602 på Finse	Foto Njål Svingheim JBV
Side 6: Robel lastetraktor på Dovrebanen	Foto Øystein Grue JBV
Side 8: Sporombyggingstoget nord for Dombås	Foto Njål Svingheim
Side 9: Type 93 i tog 2343 ved Kvam	Foto Njål Svingheim
Side 21: Type 73A i tog 62 ved Gol	Foto Njål Svingheim
Side 25: CNs El 14 i CX 5731 ved Hundorp	Foto Njål Svingheim
Side 51: Skogrydding langs Kongsvingerbanen	Foto Øystein Grue
Side 69: Tømmerlastning ved Vestmo, Solørbanen	Foto Øystein Grue
Side 71: Spararbeider ved Oslo S	Foto Øystein Grue
Side 75: Sporombyggingstoget sør for Fokstua	Foto Njål Svingheim
Side 77: Type 72 i tog 3009 i Sandnes	Foto Njål Svingheim
Side 85: Beilhack snøfres på Finse	Foto Øystein Grue
Bakside: Type 72 i tog 3029 ved Mariero	Foto Njål Svingheim

1 Jernbaneverkets ansvar

Frem til delingen mellom NSB og Jernbaneverket og opprettelsen av Statens jernbanetilsyn 01.12.1996 hadde all virksomhet knyttet til jernbane i Norge vært integrert i Norges statsbaner.

Fra 01.12.1996 har Jernbaneverket ansvaret for drift og vedlikehold / fornyelse av statens jernbaneinfrastruktur, samt fra 01.01.1999 også ansvar for kapasitetsfordeling (ruteplanlegging) og trafikkstyring på det samme nettet. Med infrastruktur forstås sporanlegg med underliggende konstruksjoner, energiforsyning og kontaktledningsanlegg, trafikkstyrings- og sikkerhetsanlegg samt kommunikasjons- og informasjonsanlegg i forbindelse med togfremføringen.

Jernbaneverket har videre ansvaret for økt bruk av jernbane som transportform gjennom forbedringer og utvikling av infrastrukturen for å imøtekomme brukernes og eiers behov. Dette oppnås gjennom godt tilrettelagte anlegg som stasjoner og terminaler, som best mulig fanger opp transportstrømmene i samfunnet og som langs pålitelige, effektive og riktig dimensjonerte jernbanestrekninger leder disse transportstrømmene mellom de forskjellige stasjonsanleggene.

1.1 Infrastrukturkapasitet – Jernbaneverkets hovedprodukt

Jernbaneverket er en tjenesteleverandør hvis viktigste ytelse er infrastrukturkapasitet – dvs. «tidsbestemt plass på sporet som kan brukes til å kjøre tog». De fleste grep som gjøres i jernbanens infrastruktur har til formål å øke denne kapasiteten. Mengden av og kvaliteten på eksisterende kapasitet er styrende ikke bare for jernbanens evne til å ta unna dagens trafikk, men også for evnen til å ta imot økt trafikk.

1.2 Infrastrukturkapasitetens betydning for jernbanetransportens konkurranseevne

Infrastrukturkapasitet (i dagligtale brukes ofte kun kapasitet) er – sammen med god tilgjengelighet til infrastrukturen (høy driftssikkerhet, «oppetid», på de tekniske anleggene) - de viktigste bidragene Jernbaneverket kan levere for å styrke gods- og persontrafikksektorenes konkurranseevne. Jernbanetransport kjennetegnes ved høye faste kostnader. Enhetskostnadene for transport vil reduseres dersom produksjonsmidlene (lokomotiver, vogner og personale) kan utnyttes på en mer kostnadseffektiv måte. Togselskapene tjener ikke penger på togene deres står i ro.



2 LOVGIVNING OG JBV-RETNINGSLINJER VEDRØRENDE KAPASITET

Den viktigste *lovgivningen* relatert til jernbanens infrastrukturkapasitet og kapasitetsfordeling finnes i «fordelingsforskriften». Denne finnes enklest via Statens Jernbanetilsyns hjemmesider, se www.sjt.no. Viktige deler av denne lovgivningen er gitt gjennom EU-direktiv 2001/14.

De praktiske retningslinjene relatert til kapasitetsfordeling finnes i Jernbaneverkets Network Statement, kapittel 4.

2.1 Jernbanelovgivningens krav om når strekninger skal erklæres for overbelastet:

Fordelingsforskriftens § 7-9 pålegger Jernbaneverket å erklære infrastruktur for overbelastet under følgende omstendigheter:

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

Disse omstendighetene foreligger på strekningene som er listet i avsnitt 4 nedenfor.

2.2 Virkninger av at en strekning erklæres overbelastet:

Erklæringen utløser en plikt for JBV til å iverksette og slutføre en nærmere beskrevet prosess innenfor lovbestemte frister. Fordelingsforskriftens § 7-9, 2. ledd beskriver det neste trinnet i prosessen slik:

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

2.3 Kapasitetsanalysens nærmere innhold

Kapasitetsanalysens nærmere innhold er gitt i fordelingsforskriftens § 7-13
Kapasitetsanalyse av infrastrukturen, 1. og 2. ledd, hvorfra hitsettes:

«Kapasitetsanalysen skal avklare årsakene til overbelastningen og angi hvilke tiltak som kan treffes på kort og mellomlang sikt for å redusere overbelastningen.»

Kapasitetsanalysen skal omfatte infrastrukturen, driftsprosedurene, arten av de ulike trafikkformer på infrastrukturen, samt virkningen av alle disse faktorene på infrastrukturkapasiteten. Tiltakene som skal overveies omfatter særlig omruting av trafikk, endring av ruteplanen, hastighetsendringer og forbedringer av infrastrukturen.»

2.4 Kapasitetsforbedringsplanens nærmere innhold

Kapasitetsforbedringsplanens nærmere innhold er gitt i fordelingsforskriftens § 7-14
Kapasitetsforbedringsplan for infrastrukturen, hvorfra hitsettes:

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

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

- a) årsakene til overbelastningen,
- b) den sannsynlige framtidige trafikkutvikling,
- c) begrensninger på infrastrukturutviklingen,
- d) muligheter for og kostnader ved å forbedre kapasiteten, herunder sannsynlige endringer av infrastrukturavgifter.

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

2.5 Jernbaneverkets kapasitetsanalyser iht. gjeldende jernbanelovgivning

Gjennom årene har Jernbaneverket analysert kapasitetssituasjonen på flere strekninger. Det er imidlertid kun iverksatt to kapasitetsanalyser iht. ovenstående retningslinjer etter at EU gav retningslinjer for slike. De to analysene gjelder for strekningene Hamar-Lillehammer og Oslo S-Lysaker. Analysen for Oslo S – Lysaker er ferdig.



3 ERKLÆRT OVERBELASTET INFRASTRUKTUR PÅ DET STATLIGE JERNBANENETTET

Jernbaneverket har erklært følgende strekninger for overbelastet:

1. Østfoldbanen, Oslo S-Ski, mellom 06:30 og 09:00 og mellom 15:00 og 17:30 på virkedager.
2. Oslo Sentralstasjon og Oslotunnelen, samme tidsrom som ovenfor
3. Drammenbanen, Skøyen – Sandvika, samme tidsrom som over
4. Bergensbanen, Bergen – Arna, mellom 06:30 og 00:30 på virkedager
5. Sørlandsbanen, Sandnes – Nærbø, mellom 06:15 og 08:15 og mellom 16:00 og 18:00 på virkedager
6. Dovrebanen, Hamar – Lillehammer, mellom 12:00 og 14:30 på virkedager
7. Hovedbanen, Lillestrøm – Kløfta, mellom 18:00 og 23:30 på virkedager

Kilder: Network Statement 2010 og 2011, artikkel 4.4.3.2,

Kapasitetsfordelingsplaner under implementering:

1. Nytt dobbeltspor Lysaker – Sandvika vil, når det er ferdigstilt, redusere overbelastningen på Drammenbanen til strekningen Oslo S- Lysaker, jfr. pkt. 2 og 3 ovenfor.



4 UTVIKLING OG TRENDER INNEN TOGTRAFIKKEN

4.1 Utviklingen 2008 - 2010

Det har fra 2008 til 2010 kun vært helt marginale endringer i togtrafikken på det statlige jernbanenettet. For infrastrukturens vedkommende har ferdigstillingen av dobbeltsporet for Sandnes – Stavanger på Sørlandsbanen gitt en tistrekkelig trafikk- og transportkapasitet for denne strekningen.

Det har fortsatt, tiltross for en tilbakegang i transportvolum i 2009 vært en del henvendelser fra godstransportmarkedet om flere ruteleier for godstog. Dette gjelder både for tog i daglig rute og mer lavfrekvent, som ukentlig. Mange henvendelser kommer derfor utenfor den ordinære kapasitetsfordelingsprosessen. Det har videre vært en markert økning i interesse og forespørsler om laste- / lossemuligheter / kapasitet i terminaler.

4.2 Færre godstog i 2010

Jernbaneverket er iht. fordelingsforskriften pålagt å sørge for at alle togselskapers kapasitetsforespørsler imøtekommes *så langt dette er mulig*.

Togselskapers kapasitetsforespørsler for 2010 er mottatt av Jernbaneverket og kapasiteten er fordelt. På grunnlag av dette kan det fastslås at etterspørselen, etter godstogsruiter har gått noe tilbake. Dette skyldes den stagnasjonen i godstransportmarkedet som oppsto høsten 2008 og som holdt seg stort sett hele 2009. Dette bildet preger rutebestillingen for 2010. Dette betyr at utnyttelsen av Jernbaneverkets infrastrukturkapasitet går marginalt tilbake fra 2008 / 2009 til 2010. Likevel er kapasiteten på det statlige jernbanenettet stedvis utnyttet langt utover hva som er anbefalt. Dette har følgende negative konsekvenser:

- Togenes fremføringstider vil øke pga. et økende antall kryssinger med andre tog. Som eksempel vises til den overbelastede strekningen Hamar-Lillehammer hvor persontog i 2010 har et kjøretidspåslag på mellom 2 ½ og 14 minutter og godstog har kjøretidspåslag på mellom 0 og 29 ½ minutt. (Se side 71)
- Forsinkelser som i utgangspunktet rammer kun ett tog vil lettere spre seg til flere tog. Det vil ta lengre tid å gjenopprette punktlig toggang.
- Det vil bli vanskeligere å nå punktlighetsmålene.
- Det kan bli nødvendig å redusere tillatte tog lengder (på godstog) for at disse togene skal kunne krysse på stasjoner med kortere spor for å komme frem. Dette fordi det på deler av det statlige jernbanenettet fremdeles er for få og / eller for korte kryssingsspor.

4.3 Flere togselskaper

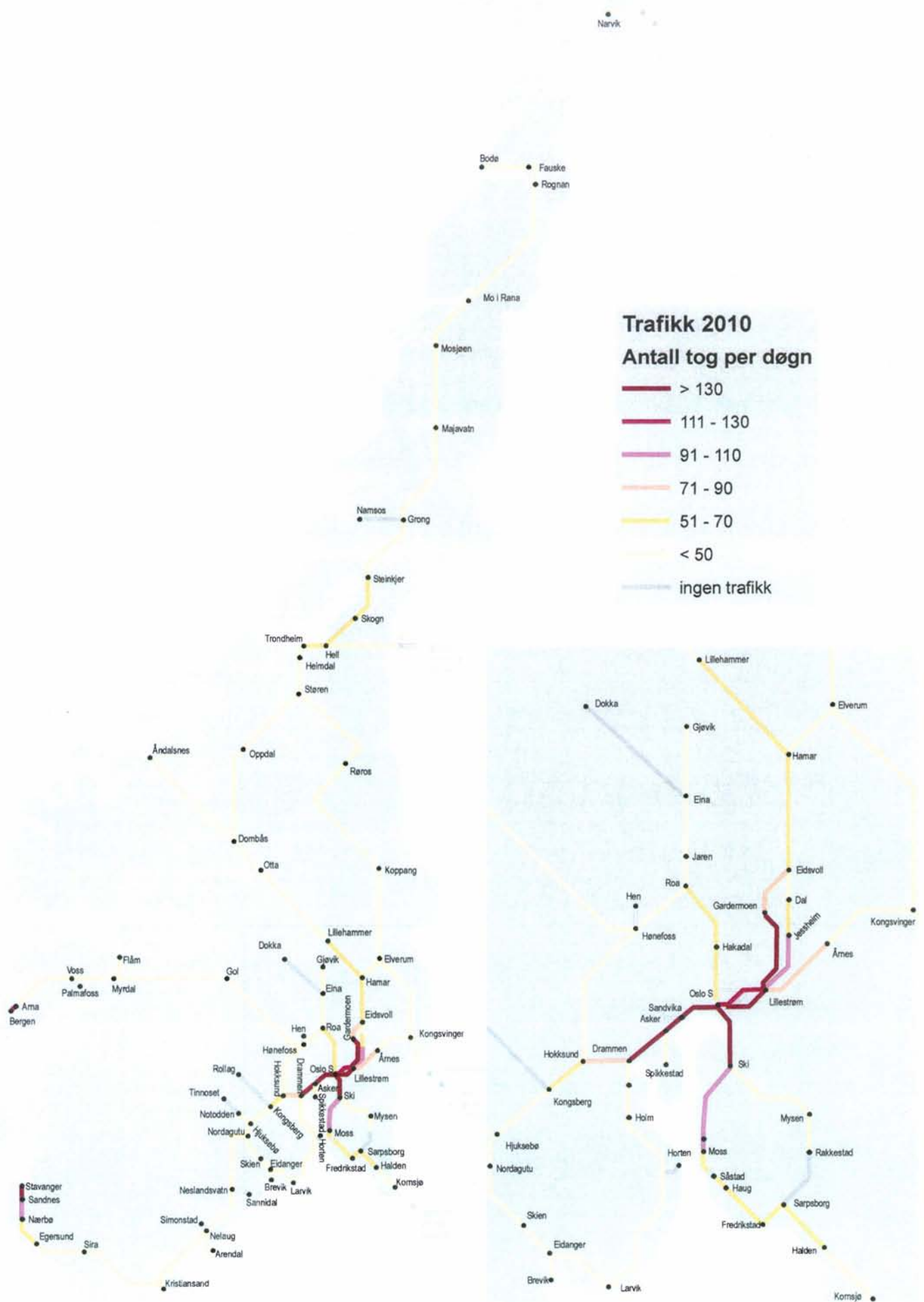
Liberaliseringen av godstransportsektoren har ført til et større antall godstogselskaper. I stigende grad etterspør disse selskapene kapasitet i de samme godsterminalene.

På terminaler Jernbaneverket eier er dette i ferd med å føre til at Jernbaneverket må sette inn ressurser for å ta seg av kapasitetsfordelingen inne på terminalen, en oppgave som tidligere har vært overlatt togselskapene. Det har videre vært en viss revitalisering av private sidespor samt nye private terminaler. Etablering av Gropa sidespor og terminal på Kongsvingerbanen er et slikt eksempel.

På private kombiterminaler – herunder NSB AS' kombiterminaler – er det i praksis CargoNet AS som fordeler kapasitet. Dette kan medføre problemer for nye selskaper som forsøker å starte ny trafikk.

Fra og med 2008 har vi begynt å se direkte konkurranse mellom godstogselskapene i den forstand at de transporterer samme type varer på samme relasjon.

4.3.1 Hvor store er trafikkmengdene på det norske jernbanenettet?



4.4 Jernbaneverkets mulige grep for å møte den økte kapasitetsetterspørselen

Frem til fisjonen av det gamle NSB den 1.12.1996 – og i de første årene deretter – kunne NSB selv koordinere den samlede kapasitetsetterspørselen i fra NSB selv og fra datterselskapene, Flytoget AS og CargoNet AS. Dette er ikke lenger situasjonen. Selv om NSB AS og CargoNet AS skulle ønske å koordinere sin kapasitetsetterspørsel, lar det seg ikke gjøre for alle togselskapene å koordinere sin samlede etterspørsel seg imellom. Det har gjort kapasitetsfordelingen mer utfordrende enn den var tidligere.

I denne nye situasjonen vil Jernbaneverkets kapasitetsfordelingsmyndighet (Trafikk Ruteplan) påbegynne planarbeidet med ruteomleggingen i 2012 allerede i 2008 – 2009 med sikte på å identifisere ønsker om kapasitet og eventuelle behov for andre endringer i infrastrukturen innen den fornyede vestkorridoren (strekningen Lysaker-Sandvika) står ferdig i 2012. Hva som for tiden savnes er grundigere og mer forankrede strategier / strategiprosesser for tilbudsutviklingen frem mot 2020 – 2025.

Den tradisjonelle måten å svare på økt kapasitetsetterspørsel på har vært å søke etter flaskehalsen i infrastrukturen uten å kunne dokumentere full utnyttelse av dette eller disse tiltakene.

4.5 En mulig metode for langsiktig planlegging av tilbud og tiltak

Generelt ligger løsningen på dette i å avdekke behov og etablere langsiktig planer for den konkrete tilbudsutviklingen for derigjennom å utvikle infrastrukturene til å imøtekomme denne trafikksituasjonen. Dette gir grunnlag for å dimensjonere både stasjoner / terminaler og strekningene mellom disse. Dette bør ende opp med å definere en grunnrutemodell for et antall togtyper og frekvenser for de enkelte strekningene. En slik grunnrutemodell vil da ende opp med å være en «katalog» som togselskapene i prinsippet kan velge ruteleier fra.

En grunnrutemodell bør ikke endres for ofte, kanskje kun hvert 15. – 20. år. I Norge ble grunnrutemodellen endret i 1980 i forbindelse med åpningen av Oslotunnelen, deretter i 1994 med en modifisering i forbindelse med åpningen av Gardermobanen 1998 / 1999. Neste endring forutsettes å skje 2012 i forbindelse med ferdigstillingen av nytt dobbeltspor Lysaker – Sandvika. Det tar også tid å gjennomføre endringer i infrastrukturen. For prosjekter i som kryssingssporforlengelse / nytt kryssingsspor vil det normalt kunne ta fra to til fire år fra vedtak til anlegget står ferdig. Forut for dette ligger da nødvendig utredning som går sammen med tilbudsutviklingen.

Utfordringen ligger i å etablere et ansvarlig og beslutningsdyktig forum på tvers av flere sektorer for å kunne estimere den langsiktige trafikktutviklingen på det statlige jernbanenettet.

Nedenfor er det forsøkt skissert en metode for gjennomføring av en langsiktig planleggingsprosess. Prosessen er rent funksjonelt vurdert og det er ikke tatt stilling til deltagende instanser, myndighetsforhold eller liknende.

4.5.1 Metode for tilbudsutvikling

Metoden er klart deduktiv og bygger på aksiomet at funksjon er overordnet struktur.

I prinsippet kan enhver ruteplan benyttes som forutsetning for utvikling og utbygging av infrastruktur bare man har bestemt seg for at det er denne ruteplanen man vil forholde seg til på lang sikt. Poenget er imidlertid å etablere en rutemodell / -plan som gir en mest mulig effektiv utnyttelse av kapasiteten, som knytter flest mulig målpunkter sammen i forhold til antall linjer, frekvenser og rutelengder, samt er lett leselig og brukervennlig.

En integrert takruteplan vil være svaret på en slik utfordring og vil dermed være grunnelementet i utviklingen av et brukerorientert transporttilbud. Et slikt tilbud utvikles gjennom flere trinn og iterasjoner.

Først avklares og defineres strategiens tidshorisont samt rammene for trafikktilbudets form

og utstrekning. Videre avklares prinsipielt hvilke infrastrukturelle forhold som ligger fast og hvilke type tiltak som skal være variable, samt krav til togmateriellets trafikale egenskaper.

4.5.2 Fase 1, tilbudsutvikling

Når man går i gang med selve tilbudsutviklingen, vurderes i første rekke tre sidestilte variabler. Gjennom dette tas et grunnleggende grep for den konkrete utformingen av selve ruteplanen. Disse tre variablene er:

- tilbudshierarki og frekvens for både person- og godstog,
- identifisering av mulige knutepunkter for en tilrettelagt korrespondanse primært mellom tog, sekundært mellom tog og buss og annen sporbunnen transport og mot sjøtransport.
- betjenings- og stoppmønster.

Metoden her er transportplanlegging. Den gjennomføres av to parter, én som etterspør og én som tilbyr. På etterspørselssiden vil for persontrafikkens del regionale samferdsels- og transportmyndigheter være sentrale aktører. Det samme vil utøvere av offentlig kjøp av transporttjenester være samt eventuelle kommersielle togselskaper. Aktuelle aktører innen godsttransport vil være bransjeorganisasjoner, vareeiere, speditører og togselskaper. Tilbudssiden representeres av utredere med omfattende kompetanse innen transport- og trafikkplanlegging, materiell- og infrastrukturforhold samt om den potensielle utviklingen innenfor disse feltene.

Som konsekvenser og resultater av disse prosessene vil det fremkomme krav til avgangstidspunkter, fremføringshastighet, kryssingsmønster, kapasitet og – for persontransportens del – også et linje- eller pendelmønster.

4.5.3 Fase 2, infrastrukturutvikling

Her ser man på de fysiske forutsetningene i den eksisterende infrastrukturens utforming, hvilke muligheter og barrierer som ligger i denne.

Metoden her vil være trafikkplanlegging og gjennomføres av tilbudssiden i hovedprosessen. Et svært viktig mål for dette nivået er å få de enkelte elementene som de forskjellige linjene og rutene i det totale transportsystemet til å virke sammen i en integrert helhet. Verktøyet er taktintegrert ruteplanlegging.

Den taktintegrerte ruteplanleggingen vil så avføde de konkrete ruteplanene med linjer og materiellturnuser. Disse identifiserer så de nødvendige tiltakene i infrastrukturen. Disse tiltakene skal være overensstemmende med det som er definert som variable infrastrukturforhold under punktet forutsetninger.

Som en del av denne prosessen vil det skje en iterasjon mot fase 1.

4.5.4 Fase 3, optimalisering fase 1 – fase 2

Hovedelementet i denne fasen er å tilrettelegge for og få en beslutning om hvordan transporttilbudet skal være på ett eller flere gitte tidspunkter, herunder også beslutning om nødvendige endringer i infrastrukturen. Behov for innsatsfaktorer i togdriften som antall enheter, størrelser, personale og lignende, fremkommer som en konsekvens av dette.

Metoden vil være samfunnsøkonomiske vurderinger av effekter og virkninger, sammenlignet med på den ene siden endrede inntekter og besparelser og på den andre siden kostnader til investeringer og drift.

I denne fasen vil det kunne skje iterasjoner mot fase 2, eventuelt også mot fase 1 og kanskje helt mot det settet av forutsetninger som først ble etablert.

Målet med hele prosessen er å etablere en strategi eller en vei som om et visst antall år, gjennom nødvendige endringer i infrastruktur og materiell, skal gi et integrert og sømløst transportopplegg både for gods- og for persontransportkunder. Det er fullt mulig å gjennomføre en slik strategi bane- eller strekningsvis, men full effekt vil ikke kunne oppnås før alle tiltak er gjennomført.

4.6 Antatt togtrafikk 2020 - 2025

En viktig forutsetning for å få til en god utvikling av persontransporttilbudet på bane er at det forligger godt gjennomarbeidede strategier og gjerne retningslinjer for hvordan man skal oppnå målene.

For persontogtrafikken bør man forvente at faste frekvenser legges til grunn for all togtrafikk, dette for å kunne tilby et godt tilbud over døgnet. Dette åpner for ruteintegrering, det vil si at togene korresponderer med hverandre i knutepunkter, noe som også legges inn som en forutsetning. En forutsetning for dette er at returrutene legges symmetrisk om en tidsakse i forhold til utgangsrutene. En slik akse vil som oftest være minuttallene «00-30». Videre vil en frekvensøkning for flere av linjene på de sentrale strekningene være å forvente.

For godstogtrafikken har ideene fra Jernbaneverkets godsstrategi fra 2007 dannet grunnlaget for estimert trafikk 2023. Intensjonen i strategien er frem til 2040 å legge til rette for en tredobling av hovedstrekningenes transportkapasitet. Dette fordeler seg på en fordobling av antall tog per døgn samt en økning i brutto toglengder fra dagens ca. 450 meter til 600 meter. Grepene som foreslås i SRM 2023 tar utgangspunkt i togselskapenes investeringer i ny trekraft som gir mulighet til å forlenge togene til ca 500meter. Dette vil da utgjøre første fase, legge til rette for å kjøre dagens tog med lengder inntil 500 meter, deretter å øke antall avganger til en fordobling av transportkapasiteten oppnås. Forutsetningen er at godstogavgangene legges med fast frekvens integrert med persontogtrafikken.

4.7 Tabeller over mulig utvikling av togtrafikken 2010 - 2023

Tabellene nedenfor gir antall tog i følge ruteplan for 2008 og 2010. Det vil så fremkomme hvor det har vært en økning (grønn uthevning) i antall tog henholdsvis en reduksjon (rød uthevning). For 2023 legges ruteopplegg foreslått i SRM til grunn.

SRM er optimalisert med hensyn til faste frekvenser / ruteintegrering og tiltak for å eliminere identifiserte flaskehalsar.

Togantallet beskriver antall tog per linje, i begge retninger på en virkedag (mandag – fredag). I venstre underkolonne for årstallene angis tallet for *grunnruten* (Gr.r.), det vil si det tilbudet som kjøres fast hele driftstiden fra ca. kl 06 til ca kl 24. I høyre underkolonne vises så *tilleggstogene* (rush) i høytrafikkperioden, normalt 07 – 09 og 15 - 17. Definisjoner av togtilbud / hierarki finnes under kapittel 9 side 76

4.7.1 Togtilbud Østfoldbanen Oslo - Moss - Kornsjø og Oslo - Mysen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Forstadstog	Skøyen - Ski	78	8	78	8		
	Oslo S - Kolbotn		3		3		12
	Lysaker - Ski					114	
Nærtrafikktoget	Spikkestad - Moss	38		38			
	Skøyen / Oslo S - Moss		7		7		
	Skøyen - Mysen	27			1		
	Skøyen - Rakkestad	7	1	7	1		
	Lysaker - Moss					30	
	Lysaker - Moss - Fredrikstad					38	

Togtilbud / togtype	ØSTFOLDBANEN fortsettelse Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Nærtrafikktoget	Oslo S - Mysen						4
	Lysaker - Rakkestad					38	
Regiontog	Oslo S - Moss - Halden	36	4	38	4	38	6
	i forlenges til og fra Göteborg	6		6		14	
Godstog	(Drm/Alna) Loenga – Moss	14		10		24	
	Moss - Sarpsborg	16		12		24	
	Sarpsborg - Halden	16		14		24	
	Halden - Kornsjø	14		12		24	
	Ski - Mysen - Sarpsborg	0		0		0	

4.7.2 Togtilbud Kongsvinger- og Solørbanen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Nærtrafikktoget	Skøyen - Årnes	32		34			
	Skøyen - Kongsvinger	2		4			
	Oslo S - Kongsvinger	8		8			
	(Drammen -) Oslo S - Kongsvinger					38	
	Oslo S - Årnes						4
	Kongsvinger - Elverum (-Hamar)					20	
Regiontog	Oslo S - Charlottenberg (- Karlstad)	8		8		16	
Godstog	Alnabru - Kongsvinger	14		13		28	
	Kongsvinger - Charlottenberg	12		12		20	
	Kongsvinger - Elverum	4		3		8	

4.7.3 Togtilbud Gardermobanen og Hovedbanen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Forstadstog	(Asker -) Oslo S - Lillestrøm	78		78		114	
	Skøyen - Lillestrøm		6		6		
	Oslo S - Strømmen						12
Nærtrafikktoget	(Drammen -) Oslo S - Dal	38		38		38	
	(Spikkestad -) Oslo S - Dal					36	
	(Kongsberg -) Oslo S - Eidsvoll	36		36		36	
Flytog	(Asker-) Oslo S - Gardermoen	120		0			
	(Drammen-) Oslo S - Gardermoen			120		120	
	Oslo S - Gardermoen	100		100			
	Lysaker - Gardermoen					100	
Regiontog	(Skien/Larvik -) Oslo S - Lillehammer	36				36	
	(Skien -) Oslo S - Eidsvoll			36		36	
	(Drammen -) Oslo S - Lillehammer			36			
Fjerntog	Oslo S - Eidsvoll (- Trondheim)	8		8		2	
	(Drammen -) Oslo S - Eidsvoll (- Trh)					14	
	(Kr.sand -) Oslo S - Eidsvoll (- Lmr)					16	
Godstog	Alnabru - Eidsvoll	22		22		36	
	Alnabru - Langeland	2		4		4	

4.7.4 Togtilbud Dovrebanen, Rørosbanen og Raumabanen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Regiontog	(Skien/Larvik -) Oslo S - Lillehammer	36				36	
	(Skien -) Oslo S - Eidsvoll			36		36	
	(Drammen -) Oslo S - Lillehammer			36			
	Hamar – Elverum (- Kongsvinger)					20	
	Hamar - Røros	8		8		12	
	Hamar - Røros - Trondheim	4		4		6	
	Røros - Trondheim	2		2		2	
	Lillehammer - Dombås	2		2			
	Lillehammer - Åndalsnes	2		2			
	Dombås - Åndalsnes	6		6		12	
Fjerntog	Oslo S - Eidsvoll - Trondheim	8		10		2	
	(Drammen -) Oslo S - Trondheim					14	
	(Drammen -) Oslo S - Dombås					2	
	(Kr.sand -) Oslo S - Lillehammer					16	
Godstog	(Alnabru -) Eidsvoll - Trondheim	16		18		20	
	(Alnabru -) Eidsvoll - Åndalsnes	4		6		6	
	(Alnabru -) Eidsvoll - Lillehammer	2		2		2	
	(Alnabru -) Elverum - Trondheim	2		4		8	
	Alnabru -) Elverum - Koppang/Auma	2		2		2	

4.7.5 Togtilbud Nordlandsbanen og Meråkerbanen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Forstadstog	Ler - Stjørdal					36	
Nærtrafikkto	Lerkendal - Steinkjer	36	4	36	4	36	4
	Rognan - Bodø	4					
	Fauske - Bodø		4		4		
	Røkland - Bodø			4		16	
Regiontog	Trondheim - Storlien (-Østersund)	4		4		6	
Fjerntog	Trondheim - Mo i Rana	2		2		2	
	Trondheim - Bodø	4		4		8	
	Mosjøen - Bodø	4		4		2	
Godstog	Trondheim - Hell	6		8		14	
	Hell - Storlien					6	
	Hell - Skogn					12	
	Skogn - Formofoss	8		6		10	
	Formofoss – Mo i Rana	8		6		12	
	Mo i Rana - Ørtfjell	14		12		18	
	Ørtfjell - Bodø	6		6		10	

4.7.6 Togtilbud Gjøvikbanen og Bergensbanen per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Forstadstog	Arna – Bergen	76		76		80	
Nærtrafikktoget	Voss - Bergen	18		18		20	
	Myrdal - Voss	6		6		10	
	Myrdal - Flåm («vinterrute»)	8		8		14	
	Myrdal - Flåm («sommerrute»)	20		20		28	
	Oslo S - Hakadal	14	2	14	2		
	Oslo S - Jaren	18		18		36	4
	Skøyen - Roa / Jaren		6		6		
	Roa - Hønefoss					36	
Regiontog	Oslo S - Gjøvik	20	2	20	2	36	
Fjerntog	(Oslo S -) Hønefoss - Bergen	8		8		16	
	(Oslo S -) Hønefoss - Geilo					2	
Godstog	Alnabru - Hønefoss	10		8		16	
	Hønefoss - Bergen	14		12		20	

4.7.7 Togtilbud Drammenbanen, Spikkestadbanen og Vestfoldbanen

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.r	Rush	Gr.r	Rush	Gr.r	Rush
Forstadstog	Asker - Oslo S (-Lillestrøm)	78		78		114	
Nærtrafikktoget	Spikkestad - Oslo S (- Moss)	38					
	Drammen - Oslo S (- Dal)	38		38		38	
	Spikkestad - Oslo S (- Kongsvinger)					38	
	Spikkestad - Oslo S (- Dal)					36	
	(Kbg -) Drammen - Oslo S (-Eidsvoll)	38		38		38	
Flytog	Asker - Oslo S (- Gardermoen)	120		0			
	Drammen - Oslo S (- Gardermoen)			120		120	
Regiontog	(Skien -) Larvik - Oslo S (- Lilleham.)	36		36		36	
	Larvik - Oslo S		6		6		4
	Larvik - Oslo S (- Eidsvoll)					36	
Fjerntog	(Bergen -) Drammen - Oslo S	8		8		16	
	(Stavanger -) Drammen - Oslo S	6		6		2	
	(Kr.sand -) Drammen - Oslo S	4		4		2	
	(Kr.sand -) Drammen - Oslo S (-Lhm)					14	
	Drammen - Oslo S (- Lhm/Dom/Trh)					16	
Godstog	Alnabru - Drammen	22		21		36	
	Drammen - Eidanger	0		0			

4.7.8 Togtilbud Sørlandsbanen m/ sidebaner per virkedag

Togtilbud / togtype	Persontog: Linje / relasjon Godstog: Per delstrekning	2008		2010		2023	
		Gr.ru	Rush	Gr.ru	Rush	Gr.ru	Rush
Forstadstog	Sandnes - Stavanger			76			
	Ganddal - Stavanger					76	
Nærtrafikktoget	Egersund - Stavanger	38	6	38	6	74	
	Nærbø - Stavanger	30		30			
	Nelaug - Arendal	12		12		18	
	Kongsberg - Oslo S (- Eidsvoll)	38		38		38	
	Kongsberg - Oslo S		4		4		
	Hønefoss - Drammen					18	
	Hønefoss - Hokksund					18	
	Hjuksebø - Notodden					32	
Regiontog	Porsgrunn - Notodden	16		16*			
	(Lhm / Oslo S -) Larvik - Skien	20		20		36	
	(Lhm / Oslo S -) Larvik - Nordagutu					18	
	Kristiansand - Stavanger	12		12		18	
Fjerntog	(Oslo S-) Drammen - Stavanger	6		6		2	
	(Oslo S-) Drammen - Kristiansand	4		6		16	
	(Oslo S-) Drammen - Hønefoss (-Brg)	8		10		16	
Godstog	Drammen - Hokksund	16		14		28	
	Hokksund - Nordagutu	8		10		18	
	Nordagutu - Kristiansand	8		10		14	
	Kristiansand - Ganddal	8		10		12	
	Nordagutu - Brevik	0		0		4	
	Hokksund - Hønefoss	8		4		10	

*) Innstilles fra 11.06.2010

5 INFRASTRUKTURKAPASITET OG KAPASITETS- UTNYTTELSE PÅ NASJONALT NIVÅ

5.1 Definisjon av strekningskapasitet

5.1.1 Trafikkapasitet

Det antall tog som kan passere et strekningsavsnitt per tidsenhet (per time eller per døgn).

For nærmere spesifikasjon, se kapittel 5.2 side 20.

Trafikkapasiteten varierer med følgende faktorer:

På enkeltsporede jernbaner:

- Lengste tidsavstand mellom kryssingssporene (størst viktighet)
- Samtidig innkjør på stasjonene (viktigst når kryssingssporene ligger tett, viktigheten avtar med økende kryssingssporavstand)
- Variasjon i togenes fremføringshastighet (mindre viktig)
- Variasjon i avstand mellom kryssingsstasjonene (mindre viktig)

På dobbeltsporede jernbaner:

- Variasjon i togenes fremføringshastighet (størst viktighet)
- Faste eller flytende blokkstrekninger (mindre viktig)
- Forbikjøringsspor (viktig på lange strekninger)
- Stasjonsspor for å sette tog inn i og ut av trafikk

5.1.2 Transportkapasitet

Den mengde gods (uttrykt for eksempel i tonn, TEU-er eller kubikkmeter) eller passasjerer (uttrykt for eksempel i tilbudt mengde seter og/eller ståplasser) som kan transporteres over et strekningsavsnitt per tidsenhet (per time og eller per døgn).

For transportkapasiteten har vi i tillegg til antall tog følgende variable faktorer i jernbaneinfrastrukturen som påvirker togenes størrelse som begrenses av lengde, bruttovekt og tverrsnitt.

- Kryssingssporlengde
- Tillatt aksellast (knyttes ofte opp mot tillatt hastighet for toget)
- Energitilførsel (for elektrisk drevne tog)
- Stigningsforhold (bestemmende for hvor mange tonn etterhengt togvekt ett lokomotiv kan trekke og samtidig opprettholde forutsatt kjørehastighet.)
- Lastprofil (som bestemmer hvor høye, hvor brede og hvor lange vognene i toget (eller vognenes last) kan være)

5.2 Hvilken kapasitet har en banestrekning?

5.2.1 Hvilke deler i transportkjeden dimensjonerer kapasiteten?

En transportkjede består av mange deler / elementer. Grovt sett utgjøres disse av anlegg for lasting / omlasting / lossing samt transportstrekningene mellom disse. I tillegg komme så

selve bevegelseelementet, det være seg tog, bil, båt, fly, osv. Dette er tydeligst for godstransport, men gjelder prinsipielt for persontransport også. Deler av en transportkjede vil kunne tilbys av et jernbanesystem. For jernbanen er det spesielt viktig å få til en harmonisert og balansert *dimensjonering* av sine elementer som utgjøres av stasjoner / terminaler, banestrekninger og tog.

5.2.2 Hva er trafikkapasiteten på en enkeltsporet jernbane?

Nedenforstående verdier er vurderinger gjort med bakgrunn i empiri og er å betrakte som «tommelfingerregler». Den viktigste parameteren er den maksimale, gjennomsnittlige kjøretiden mellom kryssingsstasjoner, hvilket gir følgende togmengder for begge retninger:

- 4 minutter ca. 90 - 110 tog per døgn F.eks Nærbø - Sandnes
- 5 minutter ca. 80 - 100 tog per døgn F.eks Lillestrøm - Langeland
- 6 minutter ca. 70 - 90 tog per døgn F.eks Lillestrøm - Årnes
- 7 minutter ca. 65 - 80 tog per døgn F.eks Drammen - Hokksund
- 8 minutter ca. 60 - 70 tog per døgn F.eks Grefsen - Hakadal

5.2.3 Hva er trafikkapasiteten på en dobbeltsporet jernbane?

Nedenforstående verdier er vurderinger gjort med bakgrunn i empiri og er å betrakte som «tommelfingerregler». Den viktigste parameteren er forskjellen i fremføringshastighet togene bruker over strekningen. Videre er det av betydning om raske og langsomme tog fordeles jevnt eller om de «buntes».

Korte strekninger 10 – 20 km

- Ingen hastighetsdifferanse mellom togene: 18 – 20 tog per time og retning
- Liten hastighetsdifferanse, 3 – 4 minutter: 14 – 16 tog per time og retning
- Større hastighetsdifferanse, 6 – 9 minutter: 10 – 12 tog per time og retning

Lengre strekninger 30 – 50 km

- Ingen hastighetsdifferanse mellom togene: 18 – 20 tog per time og retning
- Liten hastighetsdifferanse, 3 – 4 minutter: 13 – 15 tog per time og retning
- Større hastighetsdifferanse, 6 – 9 minutter : 8 – 10 tog per time og retning

Det er ikke noe poeng å vurdere lengre strekninger da hastighetsdifferansen da i enda sterkere grad vil redusere kapasiteten. Hastighetsdifferanser håndteres gjennom å etablere forbi kjøringsspor hvor den langsomtgående trafikken slipper forbi den hurtiggående.

5.3 Forklaringer til kapasitetskartene på nasjonalt nivå (s 22-23)

Kartene illustrerer to forhold:

1. Den infrastrukturkapasiteten Jernbaneverket tilbyr togselskapene, samt
2. i hvor stor grad denne kapasiteten utnyttes.

Bredden / tykkelsen på streken som symboliserer den enkelte bane uttrykker tilbudt infrastrukturkapasitet, fargen uttrykker graden av kapasitetsutnyttelse. Fargeskalaen er gradert slik at den brukes én farge for kapasitetsutnyttelse mellom 1 og 40 %, deretter skifter fargen for hver 15. % økning i kapasitetsutnyttelsen utover dette. Det kan således skje relativt store endringer i kapasitetsutnyttelsen uten at det medfører endret fargebruk. For mer detaljerte forklaringer til fargeskalaene, se det enkelte kart.

Det første kartet, side 22, er merket «Kapasitetsutnyttelse over døgnet» i 2010. Det viser graden av kapasitetsutnyttelse når hele døgnet måles under ett.

Det neste kartet, side 23, er merket «Kapasitetsutnyttelse i maksimaltiden» i 2010. Det viser graden av kapasitetsutnyttelse i makstimen, dvs. de to sammenhengende timene av døgnet timer når det kjøres flest tog over det enkelte baneavsnittet. Bemerk at «maksimaltiden» kan falle på ulik tid av døgnet på ulike baneavsnitt.

Kapasitetsutnyttelsen er beregnet ut fra kapasitet tildelt gjennom den årlige ruteplanprosessen. Kapasitet tildelt etter ad hoc-søknader vises ikke. Kapasitet som benyttes til planlagt vedlikehold vises ikke. Den reelle kapasitetsutnyttelsen kan således være noe høyere enn vist her.

5.3.1 Forskjeller i infrastrukturkapasitet og kapasitetsutnyttelse fra 2008 til 2010

Forskjeller i tilbudt infrastrukturkapasitet fra 2008 til 2010:

Det er fullført to kapasitetsøkende tiltak fra 2008 til 2010. Det mest betydningsfulle finer vi på Sørlandsbanen for strekningen Sandnes – Stavanger hvor dobbeltsporutbyggingen sto ferdig høsten 2009 og den nye banestrekningen med nytt togtilbud Sandnes – Stavanger ble tatt i bruk 14.12.2009. Det andre er Berg kryssingsspor på Østfoldbanen mellom Sarpsborg og Halden, hvor kryssingssporforlengelse ble ferdigstilt høsten 2009. Dette gir en bedret kapasitet for fremføring av lange tog. Utover dette er tilbudt kapasitet den samme i 2010 som i 2008.

Forskjeller i kapasitetsutnyttelse fra 2008 til 2010:

Kapasitetsutnyttelsen i maksimaltiden og over døgnet er i hovedsak uendret i fra 2008 til 2010. Dette betyr *ikke* at antall tog i er det samme over alt, men at endringer er for små til å komme frem på de landsdekkende kartene. Det bør imidlertid nevnes at togtrafikken på den tidvis overbelastede strekningen Eidsvoll - Lillehammer har økt med to godstogpar fra gjennomsnittlig 9 togpar per hverdag til 11 togpar.

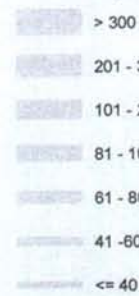


5.3.2 Strekningskapasitet 2010. Kapasitetsutnyttelse over døgnet.

Narvik

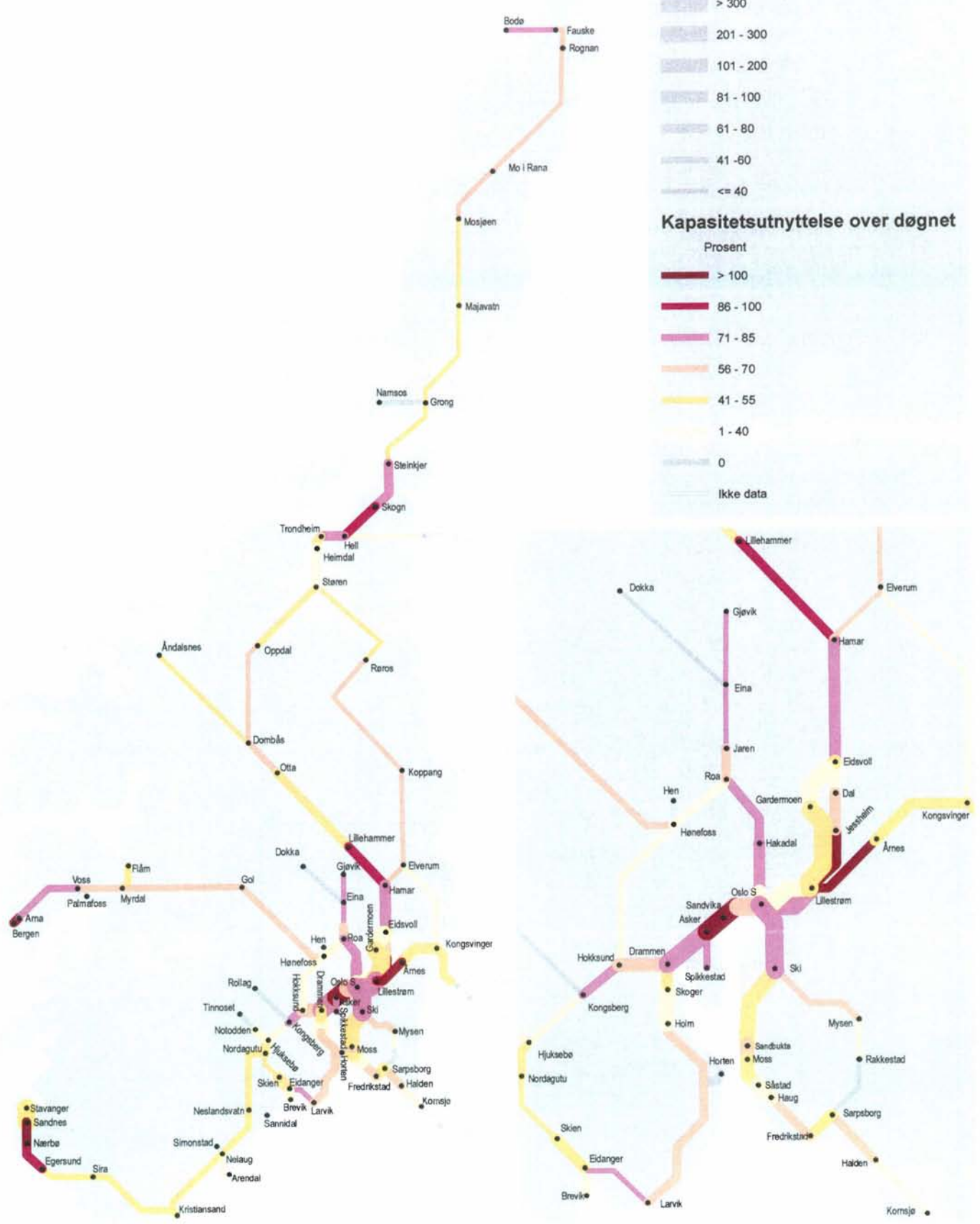
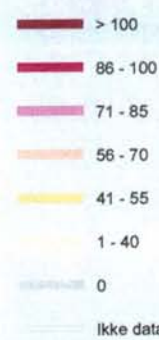
Strekningskapasitet 2010

Antall tog per døgn (strekktykkelse angir mengde)

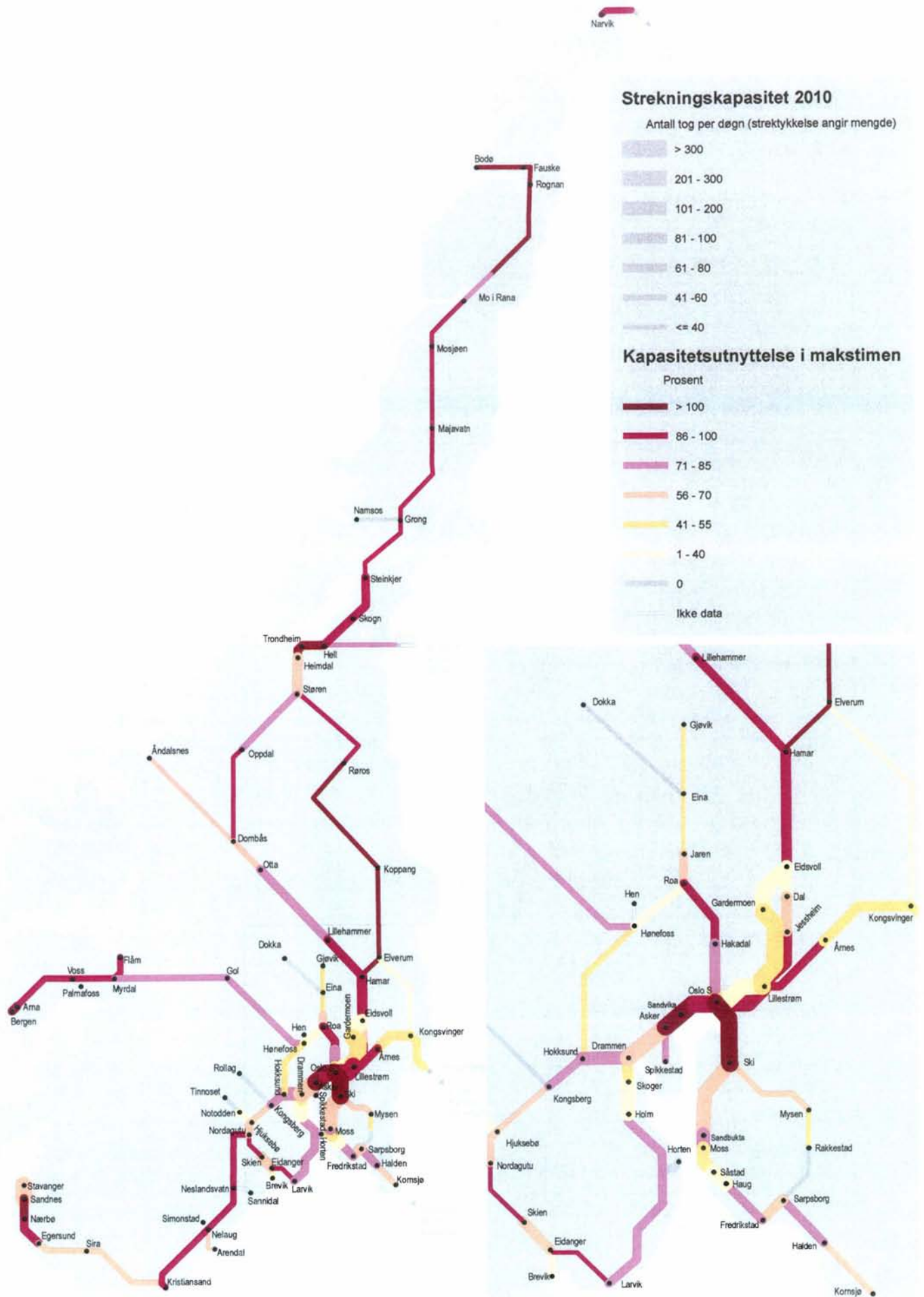


Kapasitetsutnyttelse over døgnet

Prosent



5.3.3 Strekningskapasitet 2010. Kapasitetsutnyttelse i makstimen.



5.4 Sammenheng mellom sporelengder og togelengder

Nedenfor er det foretatt en gjennomgang av definisjoner av sentrale lengdebegreper. Å skille mellom disse begrepene er viktig for kunne vurdere trafikk- og kapasitetsmessige forhold på jernbaneinfrastruktur.

5.4.1 Definisjon av lengdebegreper

Togelengder.

- Def. 1) Netto togelengde er lengden av selve vognstammen,
- Def. 2) Brutto togelengde er lengden av hele toget, dvs. vognstammen + lokomotiv(er).

Sporelengder:

- Def. 3) Netto sporelengde: Den sporelengden som er nødvendig for å ta inn, stoppe og starte et tog. Det vil si brutto togelengde + «stoppsløringslengde» + siktavstand lok – utkjørssignal, eller den totale avstanden fra bakre middelpunkt frem til utkjørssignal.
- Def. 4) Brutto sporelengde: Denne utgjøres av netto sporelengde + sikkerhetssone på 150 – 200 meter, i praksis avstanden fra middelpunkt til middelpunkt.

Stasjonslengder:

- Def. 5) Netto stasjonslengde: Utstrekningen av selve sporanlegget, fra stokkskinneskjøt til stokkskinneskjøt.
- Def. 6) Brutto stasjonslengde: Lengden av hele det tekniske anlegget, fra innkjørssignal til innkjørssignal.

5.4.2 Hva vil tog- og sporelengdene være?

I det pågående arbeidet med Technical Specification for Interoperability (TSI), subsystem infrastructure foreslås det baneklasser hvor godstogelengdene settes til 500m, 600m, og 750m. I den grad det så langt har vært foretatt en drøfting av togelengder for det norske jernbanenettet har man for det norske TEN-nettet havnet på 600 meter lange tog unntatt for grensebanene Østfold- og Kongsvingerbanen hvor det er foreslått togelengder på 750 meter.

(I prosjektprogrammet for Straumsnes X-spor, Ofotbanen, er det også stilt krav om sporelengder som håndterer brutto togelengder på 750 meter. (Dette etter ønske fra togselskapet MTAS som er den dominerende bruker av strekningen.)

Et eksempel:

Med utgangspunkt i det ovenstående vil man forvente at togelengdene beskrevet ovenfor forstås som *brutto* togelengder og at vi tar utgangspunkt i 600 meter. Netto togelengde for tog med ett lok da vil være ca 575m, og med to lok eller dobbelttraksjon ca 550m.

Brutto togelengde på 600 meter vil dermed kreve en netto sporelengde på 600m + 30m stoppsløringslengde + 20m siktavstand til signal, til sammen minimum 650m. Dette er da å forstå som avstand mellom utkjørssignal og «bakre» middelpunkt.

Alt etter lengden på sikkerhetssonen, for eksempel 150m, vil man få en brutto sporelengde på 800m. Dette er da å forstå som brutto sporelengde, avstanden mellom middelpunktene.

Sporvekslene vil kreve inntil 2x100m (R=760m) hvilket gir en netto stasjonslengde på ca. 1000m. Settes avstanden stokkskinneskjøt – innkjørssignal til 200m som er minimum, får vi en brutto stasjonslengde på 1400 meter.

5.5 Transportkapasitet (kryssingssporlengder) på nasjonalt nivå

På enkeltsporede baner er kryssingssporenes lengde det viktigste dimensjonerende parameteret for banens transportkapasitet. Parameteret er av størst betydning for kjøring av godstog. (Dette fordi så godt som alle kryssingsspor er 300 meter eller lengre – og persontogene som hovedregel er kortere enn 300 meter.)

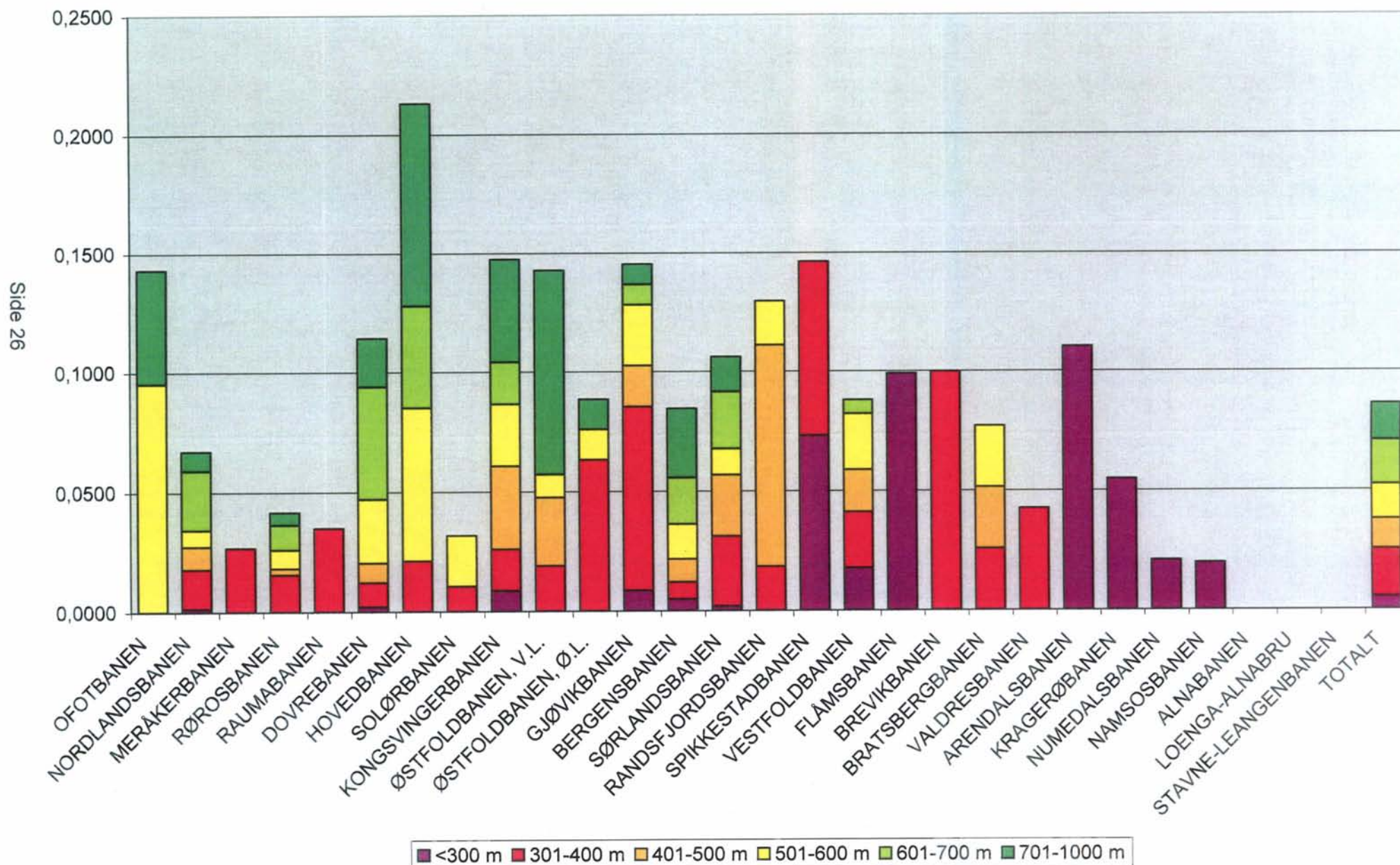
Diagrammet på neste side illustrerer følgende forhold:

- Antall kryssingsspor per kilometer bane. Figuren viser at Hovedbanen (Lillestrøm-Eidsvoll) har flest kryssingsspor per kilometer bane.
- Den relative fordelingen mellom kryssingsspor av forskjellig lengde. Figuren viser at blant hovedstrekningene har Ofotbanen mest homogen kryssingssporlengde. For de øvrige hovedstrekningene er forskjellene større.

Diagrammet viser fordelingen av kryssingssporlengder på samtlige av de baner som i sum utgjør det statlige jernbanenettet.



5.5 Fordeling av kryssingssporlengder per kilometer bane



6 KAPASITETSUTNYTTELSEN PÅ DEN ENKELTE JERNBANESTREKNING

Ovenstående er illustrert med søylediagrammer for hver enkelt korridor (bane). Enkelte baner er fordelt over flere ark.

6.1 Forklaringer til kapasitetsdiagrammene

Kapasitetsdiagrammene består av to grunnelementer; loddrette søyler som uttrykker infrastrukturkapasitet og vannrette linjer(kurver) som på overordnet nivå uttrykker antall tog. Det er brukt ulike farger både på søylene og på linjene for å nyansere opplysningene de gir.

6.1.1 Målestokk (togmengde per døgn)

Firesporede strekninger (Kun Sandvika – Asker):

Diagrammene for firesporede baner har (i y-aksen) en målestokk på 1000 tog (sammenlagt for begge kjøreretninger) per døgn.

Dobbeltsporede baner:

Diagrammene for dobbeltsporede baner har (i y-aksen) en målestokk på 1000 tog (sammenlagt for begge kjøreretninger) per døgn.

Enkeltsporede baner:

Samtlige diagrammer har (i y-aksen) en målestokk på 160 tog (sammenlagt for begge kjøreretninger) per døgn.

Ved å bruke ulike farger på søyler og kurver (linjer) illustreres viktige nyanser som beskrives nærmere nedenfor.

6.1.2 Diagrammene for «Kapasitet 2010 og togtrafikk 2010»

I søylediagrammene med underoverskriften «*Trafikkapasitet 2010 og togtrafikk 2010*» benyttes enten *hele* lysegule eller *vannrett delte* søyler der hvert enkelt søyledel har ulike gulfarger varierende mellom lys gul og mørk oransje. Fargene indikerer kapasitetsvariasjoner gitt ulike toglengder.

For dobbelt- eller flersporede strekninger benyttes kun lys gule søyler, idet togs lengde er lite kapasitetsrelevant på slike strekninger.

På enkeltsporstrekninger utgjør hver søyle en kryssingssporavstand, dvs. strekningen mellom to kryssingsspor (stasjoner). Søylen høyde uttrykker strekningens infrastrukturkapasitet, dvs. hvor mange tog som kan kjøres mellom de to nabostasjonene per døgn. Hver loddrett sort strek (søylenes sider) indikerer et kryssingsspor. Navnene på kryssingssporene er angitt med skråstilt tekst nederst. To og to navn sammenbindes med en strek for å illustrere hvilken kryssingssporavstand de avgrenser. Hvert navn gjentas normalt én gang.

Der to nabosøyler er nøyaktig like høye (se for eksempel Østfoldbanens vestre linje, Råde – (Høium) og (Høium) - Onsøy samt Sarpsborg – (Klavestad) og (Klavestad) - Skjeberg), utgjør to søyler én kryssingssporavstand som bør deles i to ved anbringelse av et nytt kryssingsspor. I disse tilfellene er navn på sted der nytt kryssingsspor kan etableres satt i parentes.

For dobbelt- eller flersporede baner utgjør hver søyle én blokkstrekning. En blokkstrekning er en delstrekning, avgrenset av signaler, hvor kun et tog kan befinne seg om gangen.

For dobbelt- eller flersporede strekninger indikerer en loddrett sort strek en blokkpost/et blokksignal. Analysen skiller ikke mellom inn- eller utkjøringsignaler eller blokkposter.

Søylene i ulike gulsjatteringer uttrykker kryssingssporavstandens kapasitet gitt ulike toglengder:

- Toppen av de *lys gule* søylene indikerer kryssingssporavstandens kapasitet til å håndtere tog med lengder inntil 600 meter.
- Toppen av de *signalgule* søylene indikerer kryssingssporavstandens kapasitet til å håndtere tog med lengder inntil 500 meter
- Toppen av de *lys oransje* søylene indikerer kryssingssporavstandens kapasitet til å håndtere tog med lengder inntil 400 meter
- Toppen av de *mørk oransje* søylene indikerer kryssingssporavstandens kapasitet til å håndtere tog med lengder inntil 250 meter

For dobbelt- eller flersporede strekninger indikerer toppen av de lys gule søylene blokkstrekningens kapasitet til å håndtere tog, i prinsippet uansett toglengde.

Stiplet, tynn, vannrett sort linje indikerer øvre grense for mulig kapasitetsutnyttelse på disse strekningene. Bakgrunnen for at det her ikke er mulig å utnytte kapasiteten fullt ut er at det mangler vendeanlegg for tog på det punktet kapasiteten reduseres. Se Østfoldbanen, strekningen Ski – Sandbukta, Gardermobanen, strekningen Gardermoen – Venjar og Vestfoldbanen strekningen Kobbervik – Holm.

Heltrukket, sort, tynn, vannrett linje indikerer kapasiteten på strekningen Lysaker – Sandviks før Askerbanen ble bygget. Se Hoved-, Drammen- og Askerbanen, strekningen Asker-Sandvika-Skøyen.

6.1.3 Diagrammene for «Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023»

Fargene har samme betydning som forklart ovenfor. Ved å se etter forskjeller mellom søylene i diagrammene «Trafikkapasitet 2010 og togtrafikk 2010» og «Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023» fremkommer hvor det er nødvendig å gjøre tiltak for å kunne gjennomføre en togproduksjon som vist i SRM.

6.1.4 Felles forklaring til de vannrette kurvene i kapasitetsdiagrammene

Hver heltrukket linje indikerer et antall tog. Antall tog måles per døgn og er summert for begge kjøreretninger.

Det er kun de vannrette linjene som skal leses. Diagonale linjer er kun med for å vise hva som er samme togslag over en hel strekning. (Hvis de togslag som er indikert nede i figuren ikke kjøres i samme antall over hele strekning, vil linjen som viser de andre togslagene lenger opp i figuren fluktuere ned eller opp.)

Godstog: Den røde, vannrette linjen (nederst i diagrammet) viser hvor stor del av banens infrastrukturkapasitet som brukes av godstog. (Differansen mellom rød linje og diagrammets x-akse.)

Fjerntog: Den fiolette, vannrette linjen (over den røde) viser hvor mye infrastrukturkapasitet gods- og fjerntogene bruker *til sammen*. (Differansen mellom fiolett og rød linje viser hvor mye infrastrukturkapasitet fjerntogene bruker alene.)

Regiontog: Den mørkeblå, vannrette linjen (over den fiolette) viser hvor mye infrastrukturkapasitet alle gods- og fjerntogene *samt regiontogene* bruker *til sammen*. (Differansen mellom blå og fiolett linje viser hvor mye infrastrukturkapasitet *regiontogene* bruker alene.)

Nærtrafikktoget: Den grønne, vannrette linjen (over den blå) viser hvor mye infrastrukturkapasitet alle gods-, fjern-, region- og nærtrafikktoget på strekningen bruker *til sammen*. (Differansen mellom grønn og mørke blå linje viser hvor mye infrastrukturkapasitet nærtrafikktogetene bruker alene.)

Forstadstog: Den gule, vannrette linjen (over den grønne) viser hvor mye infrastrukturkapasitet alle gods-, fjern-, region-, nærtrafikk- og forstadstogene på strekningen bruker *til sammen*. (Differansen mellom gul og grønn linje viser hvor mye infrastrukturkapasitet forstadstogene bruker alene.)

Dersom ett eller flere av disse togslagene ikke kjøres på strekningen vil vedkommende farge ikke fremkomme).

Den til enhver tid øverste linje i diagrammet viser hvor mye infrastrukturkapasitet samtlige tog på strekningen bruker til sammen.

Den tykke, stiplede sorte kurven i diagrammene med underoverskriftene «Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023» viser *summen* av det antall tog som kjøres i 2010.

Den tynne, stiplede sorte kurven i diagrammene med underoverskriftene «Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023I» viser strekningens kapasitet til å ta imot 600 meter lange godstog *per 2010*. (Den tilsvarer mao. toppen av de lysgule søylene fra diagrammet «Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010».) Hensikten med den tynne, stiplede sorte linjen er å gjøre det enklere å se hvilke kryssingsspor som foreslås forlenges til 600 meter for å kunne avvikle trafikk (togmengde) iht. Ms strategiske rutemodell.

6.2 Infrastrukturkapasiteten på de enkelte strekningene og hvordan denne utnyttes

Avstanden mellom kryssingsstasjonene *målt i kjøretid* er som før nevnt² den viktigste variabelen for infrastrukturkapasiteten (trafikkapasiteten).

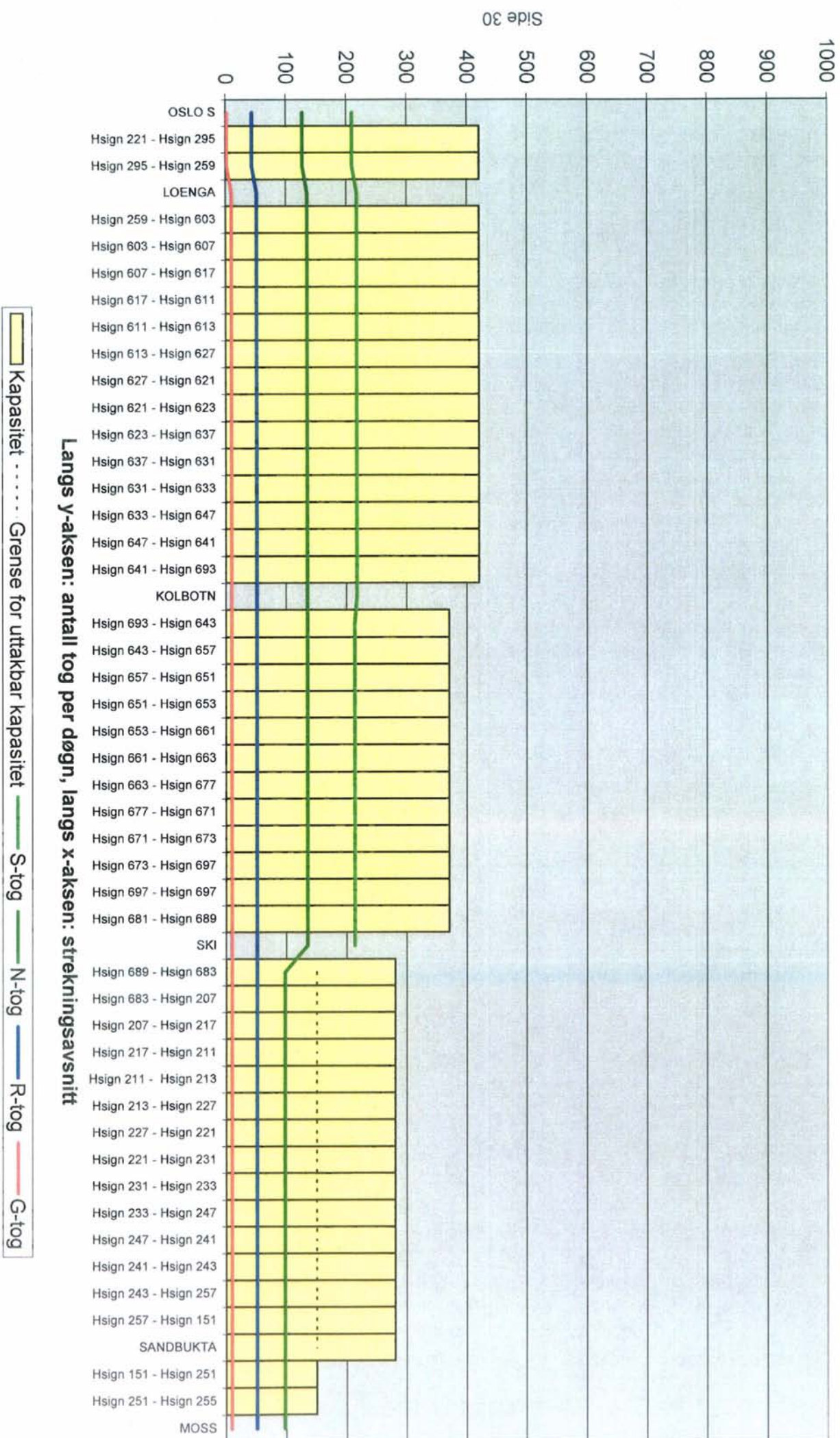
Det viktigste parameteret for *transportkapasitet* som Jernbaneverket har ansvar for er *kryssingssporlengdene* på enkeltsporede jernbaner. Enkelt forklart er det enklere å finne ruteleier for tog som ikke er lengre enn det korteste kryssingssporet på strekningen det skal trafikkere. Jo lengre toget er i forhold til kryssingssporlengdene på strekningen, jo mer krevende er det å finne egnede ruteleier.

På de etterfølgende sidene finner du strekningsvis detaljerte skjemaer som beskriver kapasitetssituasjonen per 2010 og en beskrivelse av en antatt kapasitetssituasjon i 2023. Dette scenariet bygger på en antatt vekst i togtrafikken basert på tilgjengelige strategier, togmengdene er vist i tabellene kapittel 4.7.1 – 4.7.8. Denne trafikken danner så dimensjoneringsgrunnlaget for strekningenes trafikk- og transportkapasitet. Dette sammen med en rutemodell basert på faste frekvenser og integrerte ruter, identifiseres de eksakte infrastrukturelle tiltakene som må gjennomføres for å kunne etablere det etterspurte transporttilbudet. Det eksakte rutetilbudet og oversikt over tiltakene er utarbeidet, men som ikke er en del av denne rapporten. De kan imidlertid gjøres tilgjengelige ved henvendelse til JBV/MK.

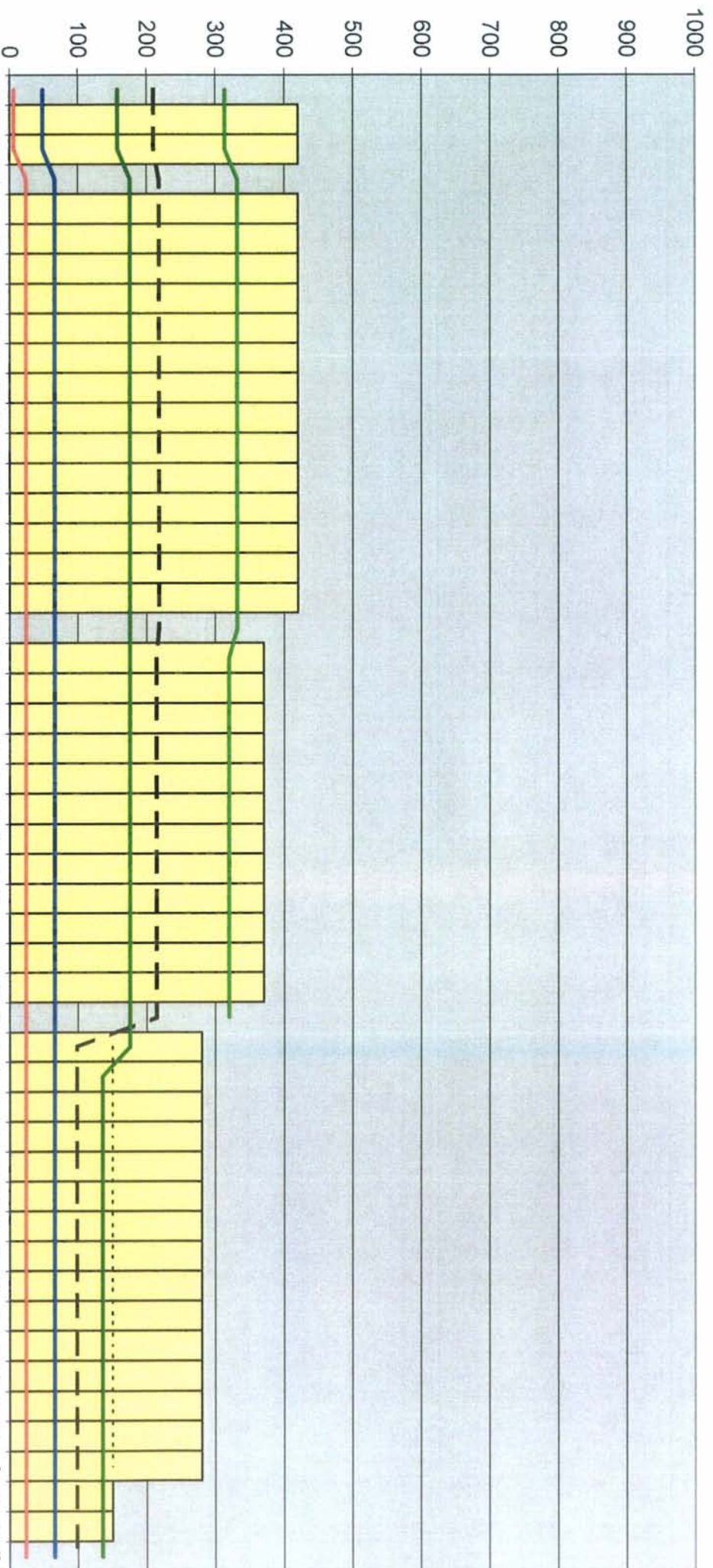
Bemerk at skalaene for «Antall tog per døgn» (diagrammets loddrette akse) varierer mellom firesporede, dobbeltsporede og enkeltsporede baner. På fire- og dobbeltsporede strekninger går skalaen til 1000 tog per døgn, på enkeltsporede baner går skalaen til 160 tog per døgn.

² Se ovenfor under «Metode for kapasitetsberegninger på enkeltsporede jernbaner»; «viktigste faktor».

6.2.1 Østfoldbanen Oslo S - Ski - Moss Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010



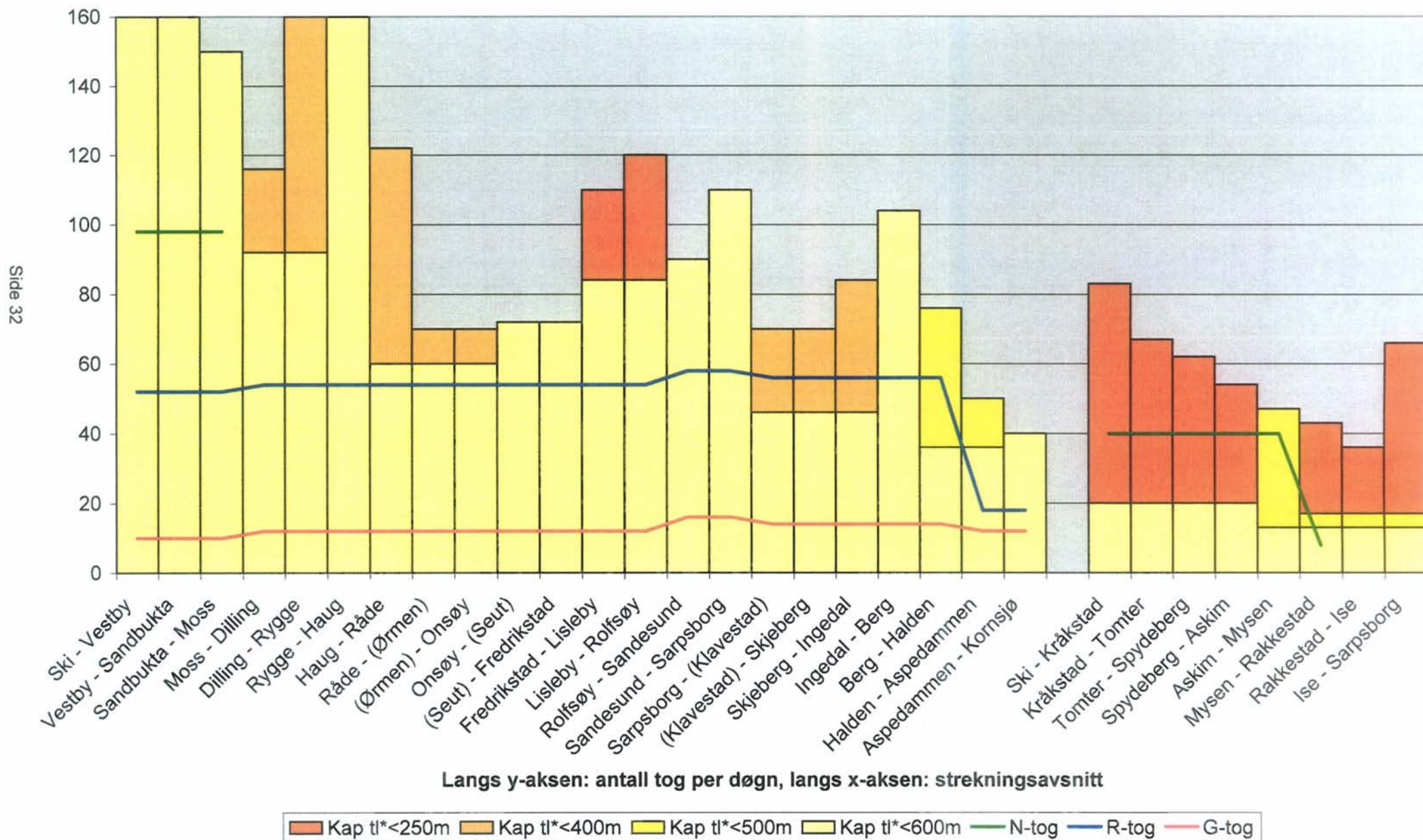
6.2.1 Østfoldbanen Oslo S - Ski - Moss Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023



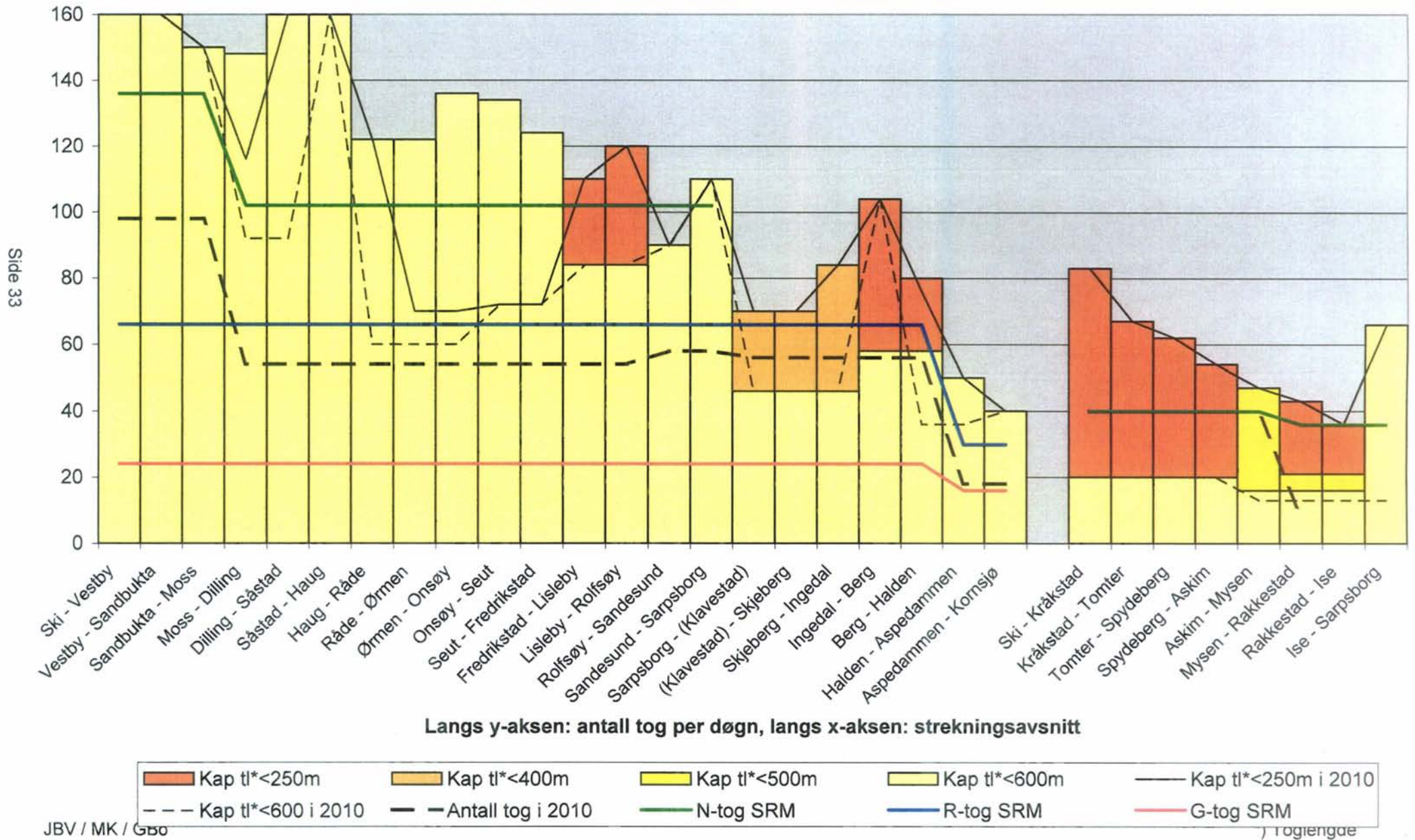
Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

Kapasitet
 Grense for uttakbar kapasitet
 — Togtrafikk i 2010
 — S-tog
 — N-tog
 — R-tog
 — G-tog

6.2.2 Østfoldbanen VL Ski - Moss - Kornsjø, ØL Ski - Sarpsborg Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

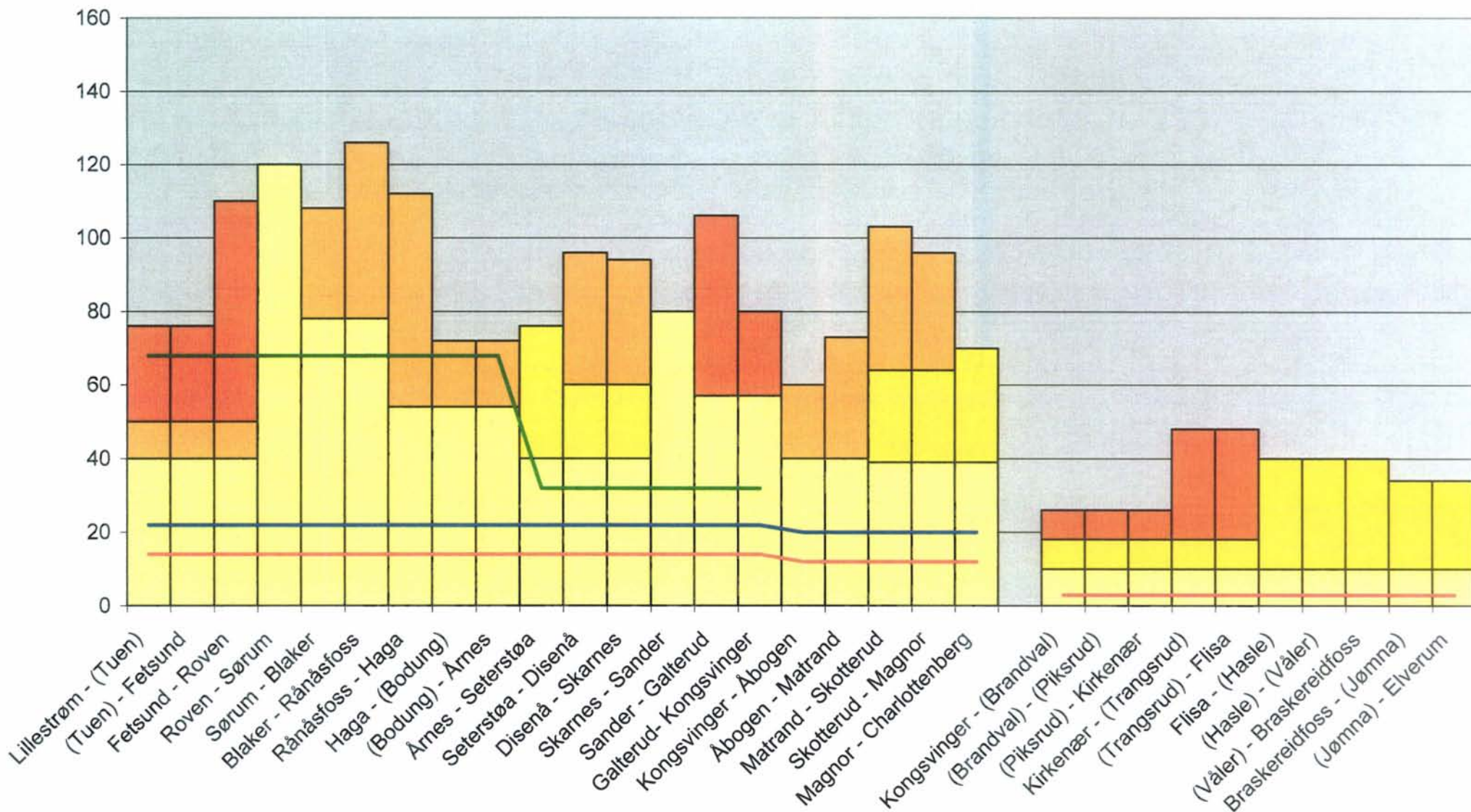


6.2.2 Østfoldbanen VL Ski - Moss - Kornsjø, ØL Ski - Sarpsborg Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023



6.2.3 Kongsvinger- og Solørbanen, Lillestrøm - Charlottenberg og Kongsvinger - Elverum, Trafikkapasitet 2010 og togtrafikk 2010

Side 34

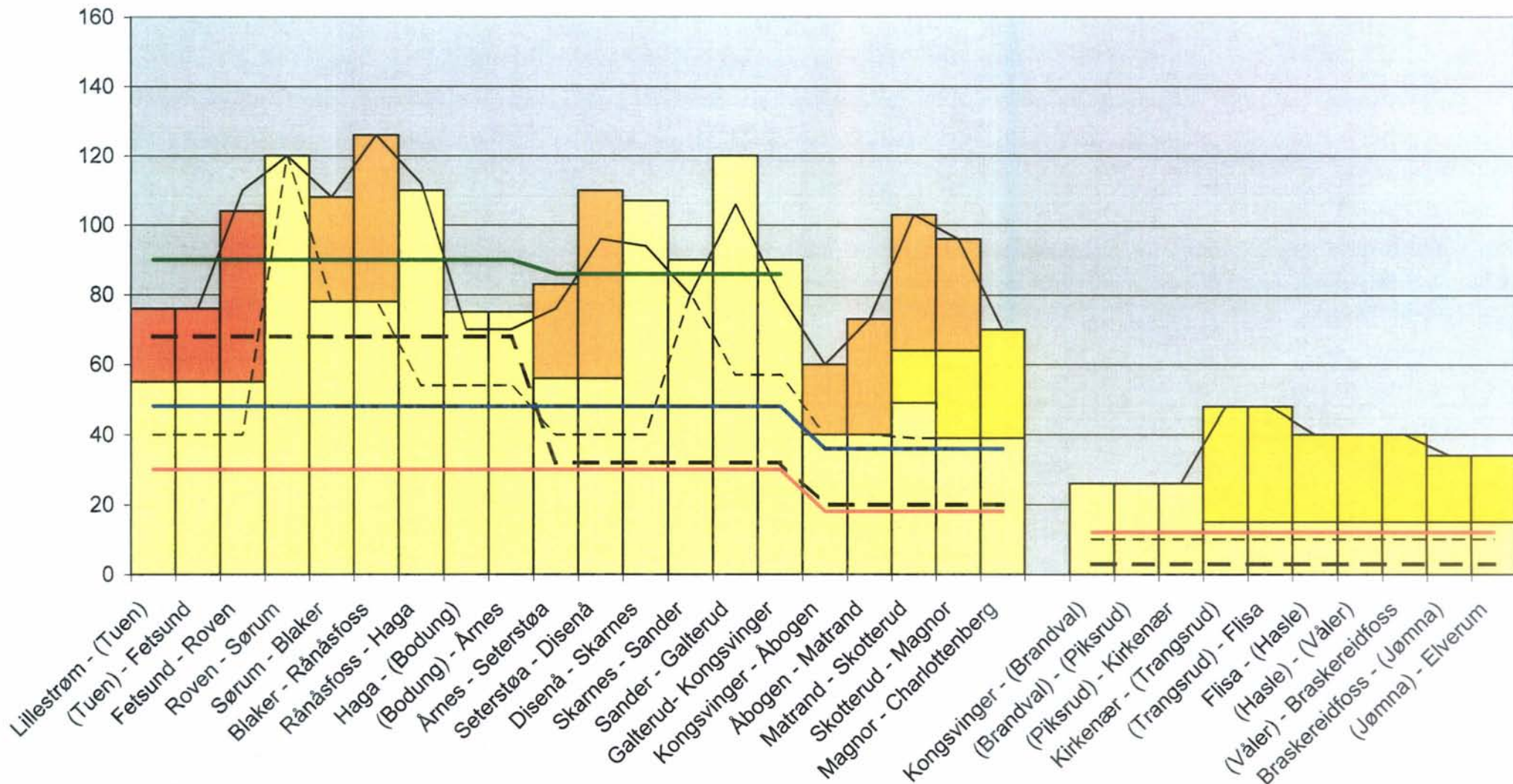


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

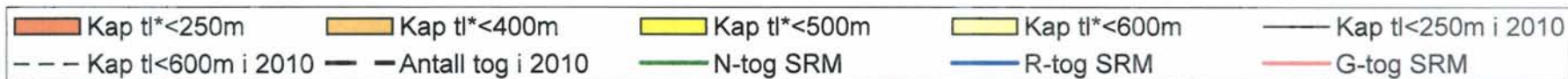
■ Kap tI* < 250m
 ■ Kap tI* < 400m
 ■ Kap tI* < 500m
 ■ Kap tI* < 600m
 — N-tog
 — R-tog
 — F-tog
 — G-tog

6.2.3 Kongsvinger- og Solørbanen, Lillestrøm - Charlottenberg og Kongsvinger - Elverum, Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

Side 35



Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

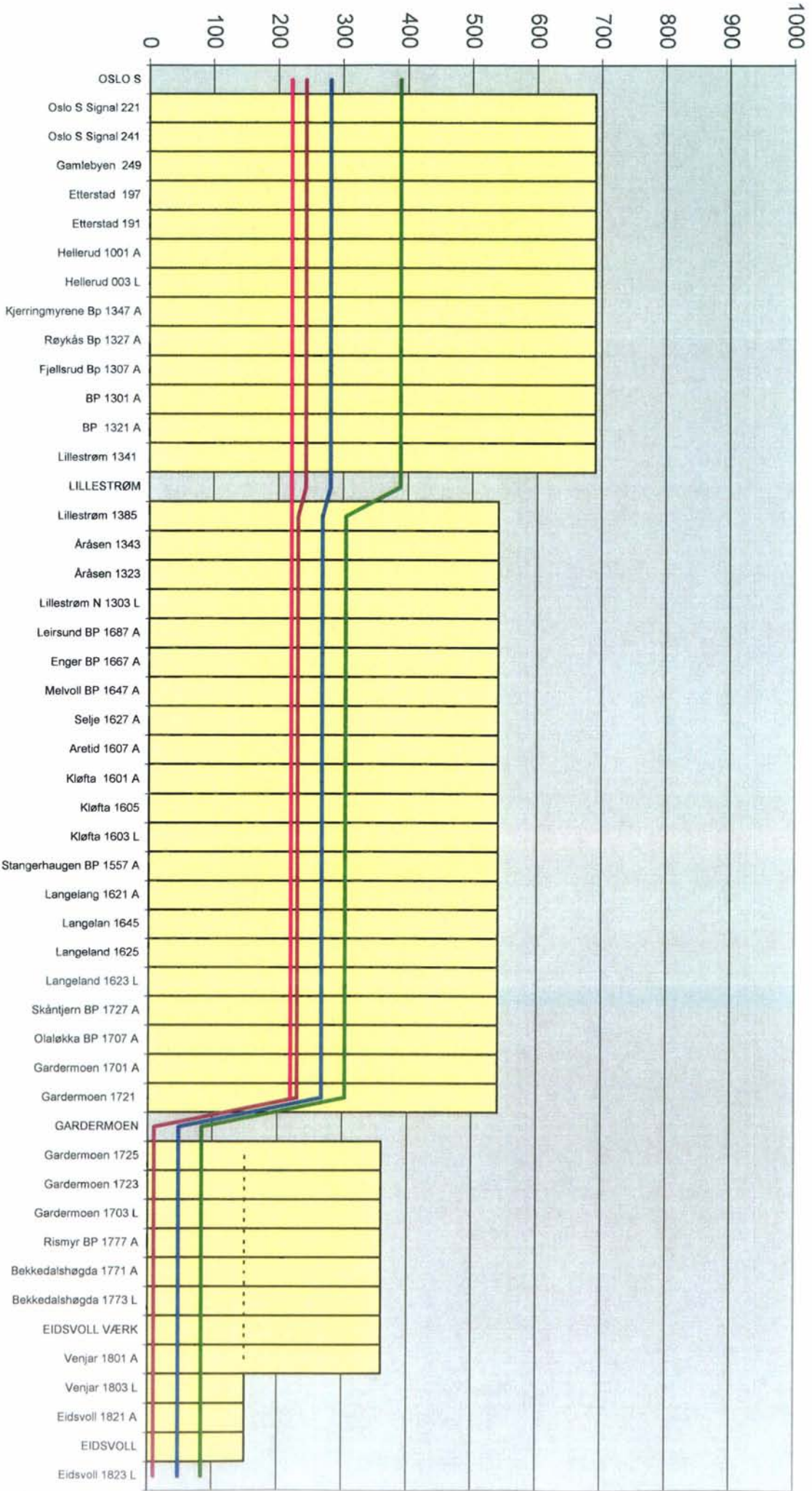


6.2.4 Gardermobanen Oslo S - Lillestrøm - Eidsvoll Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

JBV / MK / GBo

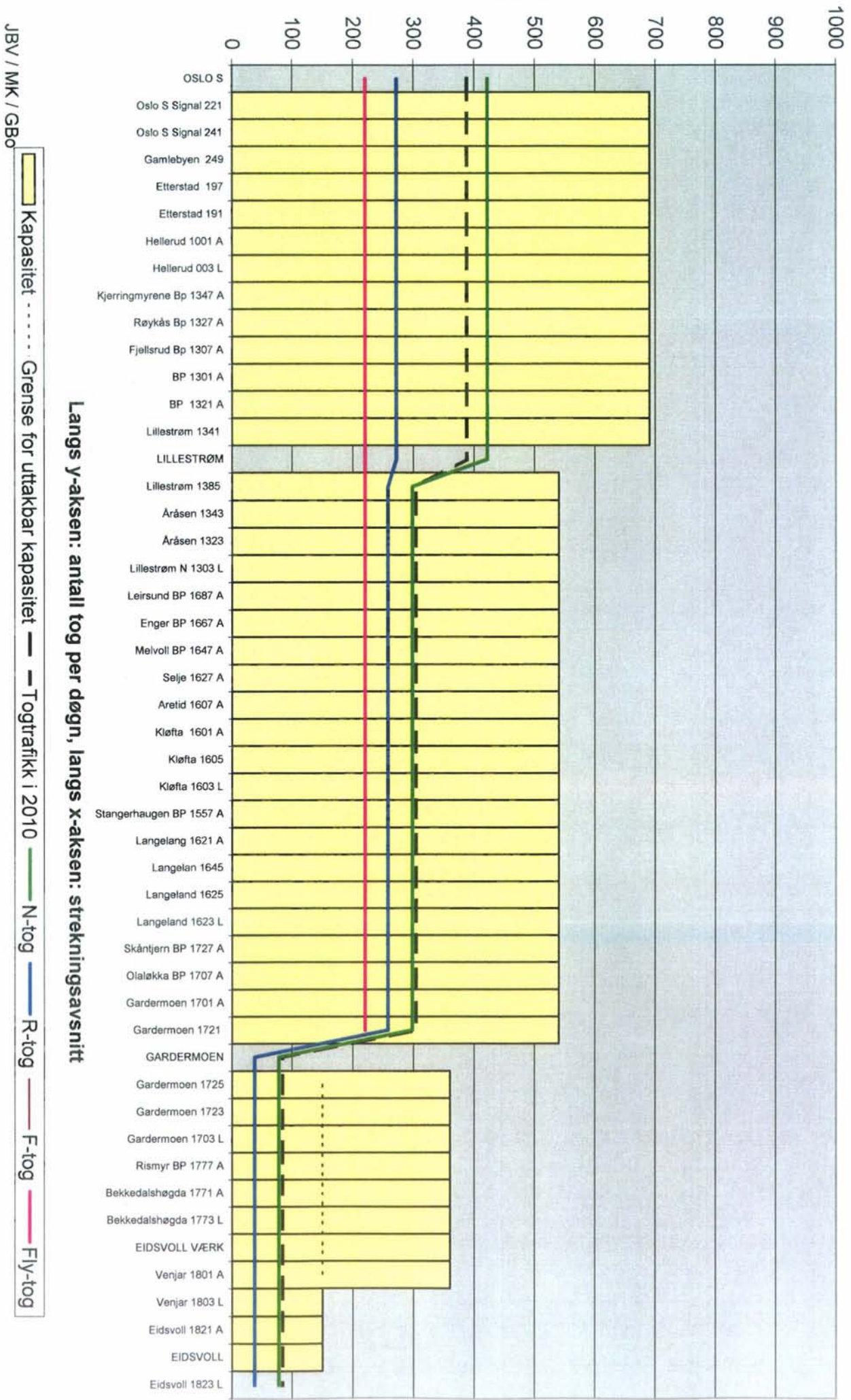


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



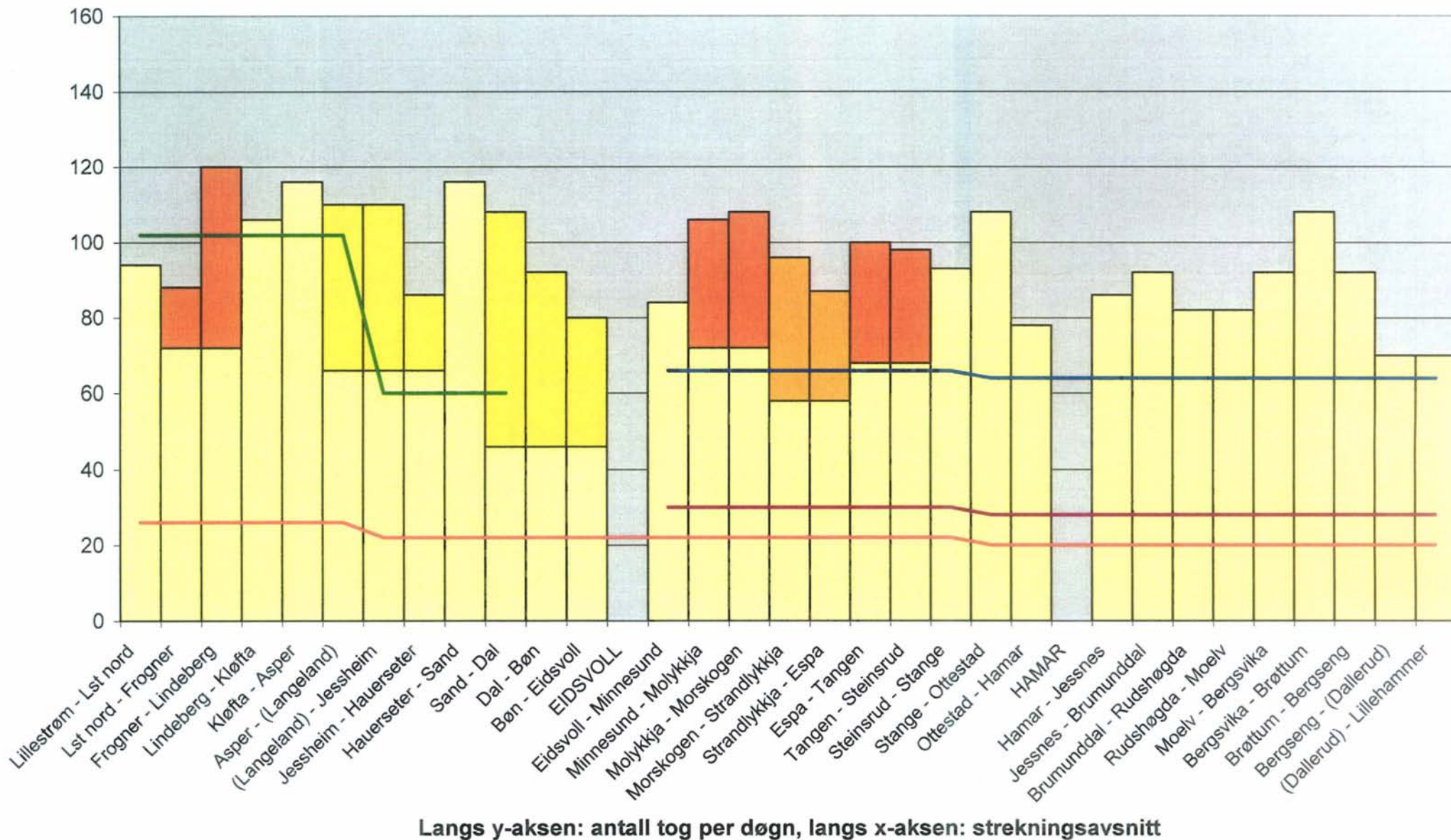
6.2.4 Gardermobanen Oslo S - Lillestrøm - Eidsvoll

Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023



6.2.5 Hoved- og Dovrebanen Lillestrøm - Eidsvoll - Lillehammer Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

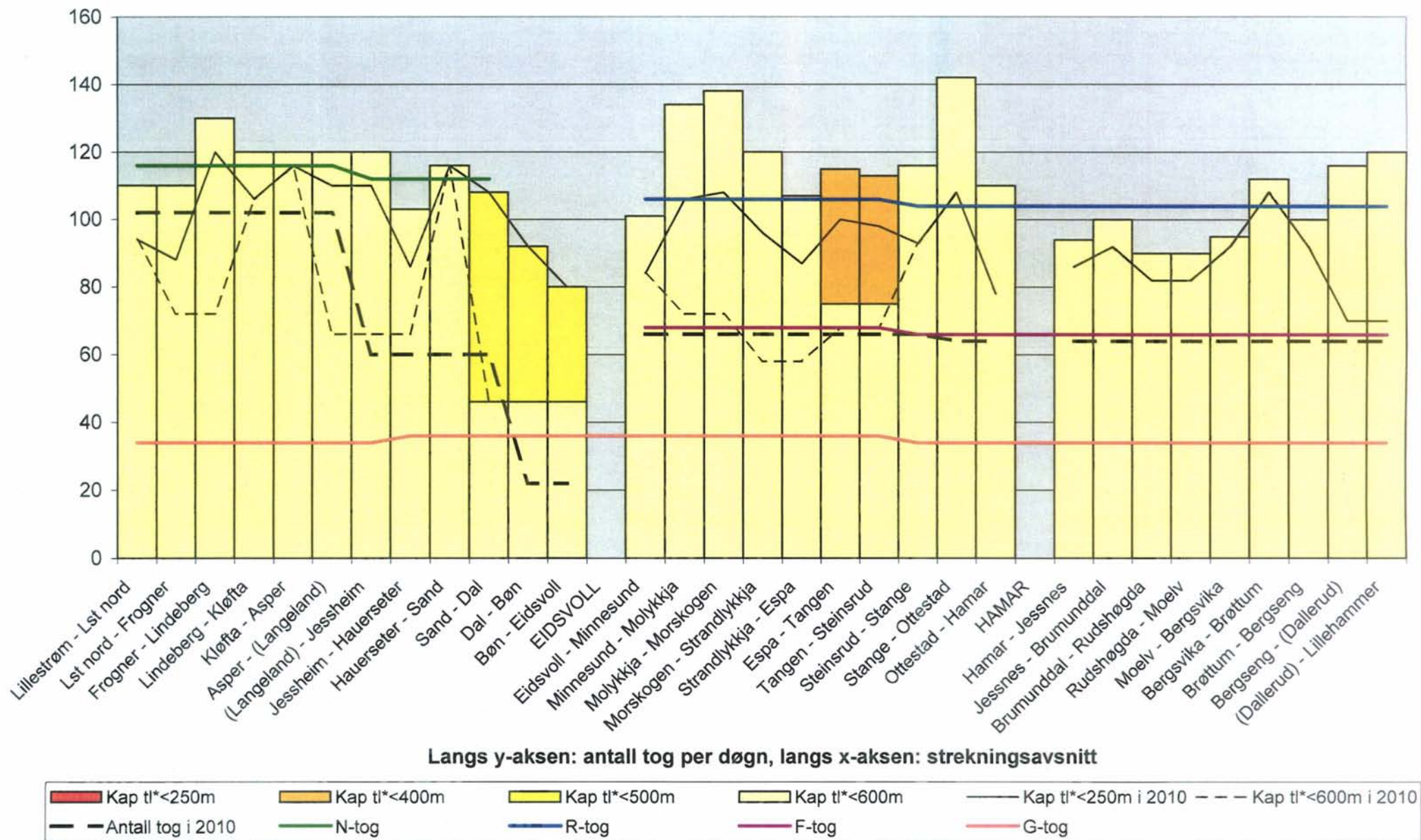
Side 38



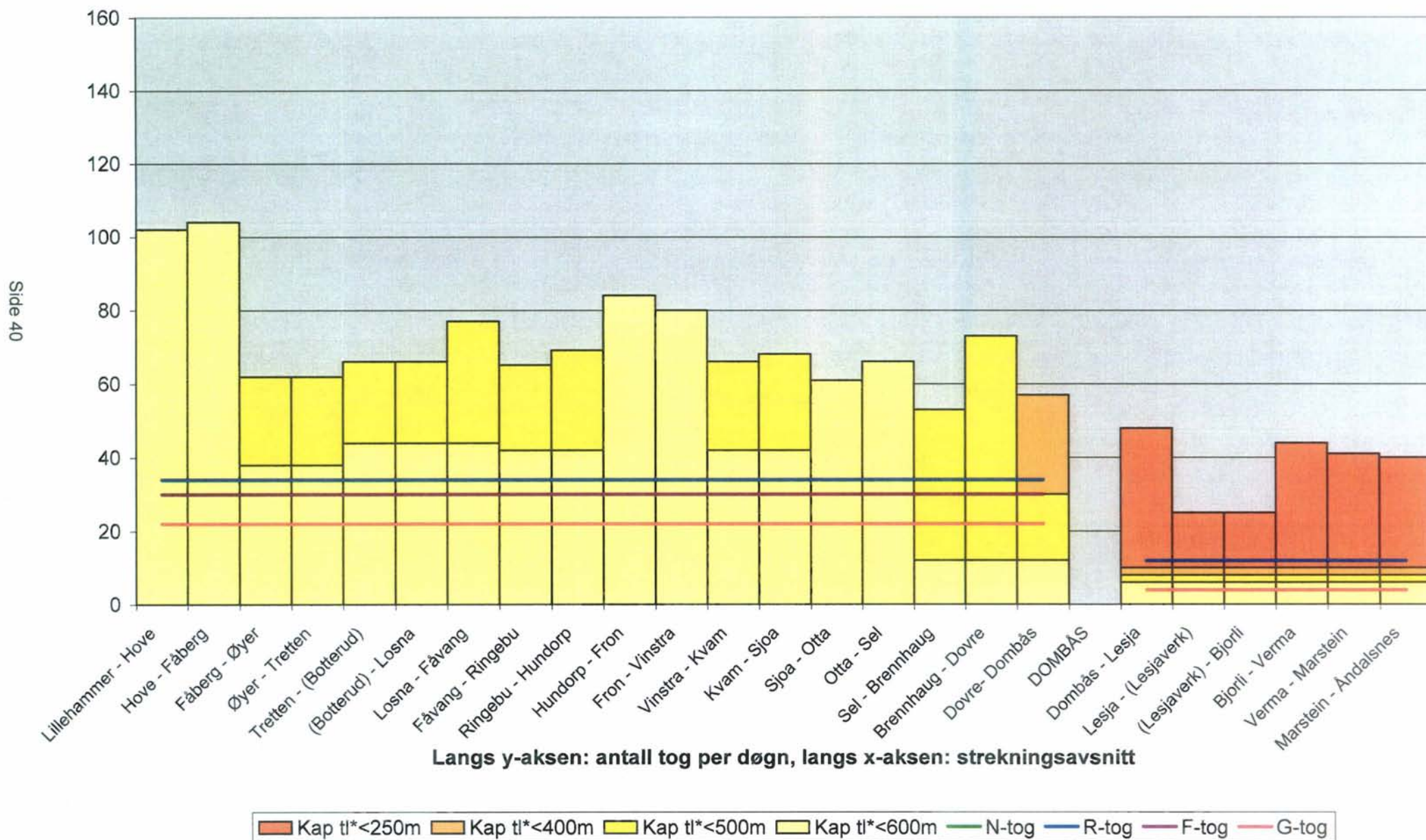
■ Kap tl* < 250m
 ■ Kap tl* < 400m
 ■ Kap tl* < 500m
 ■ Kap tl* < 600m
 — N-tog
 — R-tog
 — F-tog
 — G-tog

6.2.5 Hoved- og Dovrebanen Lillestrøm - Eidsvoll - Lillehammer Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023

Side 39

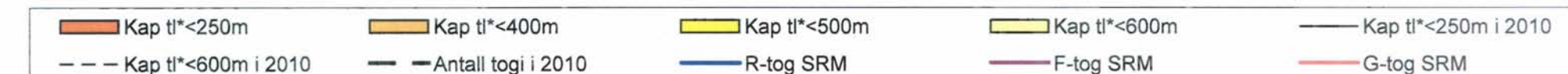
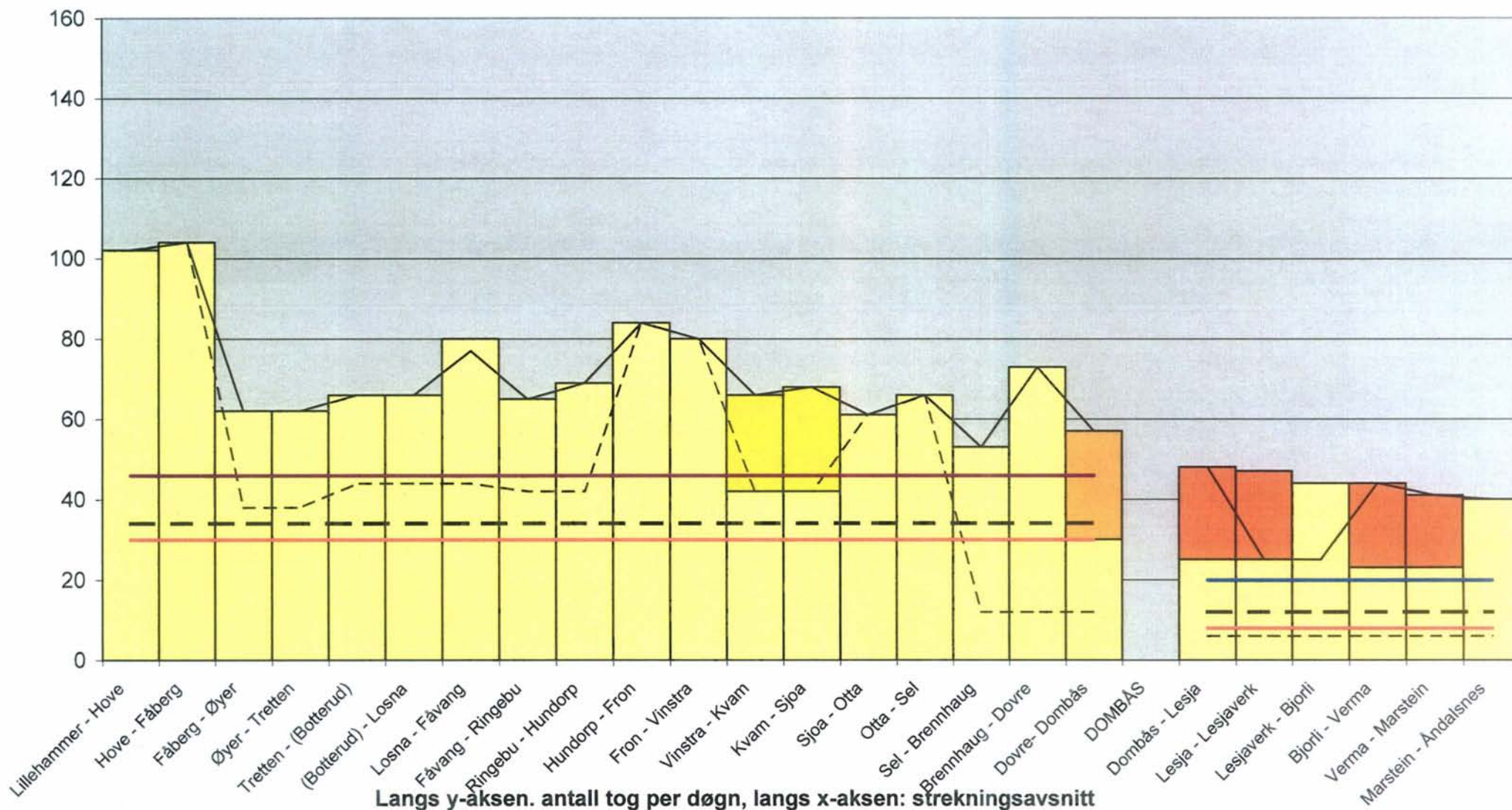


6.2.6 Dovre- og Raumabanen, Lillehammer - Dombås og Dombås - Åndalsnes Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010



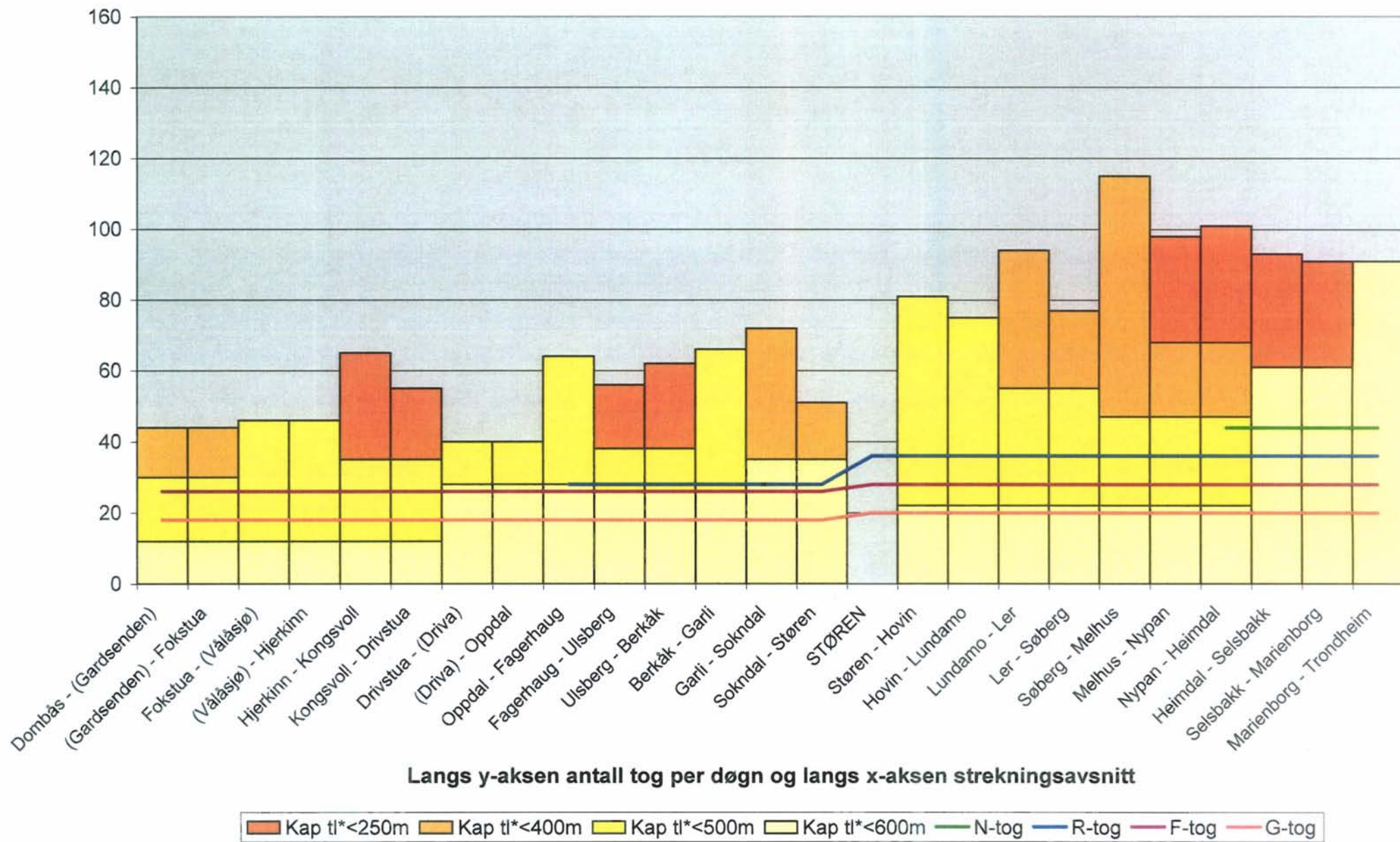
6.2.6 Dovre- og Raumabanen Lillehammer - Dombås og Dombås - Åndalsnes Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023

Side 41



6.2.7 Dovrebanen Dombås - Støren - Trondheim Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 42



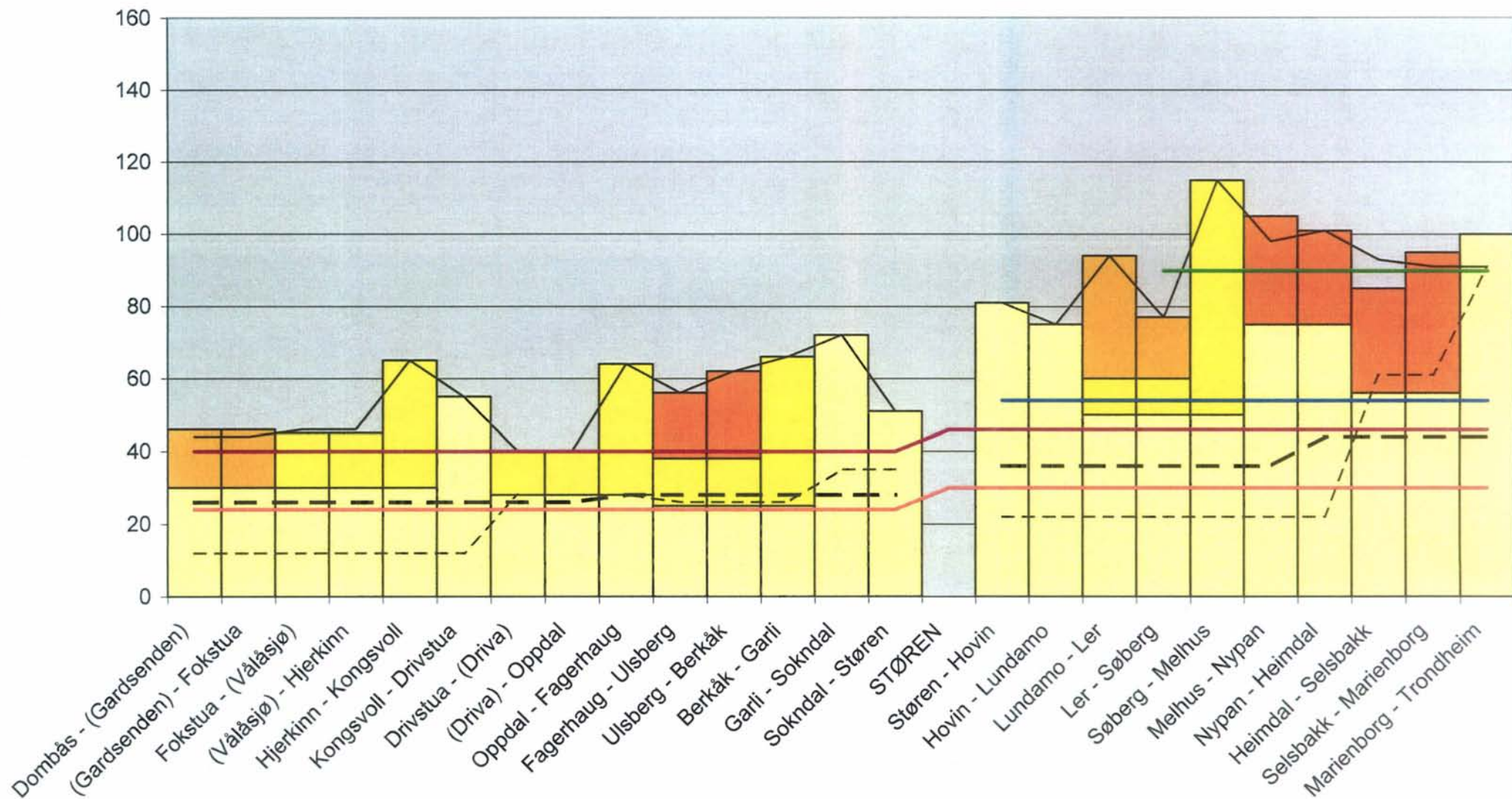
Langs y-aksen antall tog per døgn og langs x-aksen strekningsavsnitt

Kap t1* <250m
 Kap t1* <400m
 Kap t1* <500m
 Kap t1* <600m
 N-tog
 R-tog
 F-tog
 G-tog

6.2.7 Dovrebanen Dombås - Trondheim

Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

Side 43

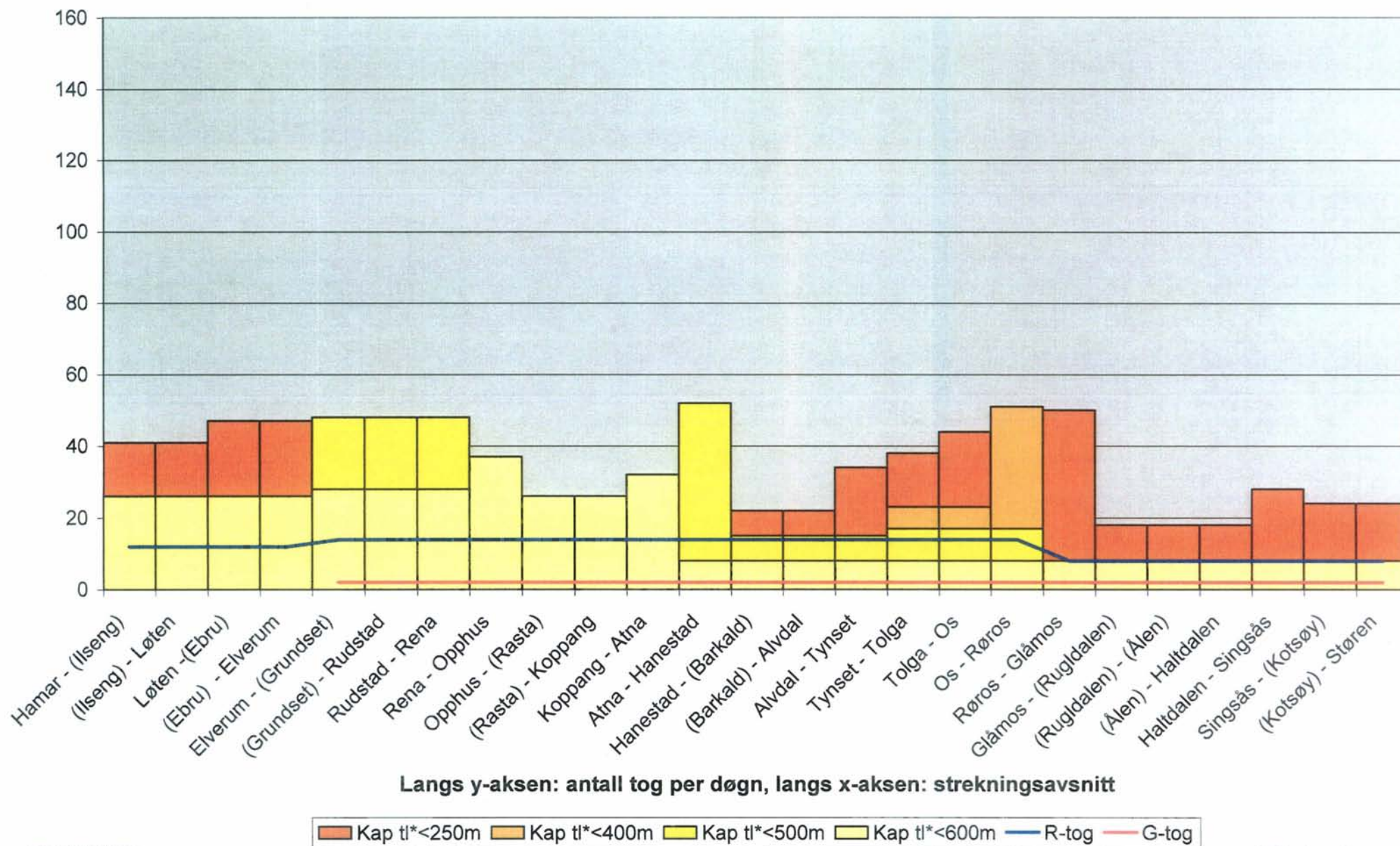


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



6.2.8 Rørosbanen, Hamar - Røros - Støren Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

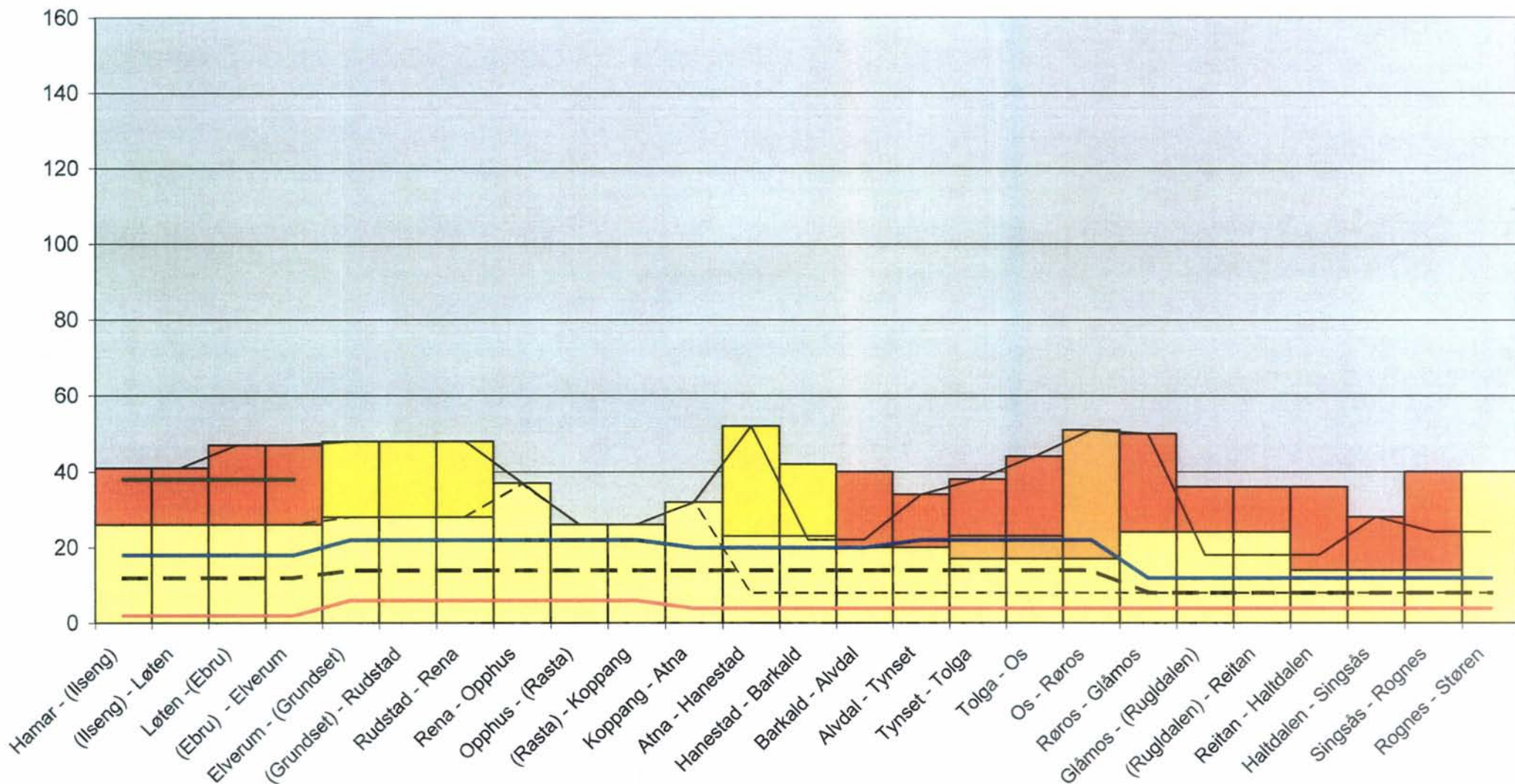
Side 44



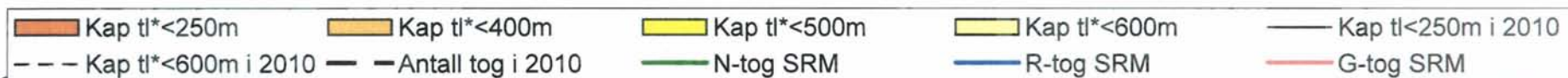
6.2.8 Rørosbanen, Hamar - Røros - Støren

Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

Side 45

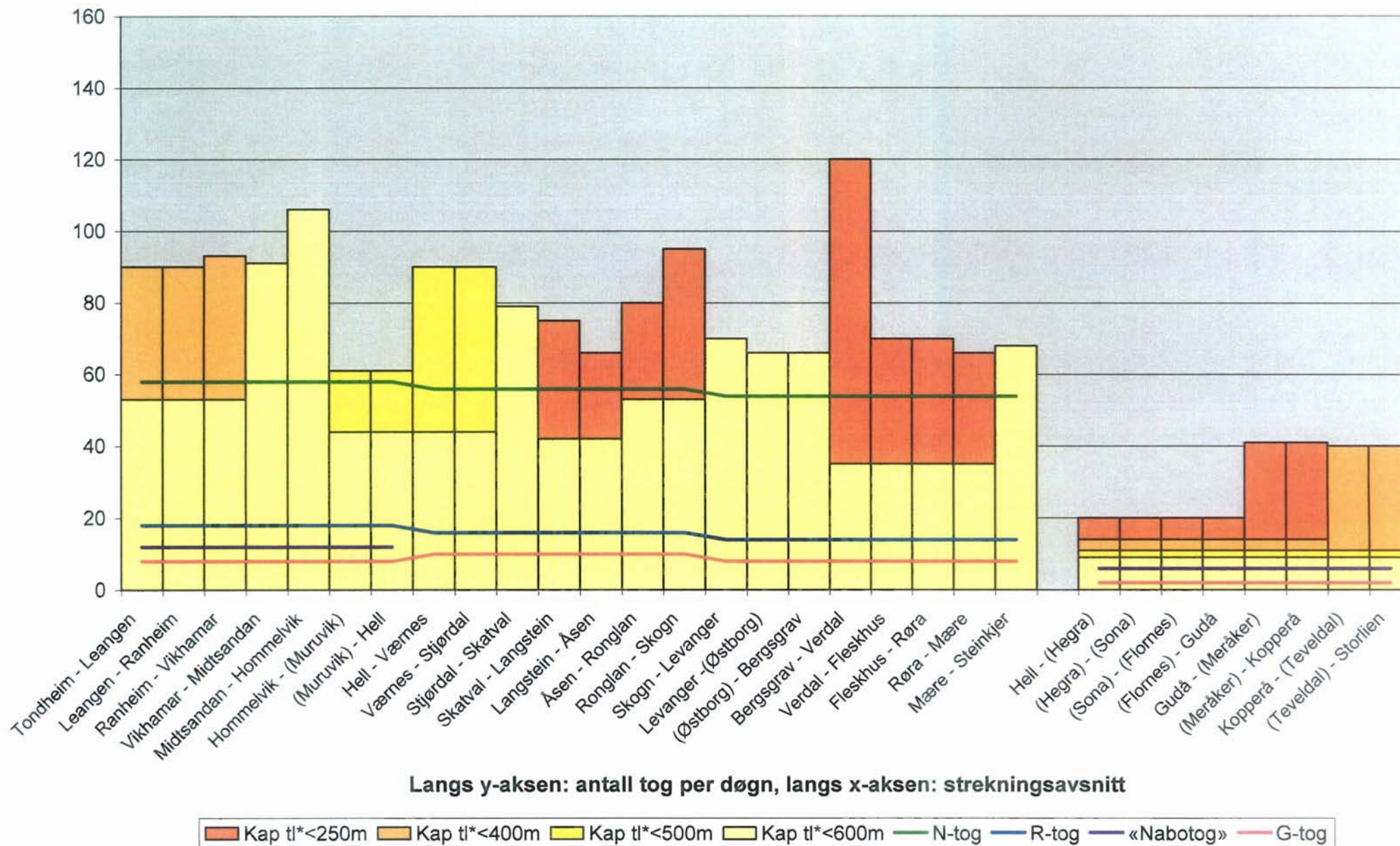


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



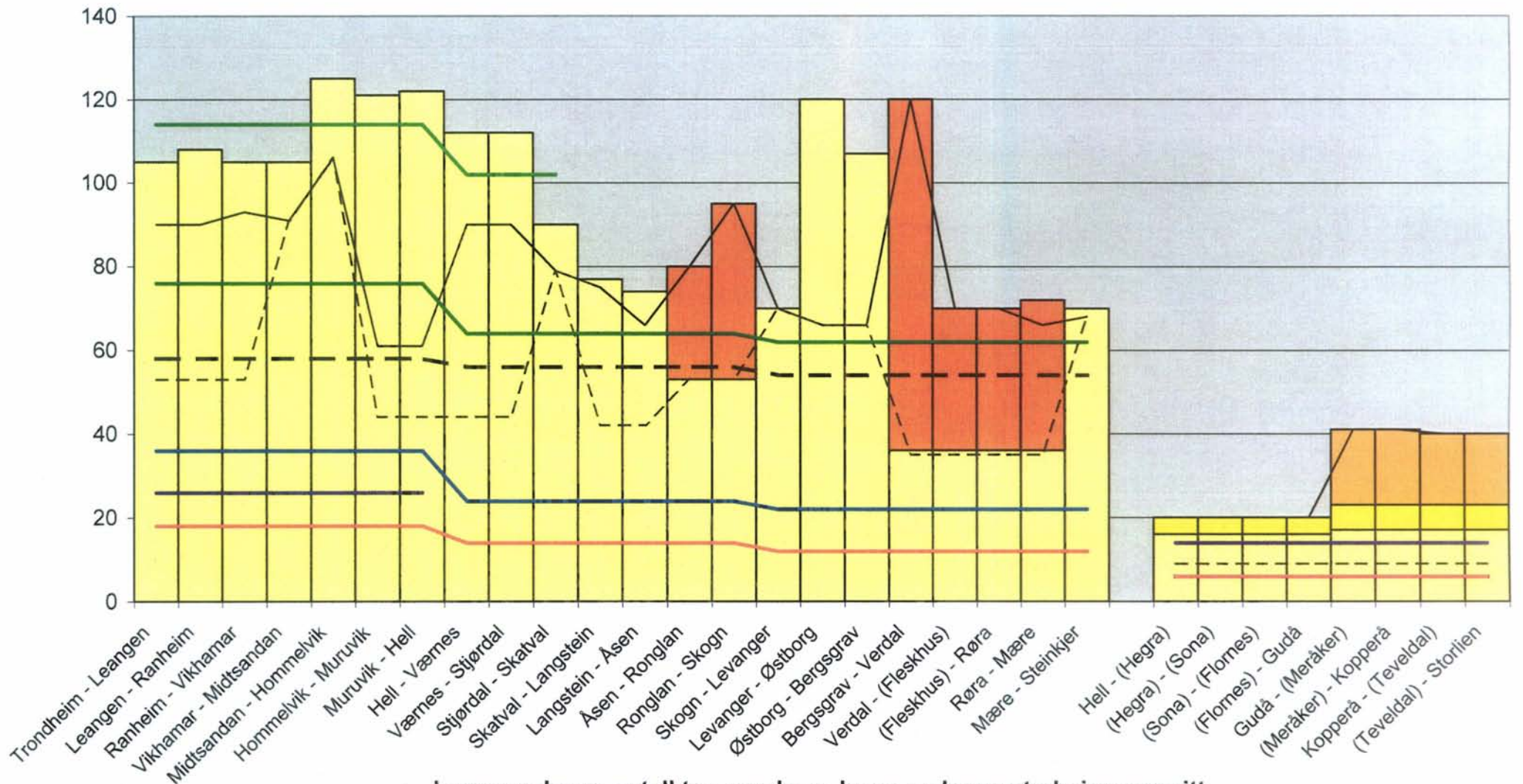
6.2.9 Nordlands- og Meråkerbanen, Trondheim - Hell - Steinkjer og Hell - Storlien Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 46



6.2.9 Nordlands- og Meråkerbanen, Trondheim - Hell - Steinkjer og Hell - Storlien Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023

Side 47

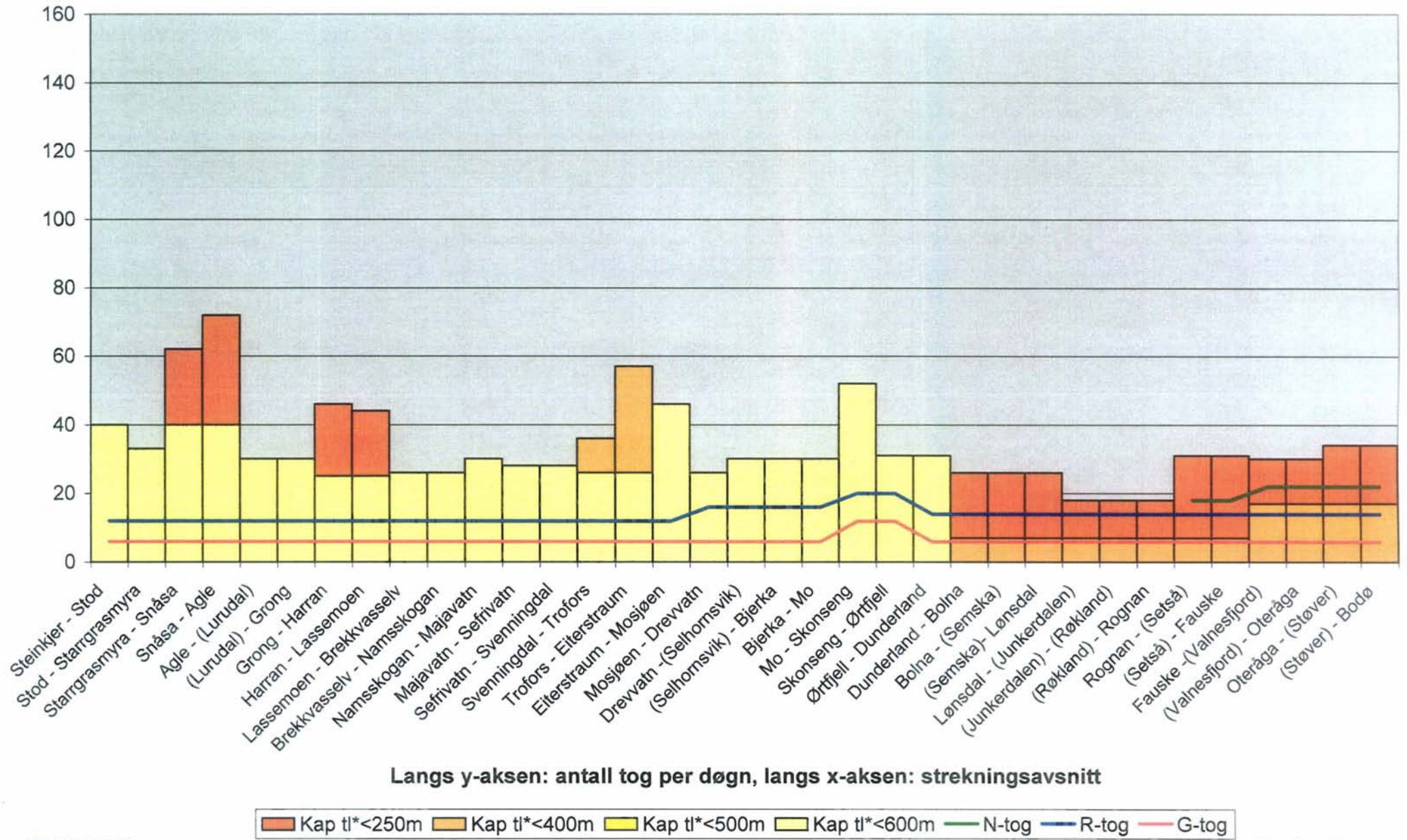


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



6.2.10 Nordlandsbanen Steinkjer - Mo - Bodø Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 48



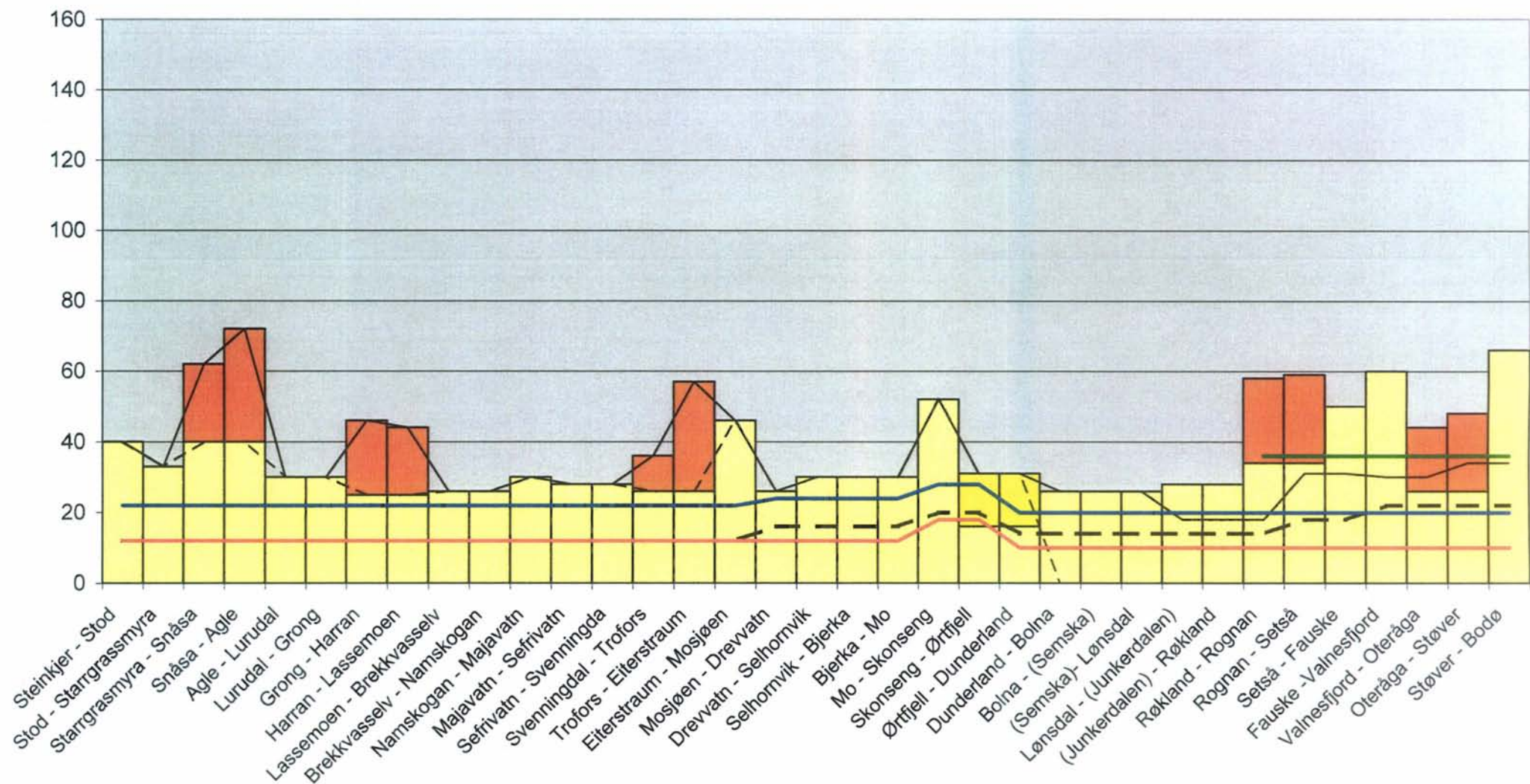
Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

■ Kap t* < 250m
 ■ Kap t* < 400m
 ■ Kap t* < 500m
 ■ Kap t* < 600m
 — N-tog
 — R-tog
 — G-tog

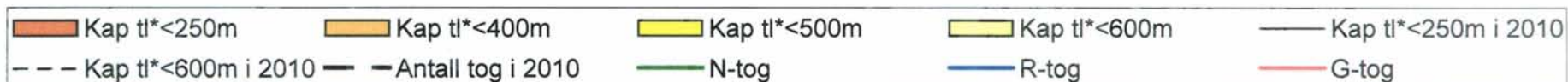
6.2.10 Nordlandsbanen, Steinkjer - Mo - Bodø

Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

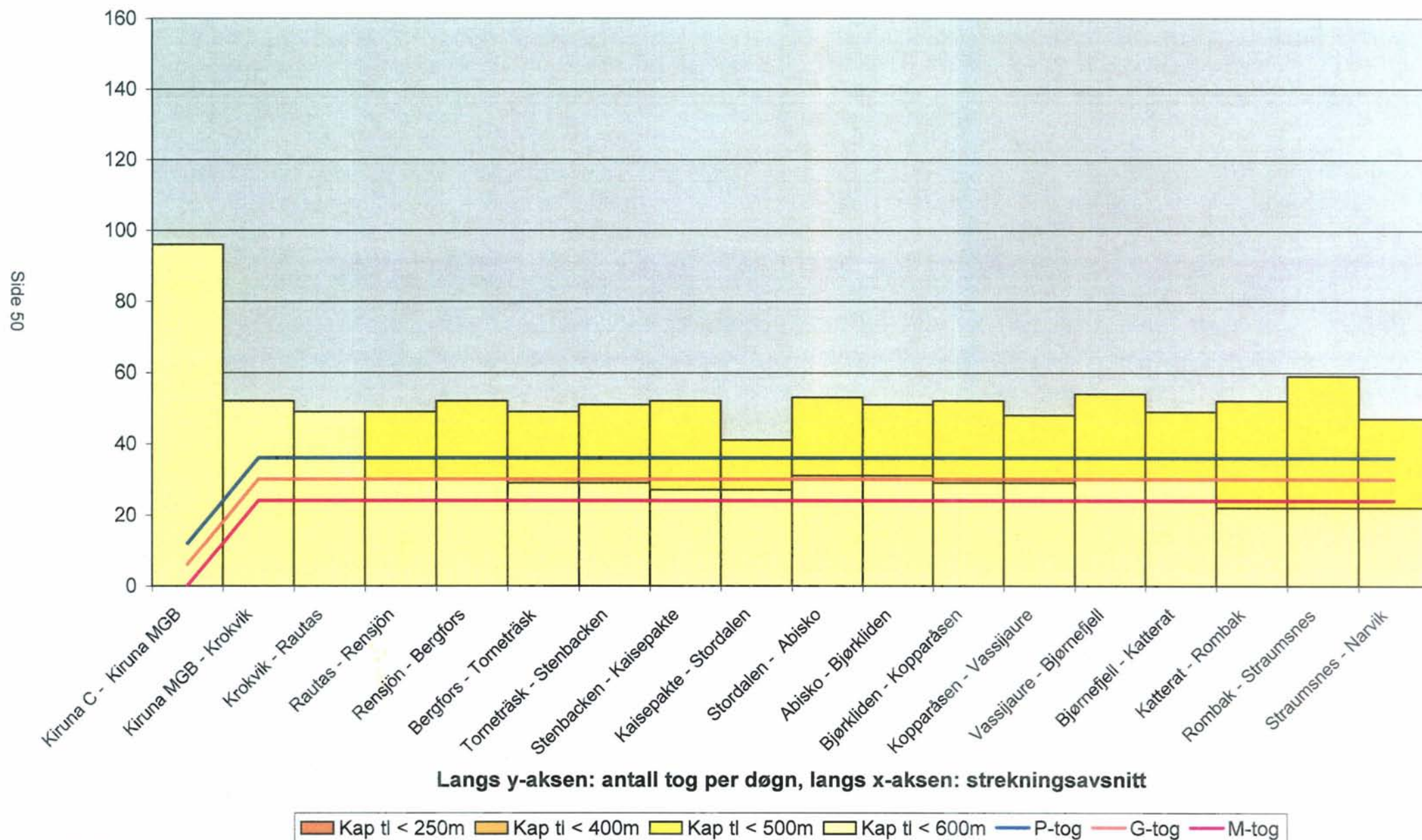
Side 49



Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

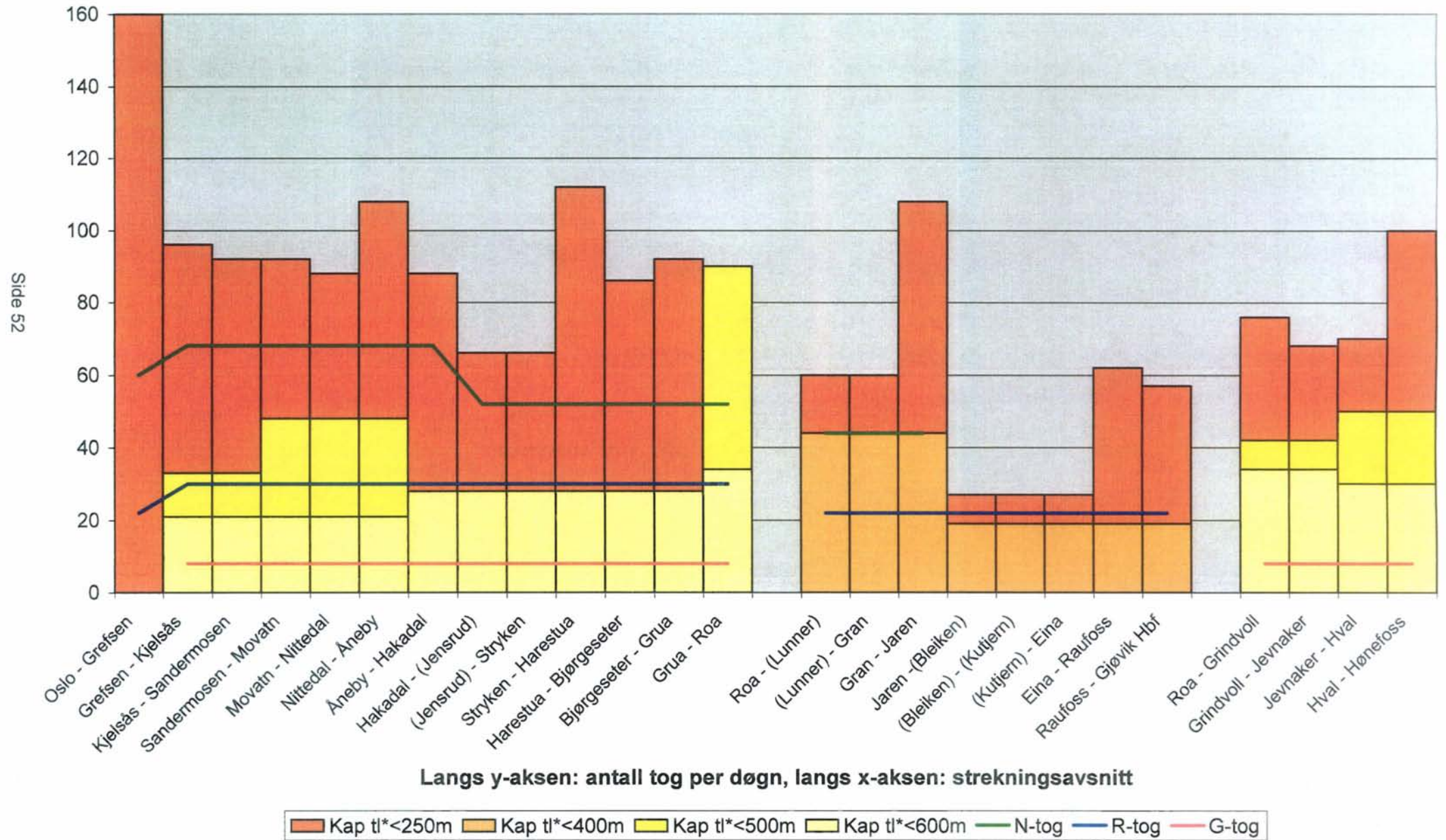


6.2.11 Malmbanan og Ofotbanen, Kiruna - Riksgrensen - Narvik Trafikkapasitet 2010 Togtrafikk 2010

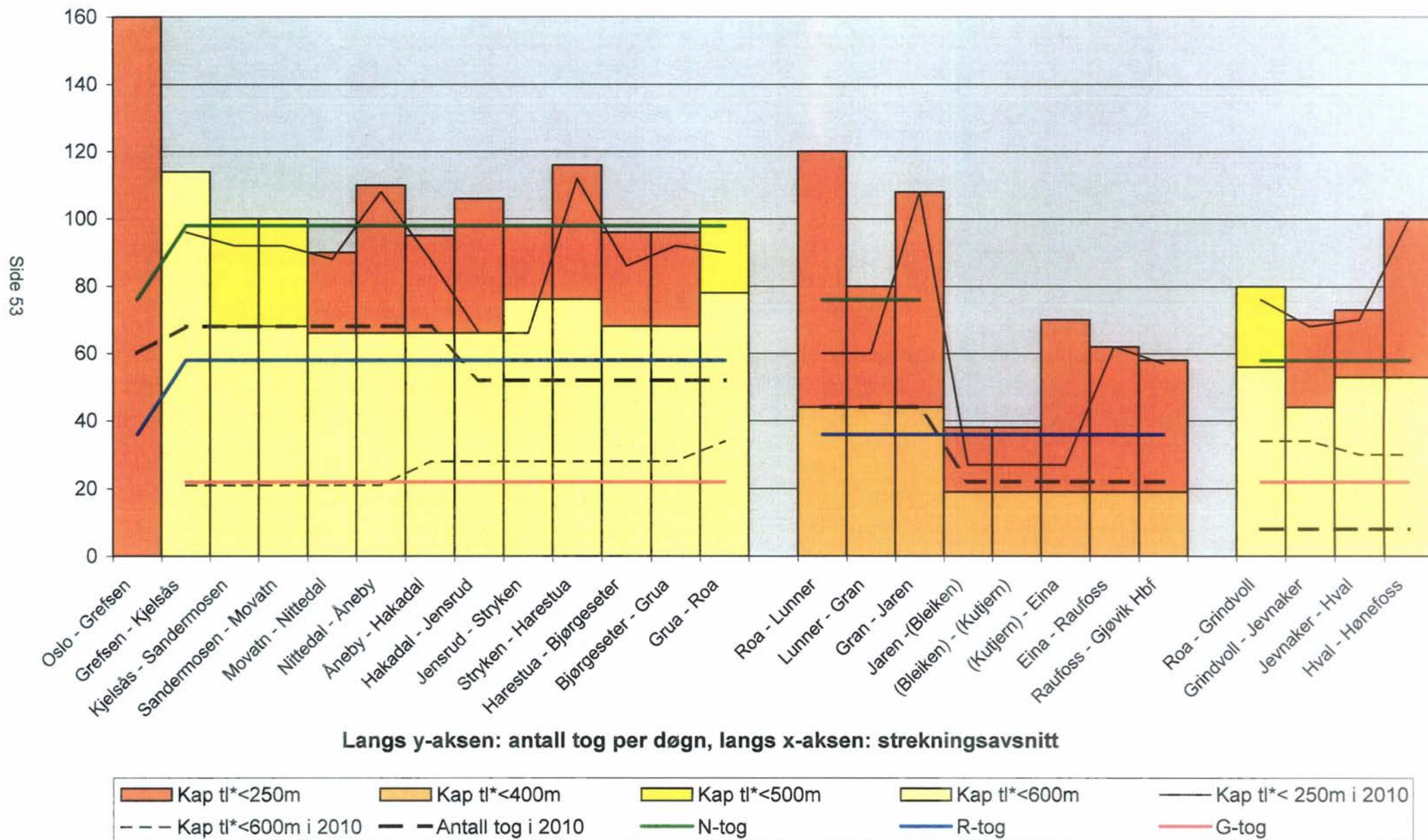




6.2.12 Gjøvikbanen Oslo S - Gjøvik og Roa - Hønefossbanen Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

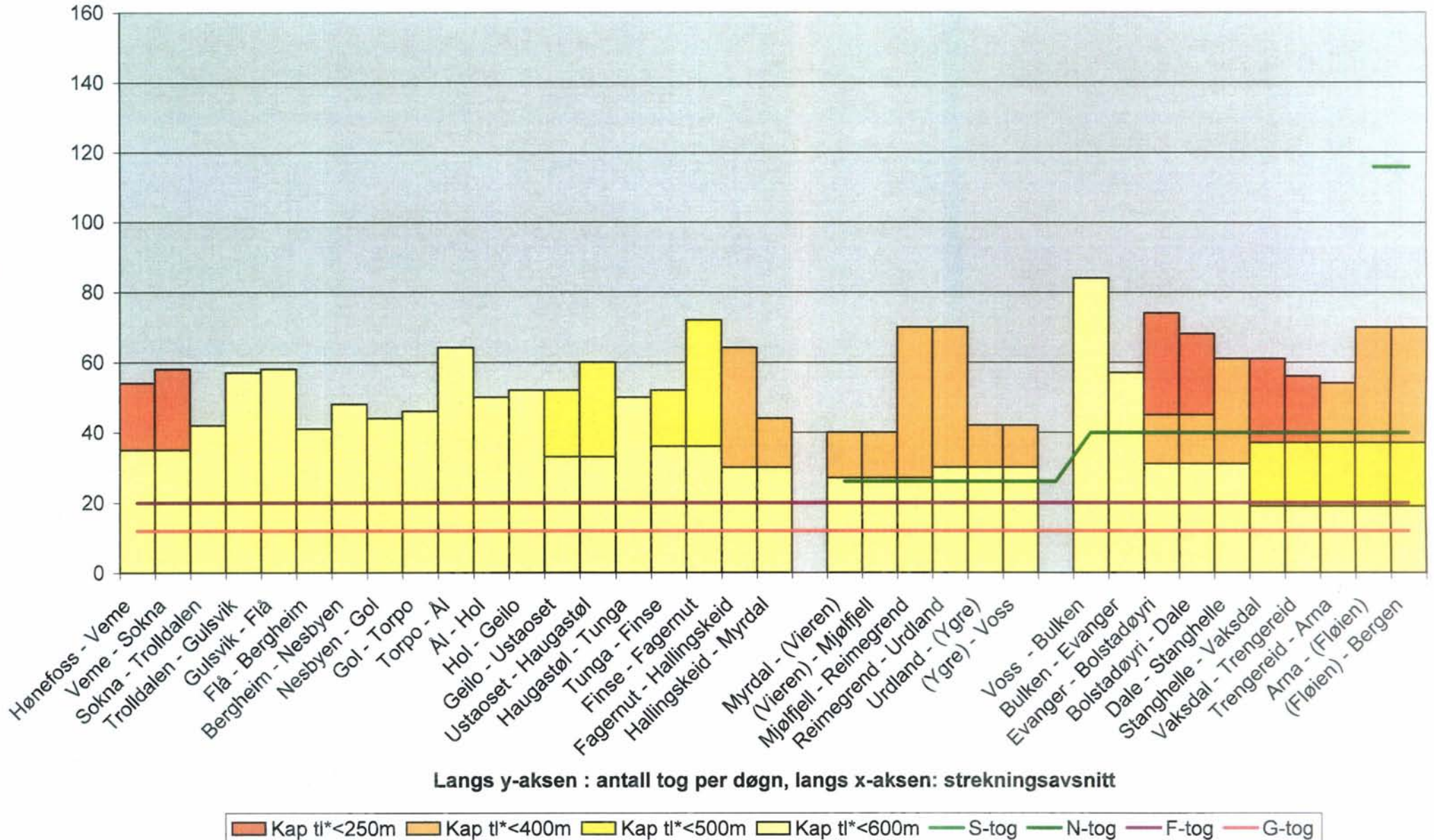


6.2.12 Gjøvikbanen Oslo - Gjøvik og Roa - Hønefossbanen Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023



6.2.13 Bergensbanen Hønefoss - Bergen Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 54



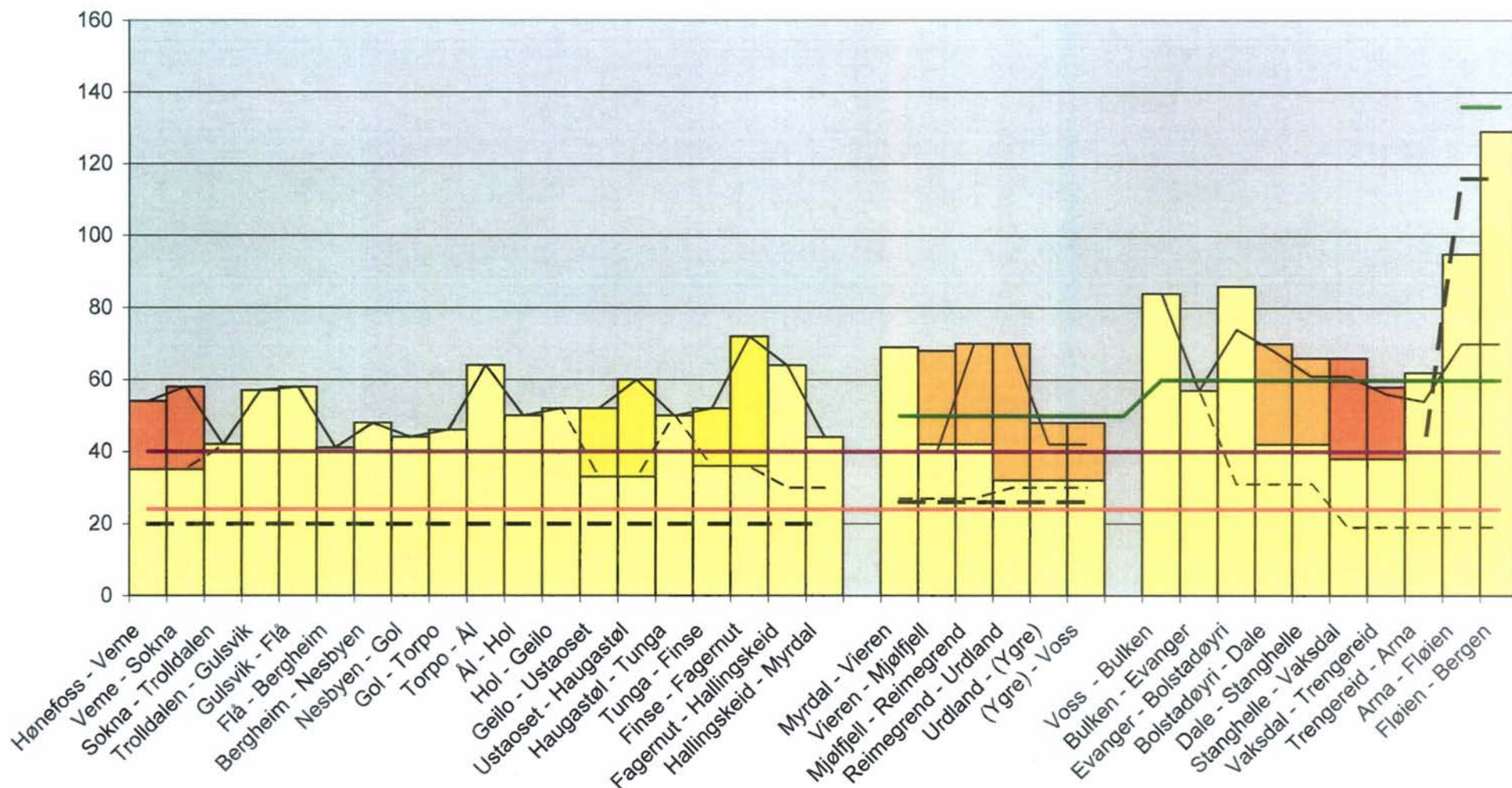
Langs y-aksen : antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

■ Kap tl* < 250m
 ■ Kap tl* < 400m
 ■ Kap tl* < 500m
 ■ Kap tl* < 600m
 — S-tog
 — N-tog
 — F-tog
 — G-tog

6.2.13 Bergensbanen Hønefoss - Bergen

Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

Side 55

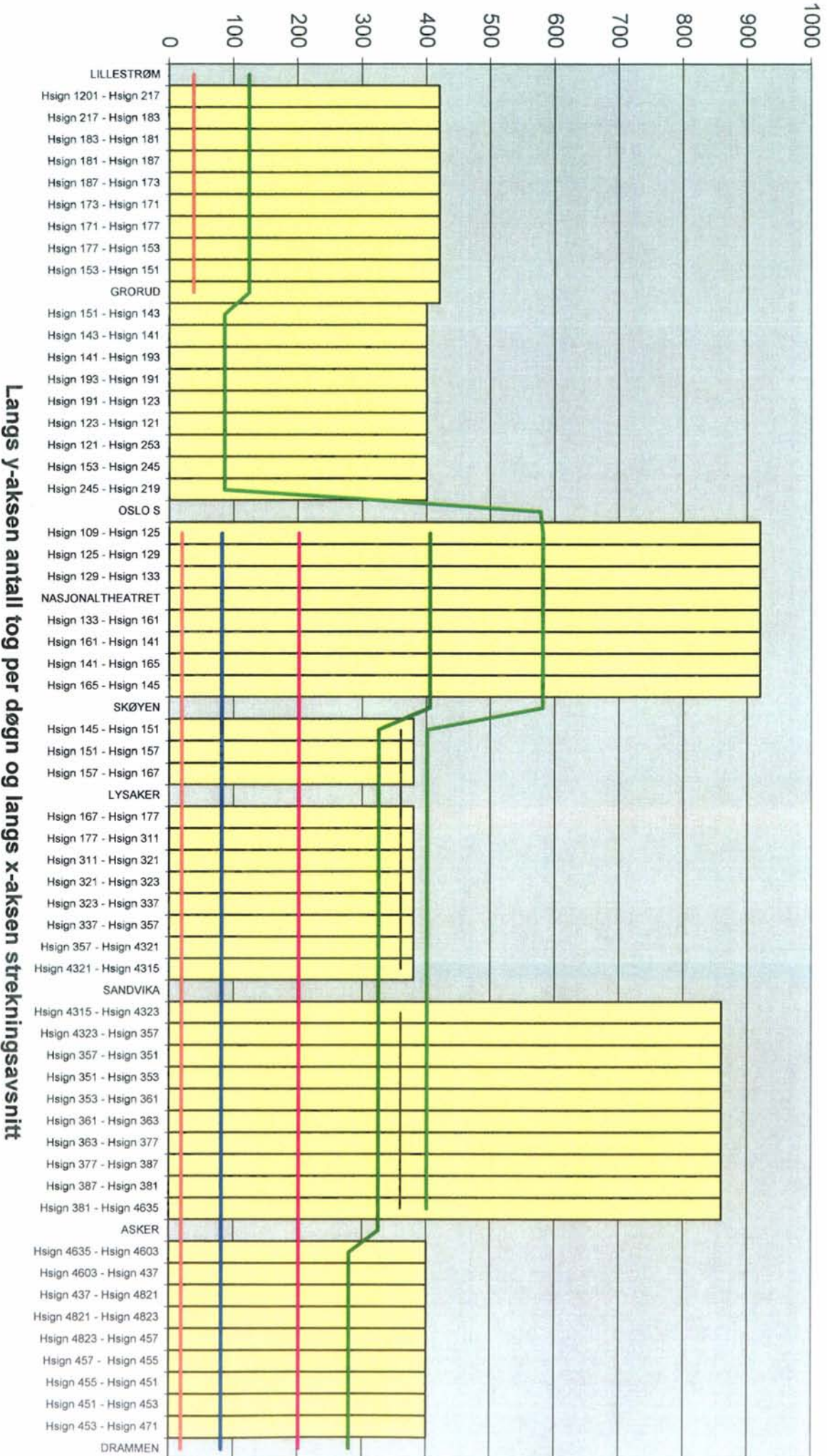


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



6.2.14 Hoved-, Drammen- og Askerbanen, Lillestrøm - Oslo S - Asker - Drammen

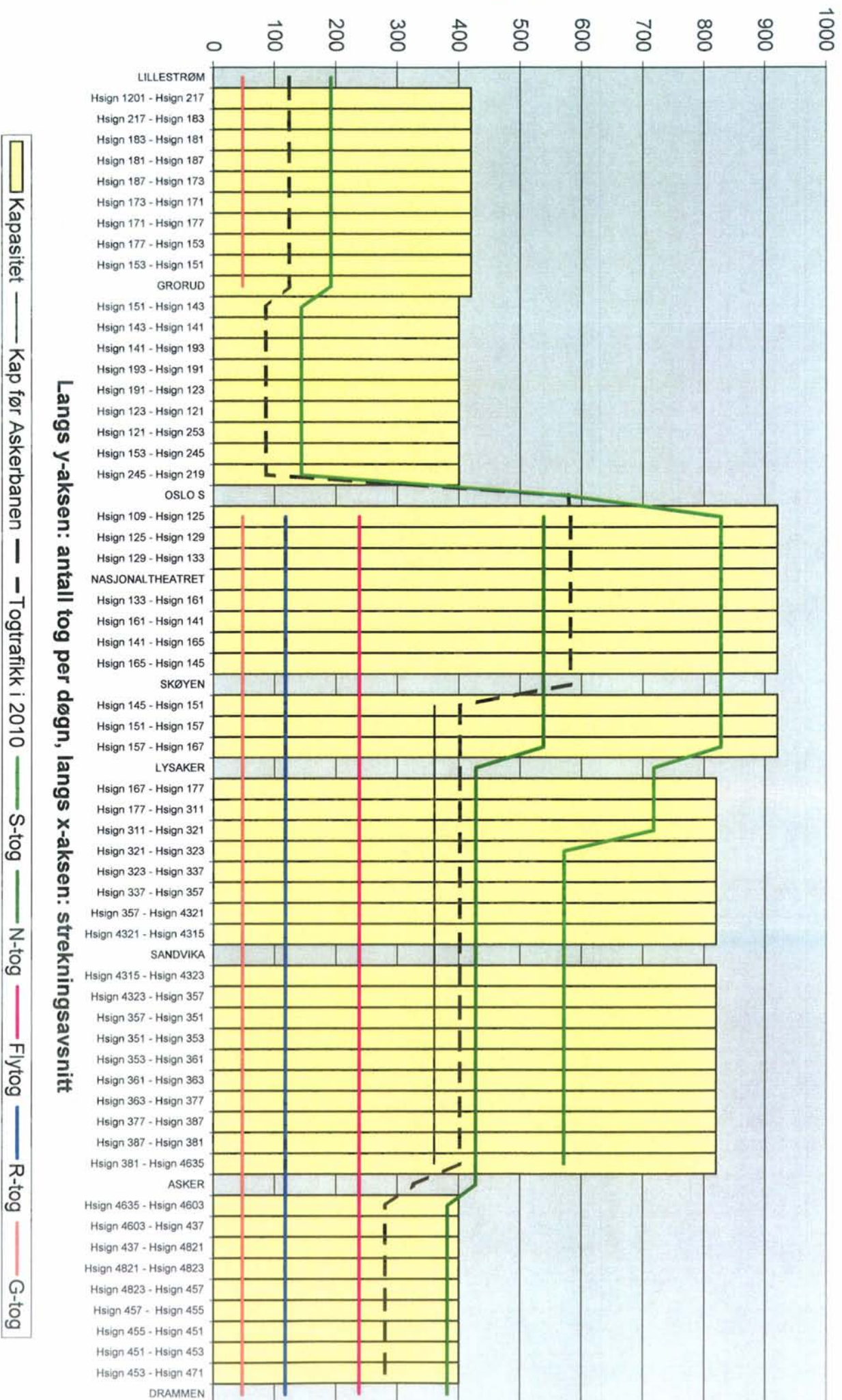
Trafikkkapasitet 2010, togtrafikk 2010



Kapasitet — Kap for Ask. b. — S-tog — N-tog — Flytog — R-tog — G-tog

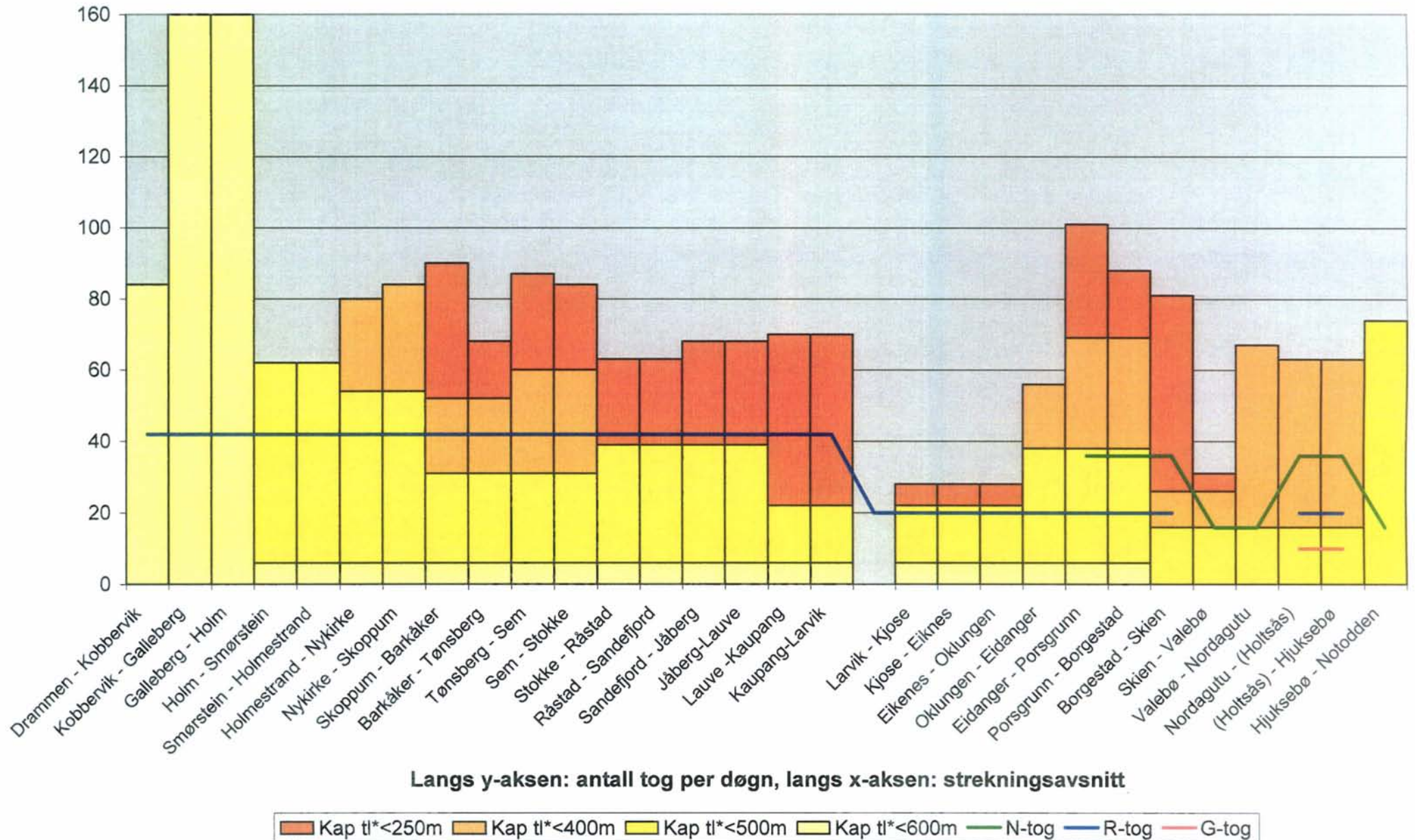
6.2.14 Hoved-, Drammen- og Askerbanen, Lillestrøm - Oslo S - Asker - Drammen

Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023



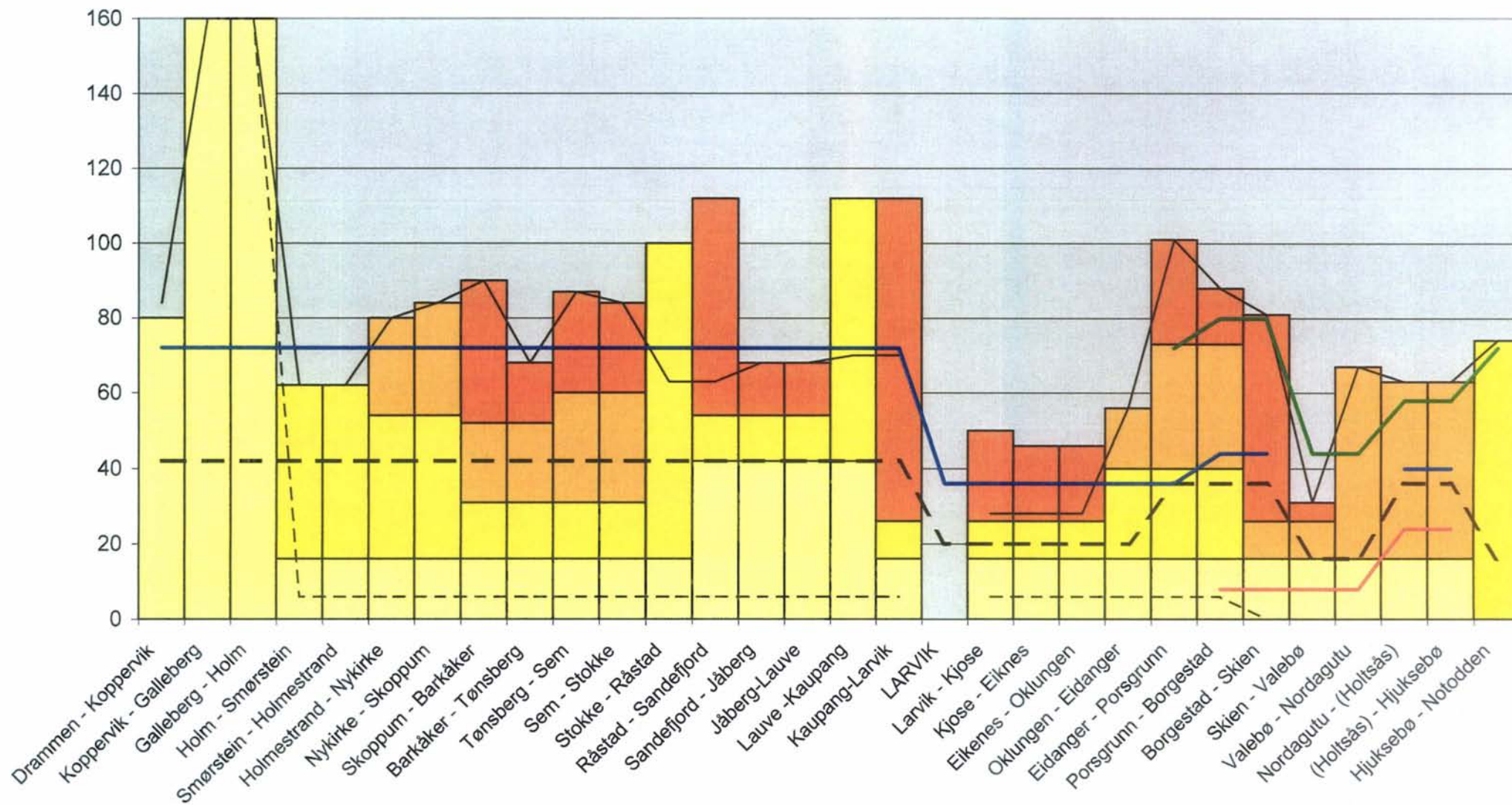
6.2.15 Vestfoldbanen, Drammen - Larvik - Nordagutu (- Notodden) Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 58

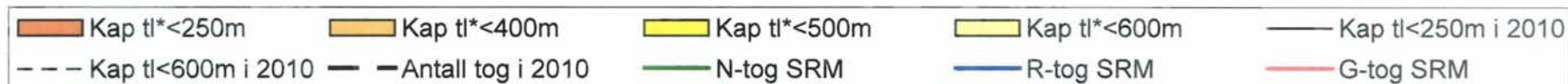


6.2.15 Vestfoldbanen, Drammen - Larvik - Nordagutu (- Notodden) Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023

Side 59

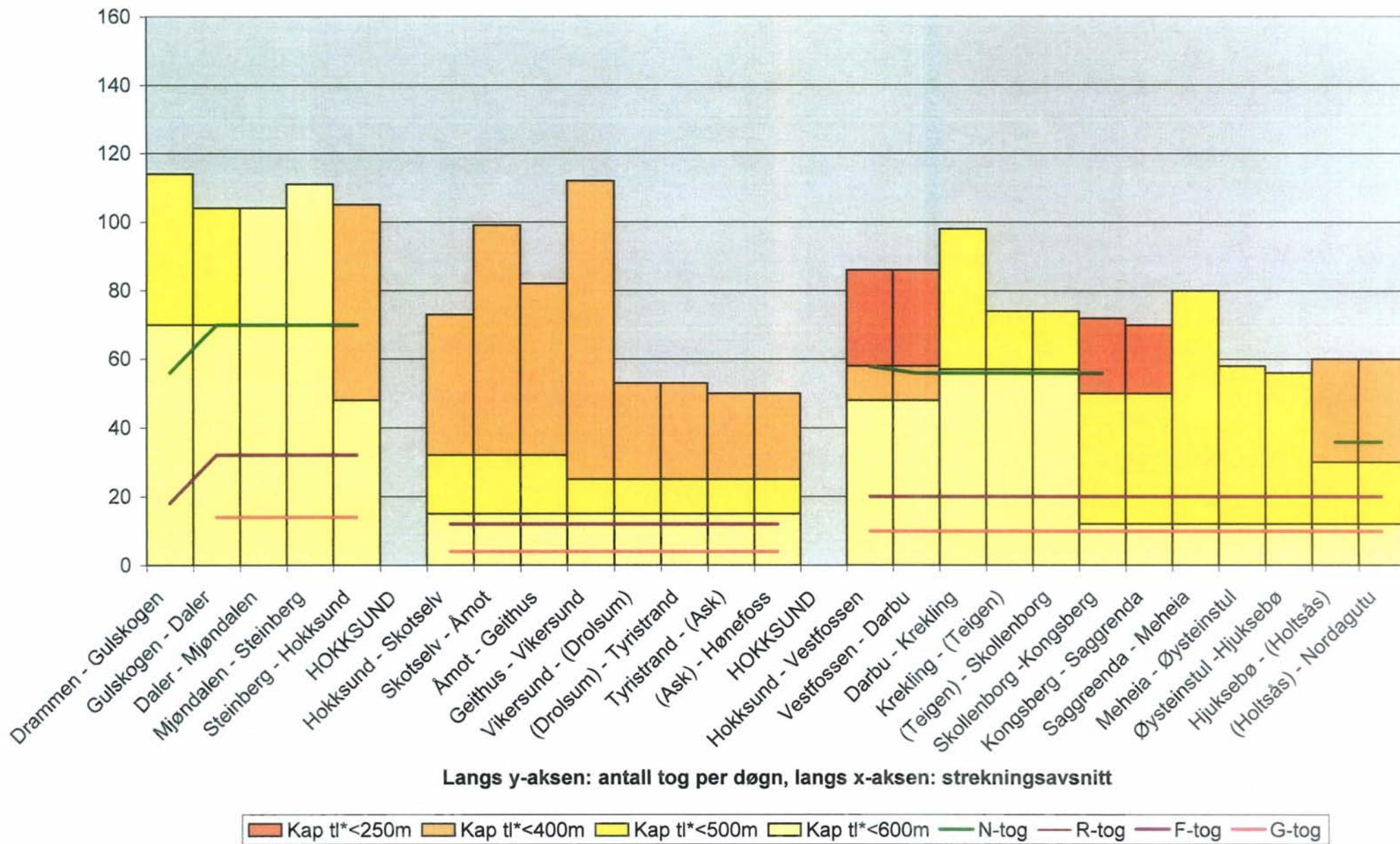


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



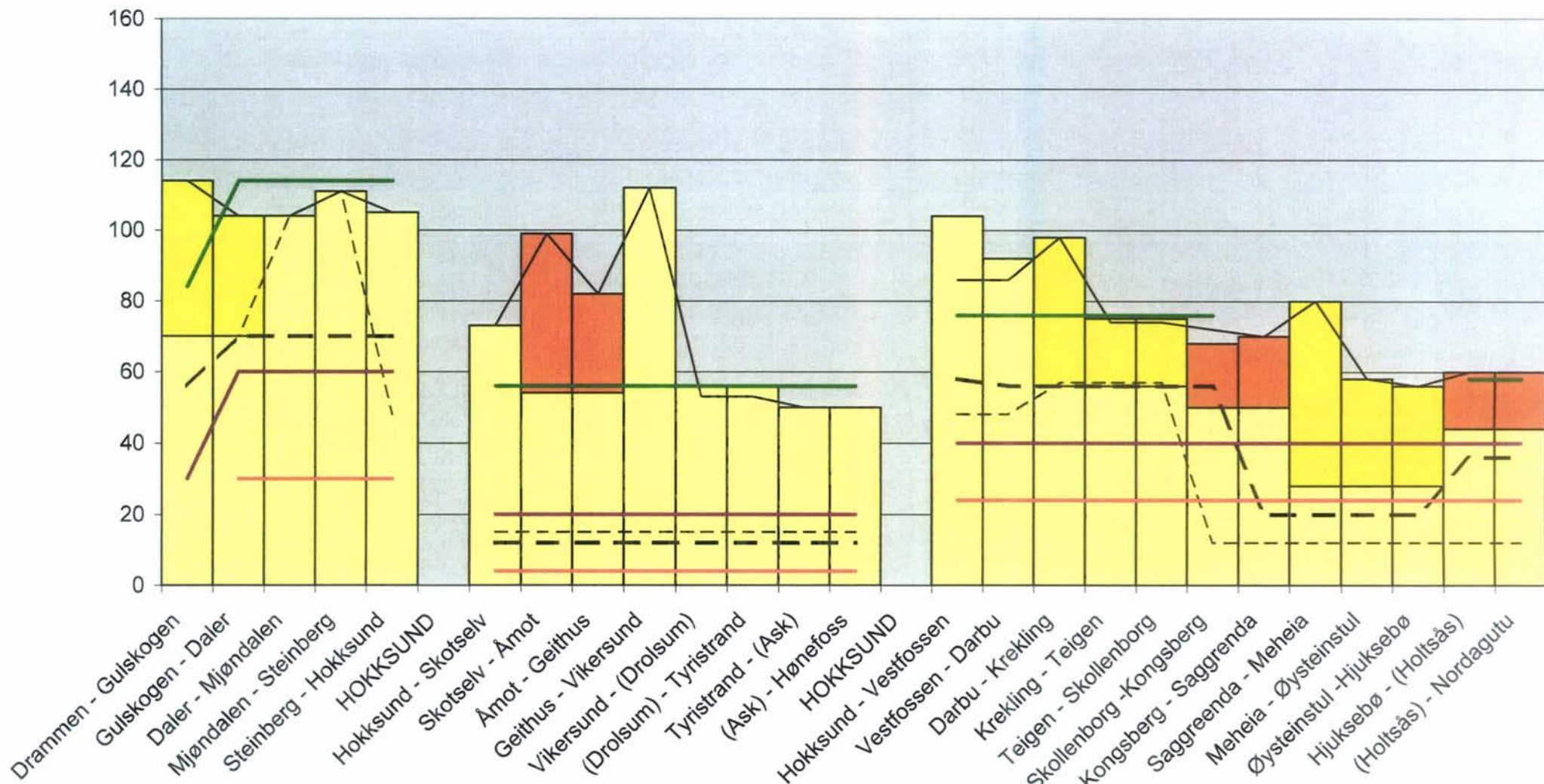
6.2.16 Sørlandsbanen Drammen - Nordagutu og Randsfjordbanen Hokksund - Hønefoss, Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 60

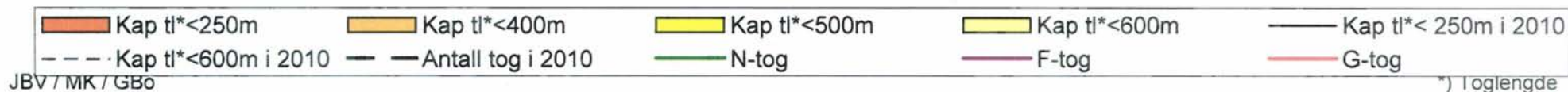


6.2.16 Sørlandsbanen Drammen - Nordagutu og Randsfjordbanen Hokksund - Hønefoss, Trafikkapasitet og togtrafikk Strategisk rutemodell 2023

Side 61

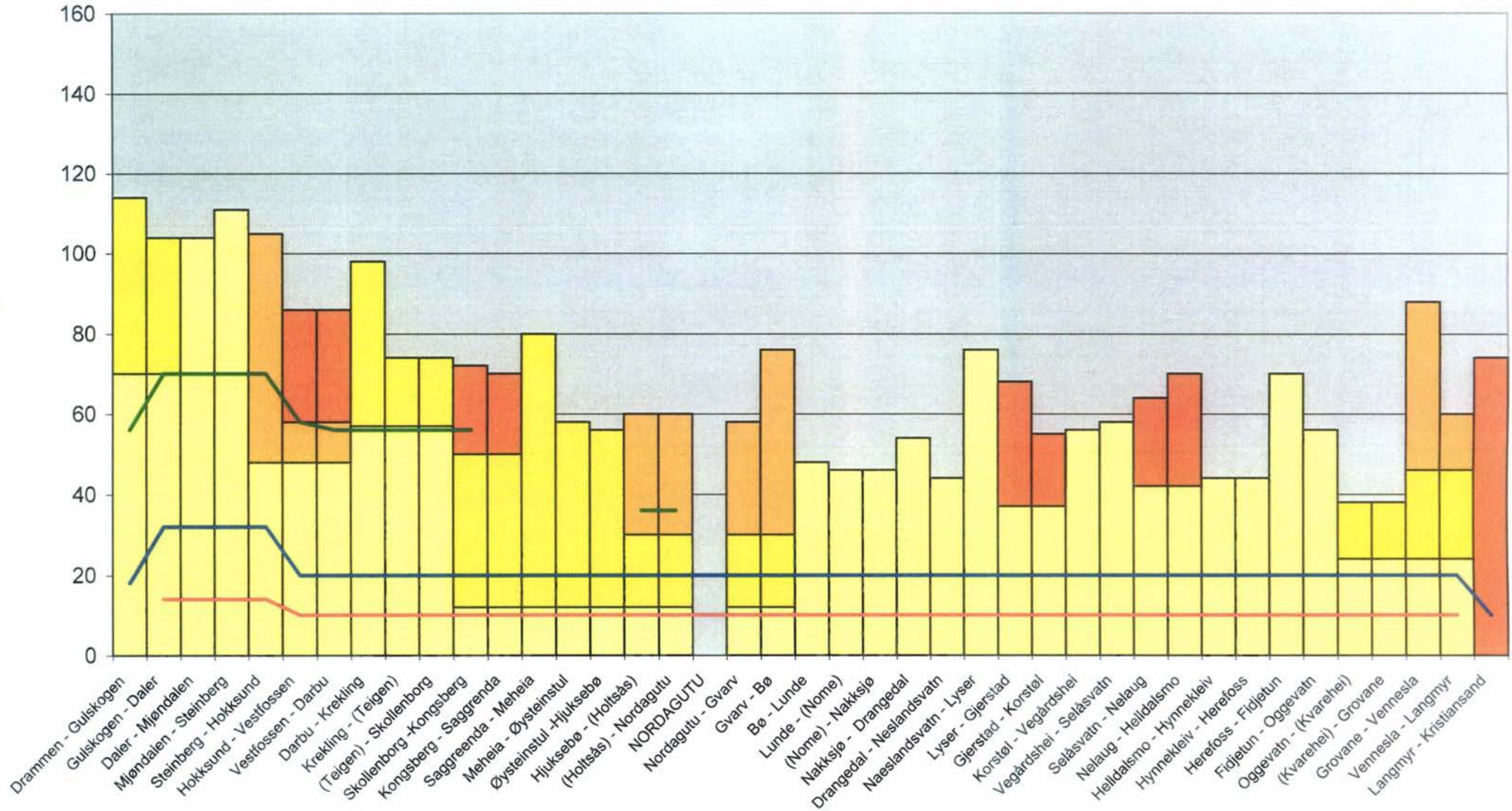


Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

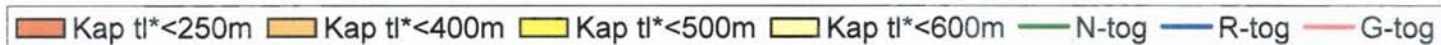


6.2.17 Sørlandsbanen, Drammen - Nordagutu - Kristiansand Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

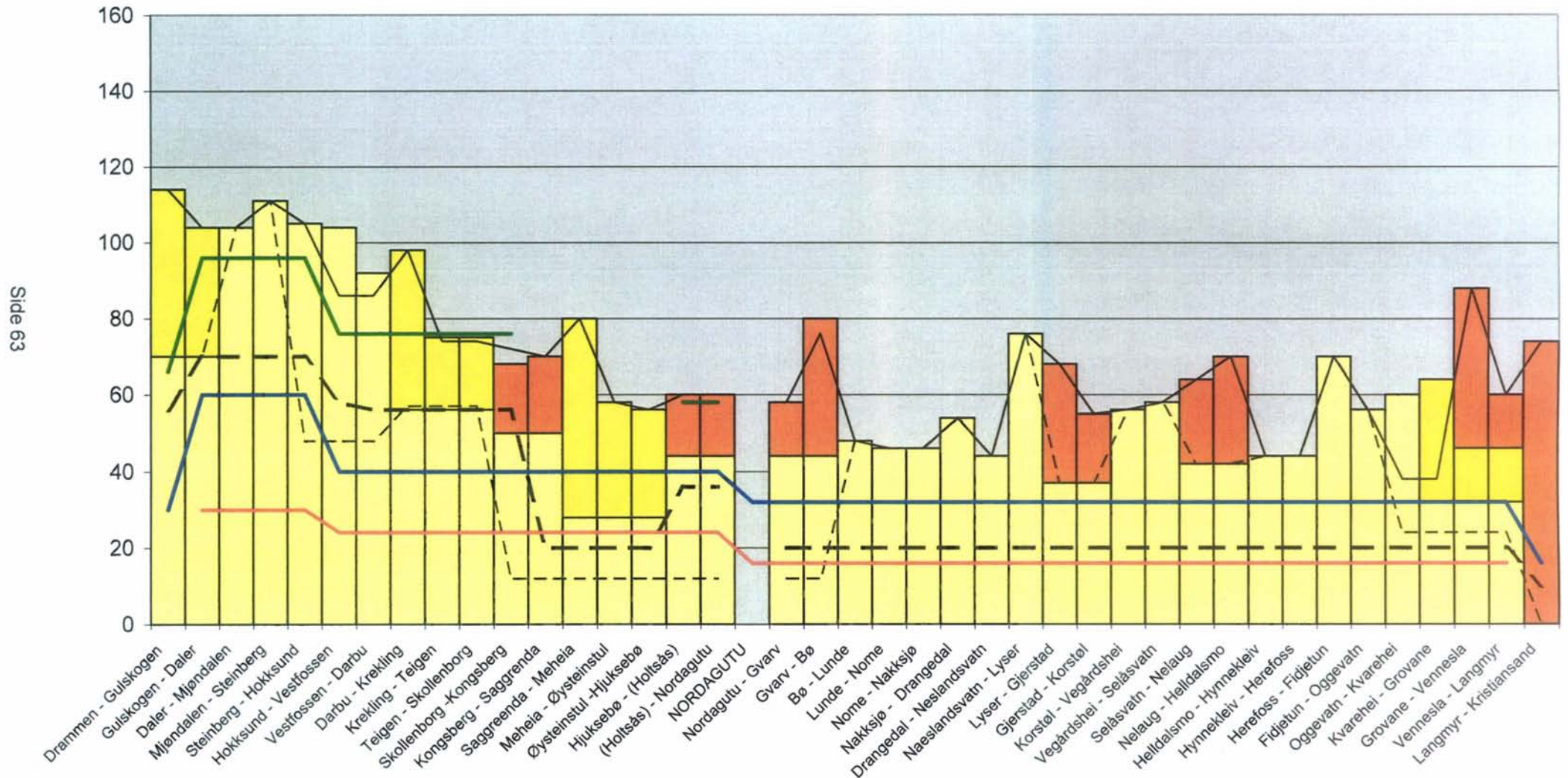
Side 62



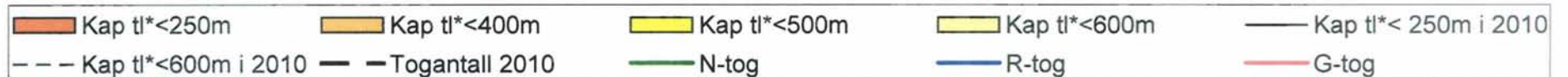
Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



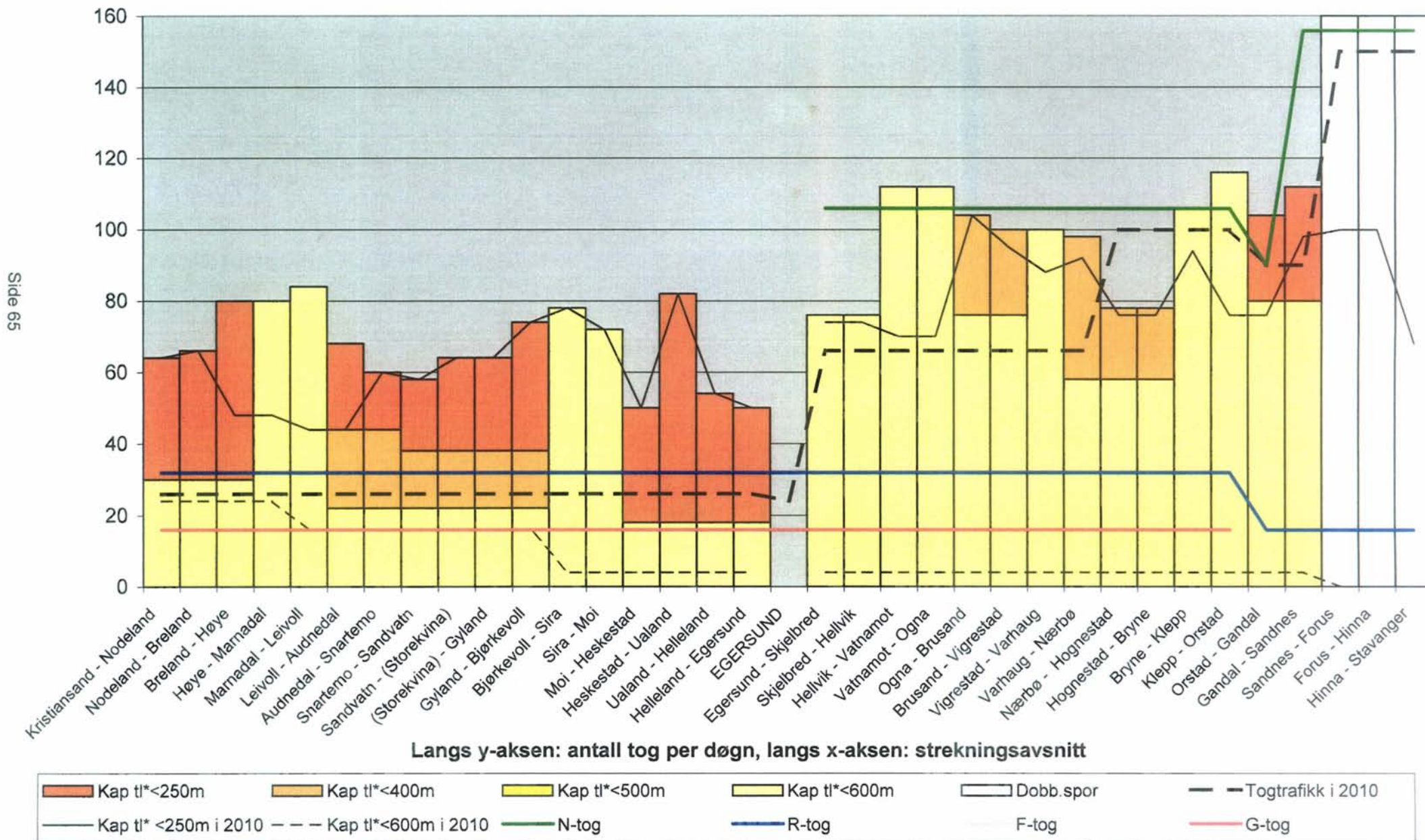
6.2.17 Sørlandsbanen, Drammen - Nordagutu - Kristiansand Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023



Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt

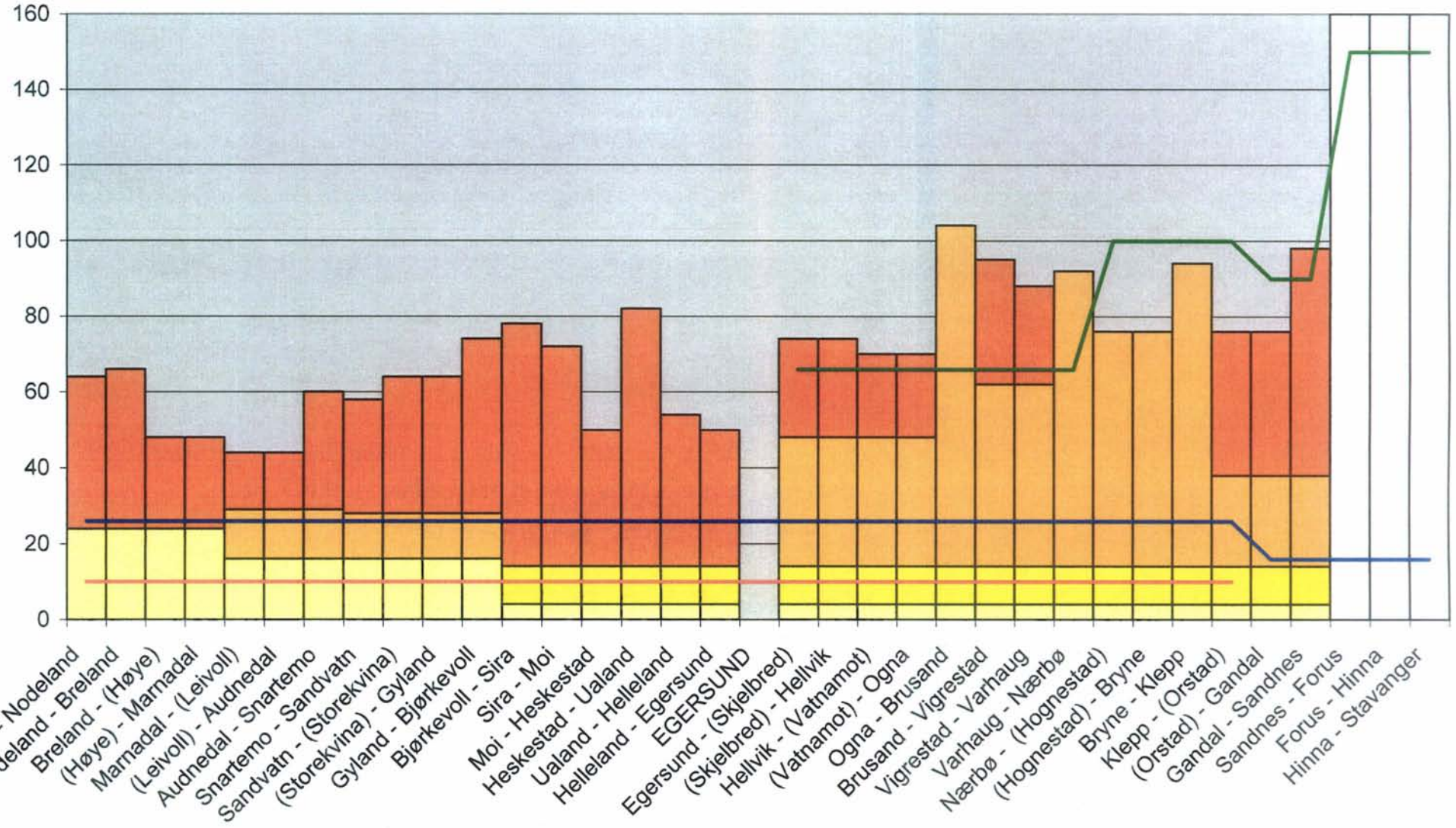


6.2.18 Sørlandsbanen Kristiansand - Egersund - Stavanger Trafikkapasitet og togtrafikk, Strategisk rutemodell 2023

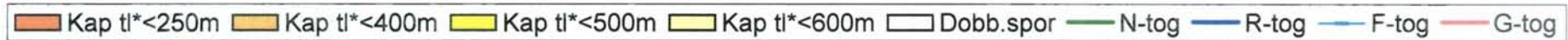


6.2.18 Sørlandsbanen Kristiansand - Stavanger Trafikkapasitet 2010, togtrafikk 2010

Side 64



Langs y-aksen: antall tog per døgn, langs x-aksen: strekningsavsnitt



7 KAPASITET PÅ STASJONER GODSTERMINALER; DRIFTSBANEGÅRDER OG VEDLIKEHOLDSBASER

Kapasitet der togene er i bevegelse er kun en del av bildet. I tillegg kommer anlegg der togene står stille for

- Lasting / lossing av persontog og godstog
- Komponering og dekomponering av tog
- Parkering / hensetting og vending³ av tog, lok og vogner
- Vedlikehold av tog.

På slike anlegg er tilstrekkelige sporenlengder av avgjørende betydning for kapasiteten. I tillegg må anlegget som sådan være hensiktsmessig designet slik at arbeidet som utføres der kan utføres på en tids- og kostnadseffektiv måte.

Spesielt er kapasiteten i anlegg for omlasting av forskjellige typer lastbærere for godstransport viktig. Denne kapasiteten er satt sammen av flere elementer og er i prinsippet gyldig for anlegg i alle størrelser:

- Inn- og utkjøringsforhold for togene
- Skifte og klargjøringsrutiner for tog
- Antall spor for lasting og lossing
- Valg av teknologi portalkran / frontlaster
- Tilgjengelighet, plassering og størrelser på arealer for mellomlagring
- Databaserte systemer for lagerstyring

Tilgjengelighet og kjørøløyper for andre modi, vogntog, trekkvogner osv.

En ønsket økning av antall godstog eller en økning av lengden på godstog kan for enkelte strekninger bli hindret av mangel på kapasitet i godsterminalene der togene skal losses, lastes og vendes. Motsatt kan en endret bruk av godsterminalene i retning en mest mulig jevn, døgnkontinuerlig drift øke kapasiteten i terminalen ved at en unngår opphopning av tog deler av døgnet. Dersom denne kapasitetøkningen tas ut i form av flere tog, vil det øke etterspørselen etter kapasitet ute på jernbanenettet.

Redaktørene håper å kunne utdype dette meget omfattende temaet i en senere utgave av rapporten.

³ Kapasitetsanalysene av overbelastet infrastruktur på hhv. strekningene Lillehammer-Hamar og Oslo S-Lysaker viser begge at driftsbanegårdene på hhv. Lillehammer, Skøyen og Filipstad og togbevegelser mellom disse og den tilliggende banestrekningen forbruker en stor del av kapasiteten på strekningen.

8 TOGENES HASTIGHET OG TIDSFORBRUK

8.1 Hastighetsbegreper ved jernbane

Hastighet er et av de temaer innen jernbanedrift som er omfattet med den aller største oppmerksomhet og interesse. Hastighet er også meget viktig, og la oss nå se på hvilke typer hastighetsbegreper vi har.

8.1.1 Strekningshastighet

Dette er den maksimale hastigheten toget til en hver tid kan holde gitt traséstandard og standard på de tekniske komponentene som spor, kontaktledning og trafikkstyringssystem. Strekningshastigheten kommer også til uttrykk gjennom skiltet hastighet. Denne varierer for norske baner mellom 65 og 130 km/h. Gjennomsnittlig ligger den området 80-110 km/h. Maksimal tillatt hastighet ved Jernbaneverkets baner er 160 km/h bortsett fra Garderobanen hvor maksimal tillatt hastighet er 210 km/h. Grunnleggende sett er det standarden med hensyn til komfort og slitasje / vedlikehold som har vært bestemmende for hvor fort togene skal kunne kjøre. Når disse standardene og nivåene er fastsatt er det to forhold som hver for seg bestemmer strekningshastigheten. Det er teknisk standard og traséstandard. Strekningshastigheten kan heves gjennom en forbedring av den tekniske standarden der den er begrensende i forhold til traséstandard. Det kan her være snakk om å forsterke fundamentering av spor, eller forbedre sporgeometriske forhold, kontaktledningsanlegg og trafikkstyringssystemer. Strekningshastigheten kan også heves gjennom en forbedring av traséstandard. Primært er det da horisontalkurvaturen som må forbedres med større kurver og lengre overgangskurver.

Utvikling av krengeteknologi har vært en måte å møte kravet om høyere strekningshastighet uten å forbedre traseen. Krengeteknologi løser for så vidt problemet med små kurveradier og komfort i det man gjennom kregning øker overhøyden i selve vogna og på den måten reduserer kravet til større kurver, men krengeteknologi løser ikke kravet til lengre overgangskurver. Grunnet øket hastighet fører denne løsningen til at overgangskurvene relativt sett blir kortere. Da overgangskurvene ved norske baner allerede er for korte for konvensjonelle tog med tilsvarende redusert komfort vil dette bli forsterket gjennom bruk av krengeteknologi. Videre løser ikke kregning problemet med øket slitasje og vedlikehold.

8.1.2 Kjørehastighet

Dette er den hastigheten som toget til enhver tid holder. Den begrenses av to forhold, den maksimale hastigheten toget er tillatt for i henhold til godkjenning eller driftshåndbok, og hastigheten de enkelte strekningsavsnittene gis gjennom hastighetsskiltingen. Togets hastighet skal ikke overstige den laveste av disse to og kan betegnes som tillatt hastighet. Kjørehastigheten skal ideelt holdes så nær tillatt hastighet som mulig. Gode akselerasjons- og retardasjonsegenskaper på togene er det viktigste bidraget til å holde en kjørehastighet som til stadighet ligger nærmest mulig tillatt hastighet.

8.1.3 Fremføringshastighet

Dette er den gjennomsnittlige hastigheten toget holder mellom endestasjonene. Fremføringshastigheten bestemmes av strekningshastigheten, kjøring med redusert hastighet, f. eks som følge av for liten kapasitet, oppholdstid ved stasjoner, øvrig stopptid for kryssinger og det generelle tillegget («slakk») som legges inn i rutene (4 - 5 %). Skal fremføringshastigheten forbedres kan man redusere antallet og / eller lengden av stasjonsopphold. Forbedrede akselerasjons- og retardasjonsegenskaper for togene har også en viss betydning.

Det viktigste er imidlertid å redusere påvirkningen fra annen togtrafikk, det vil si unngå «køkjøring» og venting på andre tog og sørge for mest mulig uhindret kjøring. For

dobbeltsporede strekninger gjøres dette ved å etablere forbikjøringsmuligheter eller å etablere flere spor, tre- og firesporede baner. For enkeltsporede baner vil det være snakk om utbygging av flere kryssingsspor og etablering av «samtidig innkjør». Fremføringshastigheten økes også gjennom å øke kjørehastigheten, som igjen er avhengig av teknisk og trasemessig standard. Dette har normal helt andre og mye høyere investeringskostnader.

En indikator på når det begynner å bli nødvendig å øke sporkapasiteten har vi når forholdet mellom reell fremføringstid (t) og ideell fremføringstid (t_0) overstiger verdien 1,06 - 1,07 for persontog og 1,15 for godstog. T_0 inkluderer stopp for å laste / losse transportobjekter (passasjerer og gods).

8.1.4 Reisehastighet / transporthastighet

Dette er den gjennomsnittlige hastigheten kunden eller vare- /godsforsendelsen holder mellom start- og målpunktet for reisen / transporten. Reisehastigheten påvirkes av mange forhold. Disse kan deles i to hovedgrupper: Fremføringshastigheten til de forskjellige transportmidlene og ventetiden ved overgang eller omlasting mellom disse. En betydelig forbedring av reisehastigheten kan ofte oppnås ved å redusere denne tiden. Dette er mulig gjennom høyere avgangsfrekvens, knutepunktopplegg og integrerte taktruteplaner hvor hele eller størst mulig del av transportkjeden inngår. Omstigningstiden reduseres ved etablere så korte og effektive omstigningsveier og omlasting som mulig. Dette er et meget sentralt punkt da omstigning / omlasting er en stor barriere og ulempe for brukeren. Videre vil man oppnå en forbedring av reisehastigheten gjennom en forbedring av fremføringshastigheten.

8.1.5 Dimensjonering av hastighet

Man kan så sammenligne reisehastigheten for hele reisen der tog er hovedreisemiddel med reisehastigheten f.eks. for tilsvarende reise med buss eller bil. Ved å sette en standard for forholdet mellom reisetider for de forskjellige reisemåtene, f.eks. at reisehastighetene skal vær tilnærmet like, eller at den med tog som hovedreisemiddel skal være 0,9 eller 0,8 av den med bil, har man et viktig utgangspunkt for dimensjonering av fremføringshastigheter og strekningshastigheter og dermed nødvendig omfang av og hvilke tiltak som bør iverksettes. Man kan motsatt forutsette en fremføringshastighet også skaffe seg et forhold til hvor stort influensområdet eller nedslagsfeltet rundt stasjonen er, gitt forskjellige transportlengder og krav til reisetid.

8.2 Togenes fremføringstid

På de etterfølgende sidene vises grafisk hvilke elementer fremføringstiden består av, hvor mye denne utgjør og hvordan den kan reduseres. (Merk; fremføringstid er den inverse verdien av fremføringshastighet som er beskrevet ovenfor. Når hastigheten øker reduseres tiden og motsatt.)

8.2.1 Hva fremføringstiden består av

Fremføringstid er den rutemessige tiden et tog bruker mellom endestasjonene. Fremføringstiden kan deles opp i tre prinsipielt forskjellige grupper:

1) Stoptiden beskriver den akkumulerte tiden toget bruker på å stoppe for å ta på / sette av passasjerer eller last/gods underveis. Den består av ekstratiden toget bruker på å retardere eller bremse og akselerere samt selve oppholdstiden, hvor lenge toget står stille.

2) Tiden som utgjøres av den tiden toget bruker på å forholde seg til andre tog. For enkeltsporede strekninger utgjøres denne av tid medgått til å gjennomføre kryssinger, rutemessig venting på kryssing grunnet for få eller ikke optimal plassering av kryssingsstasjonene og i en viss grad også køkjøring. For enkeltsporede baner kalles dette tidstapet for kryssingstillegg. For dobbeltsporede strekninger utgjøres denne tiden av tid toget bruker på å bli liggende bak et saktekjørende tog eller den tiden toget bruker på å bli forbikjørt. Her kalles denne tiden for køtidstillegg

3) Kjøretid som består av teoretisk kjøretid, dvs. den tiden toget bruker mellom endestasjonene når toget følger skiltet hastighet eller den for toget fastsatte makshastighet og et tillegg for å beskrive den praktiske kjøretiden. Ved Jernbaneverket benyttes et tillegg på 4 %.

8.2.2 Hvordan forbedre fremføringstiden

En forbedring av fremføringstiden oppnås gjennom en reduksjon av ett eller flere av disse tidselementene. Spesielt for enkeltsporede strekninger bør man se flere tidselementer i sammenheng med den konkrete ruteplanen.

Tiltak som kan vurderes for gruppe1 er raskere akselerasjon/retardasjon, kortere oppholdstid. Dette avgjøres av togenes egenskaper. Videre tiltak vil være en vurdering av hvor det skal være togstopp.

Tiltak for gruppe 2 omfattes av å forbedre kryssingsforholdene gjennom å bygge ut til samtidig innkjør, ha stasjoner med tilstrekkelig lengde for kryssing av alle typer tog samt å redusere / harmonisere avstanden mellom kryssingsstasjonene.

Innenfor gruppe 3 vil det i første rekke være å heve tillatt hastighet til å utnytte regelverk og trasé maksimalt. Blant annet gir regelverket mulighet til å skille for en hastighet basert på 160 mm manglende overhøyde. Videre tiltak for å heve kjørehastigheten vil være forbedringer av traséstandarder hvilket i praksis vil bety bygging av nye banestrekninger enten enkelt- eller dobbelsporede alt etter forventet togtrafikk.

Gjennom en aktiv bruk av ruteplanleggingen kan man optimalisere med bakgrunn i flere forhold. Man kan søke å legge kryssinger til stasjoner hvor likevel tog stopper for på- og avstigning. (Dette gir videre gode omstigningsmuligheter til andre tog- eller busslinjer.) Man kan også derigjennom eksakt identifisere nødvendige tiltak, hvilket reduserer det totale utbyggingsvolumet.

8.3 Grafisk fremstilling av fremføringstiden

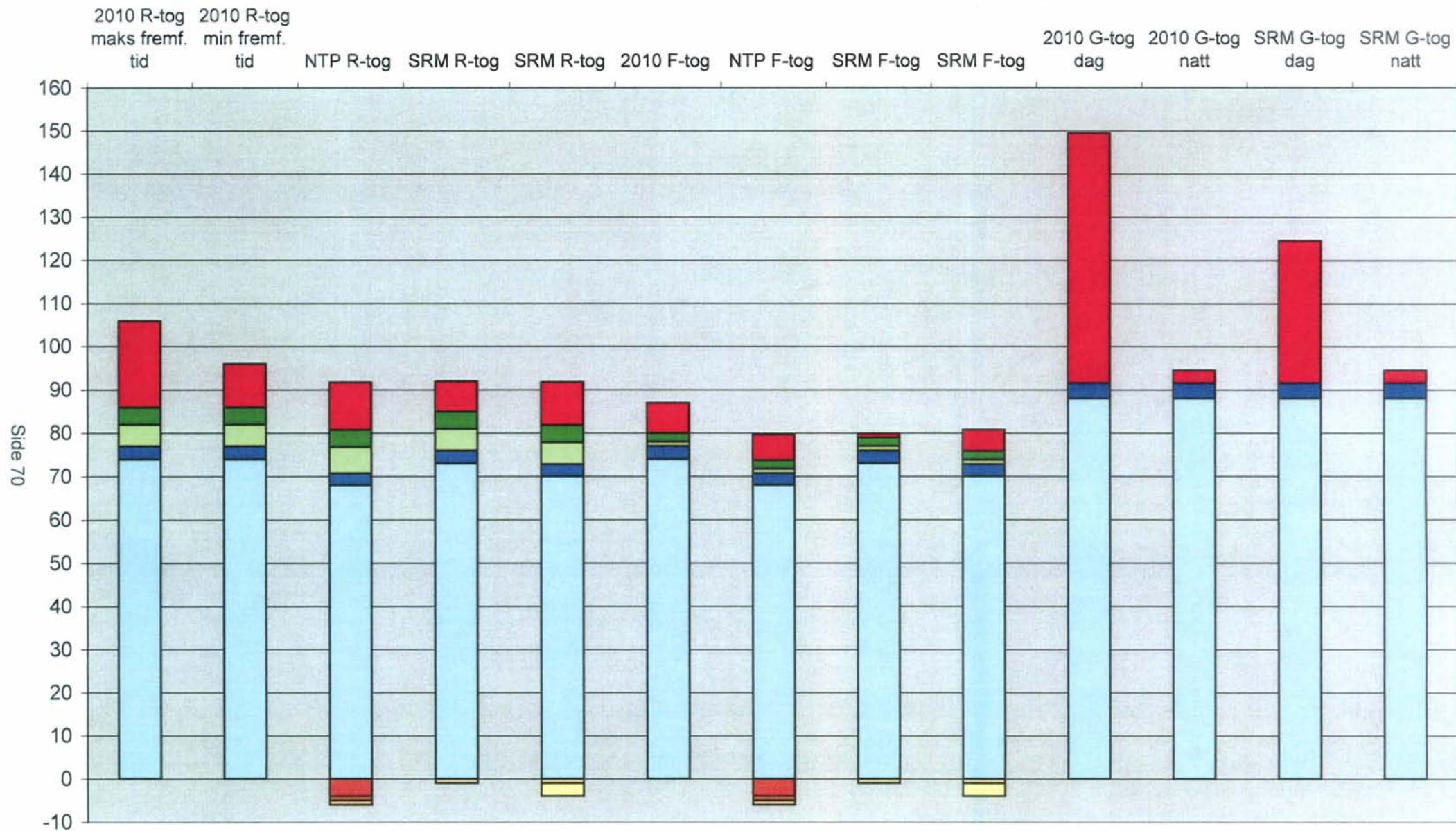
I det følgende kapitlet er det for tre forskjellige strekninger vist hva fremføringstiden går med til. Det er vist for den foreliggende situasjonen for ruteordningen i 2010 samt hva som kan oppnås gjennom Strategisk rutemodell frem til 2023. Søyleelementene i diagrammene har følgende betydning:

- Rødt viser tidstap som medgår til kryssinger / annen trafikk,
- Grønt viser stopptid fordelt på akselerasjons- og retardasjonstillegg samt selve oppholdstiden.
- Blått viser kjøretid fordelt på teoretisk kjøretid og kjøretidspåslaget på 4 %.
- Under 0-streken gis kjøretidsbesparelser grunnet økt strekningshastighet. Her er det for økt skiltet hastighet skilt mellom økning i tillatt manglende overhøyde og diverse traseforbedrende tiltak. Fargene her er gul/oransje.



Fremføringstid for region- fjern- og godstog, Dovrebanen Eidsvoll - Lillehammer

Langs y-aksen: tid i minutter. Langs x-aksen: tilbudsalternativer



Den Tungen Den Molykkia Hamar st. l = 160 mm Teoretisk kjøretid 4% tillegg Akselerasjons- og retardasjonstid Oppholdstid Kryssingstid

Side 70

8.3.1 Fremføringstid Dovrebanen Eidsvoll - Lillehammer

Diagrammet viser fra venstre situasjonen for regiontogene Eidsvoll – Lillehammer hvor fremføringstiden for ruteordningen i 2010 varierer med hele ti minutter og hvor fra 10 til 20 minutter (gjennomsnittlig 13 – 14 minutter) går med til kryssing av og venting på andre tog.

Neste søyle viser forbedring i fremføringstid grunnet traseforbedringer langs Mjøsa som følge av planlagte dobbeltsporparseller. Forbedring i teoretisk kjøretid vil være på 1 - 1,5 minutter for parsellen Molykkja – Morskogen og 3,5 - 4 minutter for parsellen Espa – Steinsrud. Som følge av dobbeltsporparseller antas da en reduksjon i kryssingstapet på strekningen Eidsvoll – Lillehammer på 2-3 minutter. Dette gir en fremføringstid Eidsvoll – Lillehammer på 92 minutter.

Gjennom å anvende metoden beskrevet under SRM, nemlig tiltak basert på en på forhånd utviklet og optimalisert rutemodell vil man oppnå den samme tidsbesparelsen samt en høyere strekningskapasitet. Tiltakene her omfatter også endret sporplan på Hamar, videre ett nytt kryssingsspor ved Dallerud, km 180, samt utbygging til samtidig innkjør på de kryssingsstasjonene på strekningen som ikke har det.

En økning av strekningshastigheten ved å tillate en manglende overhøyde på 160 mm vil gi en tidsbesparelse på 3-4 minutter, men vil ikke bli nyttiggjort i denne konkrete ruteplanen SRM baserer seg på.

For fjerntogene vil man med traseforbedringer langs Mjøsa oppnå en reduksjon i fremføringstiden Eidsvoll – Lillehammer på totalt ca 7 minutter, også her det samme som kan oppnås gjennom Strategisk rutemodell. Tiltakene her er de samme som beskrevet ovenfor.

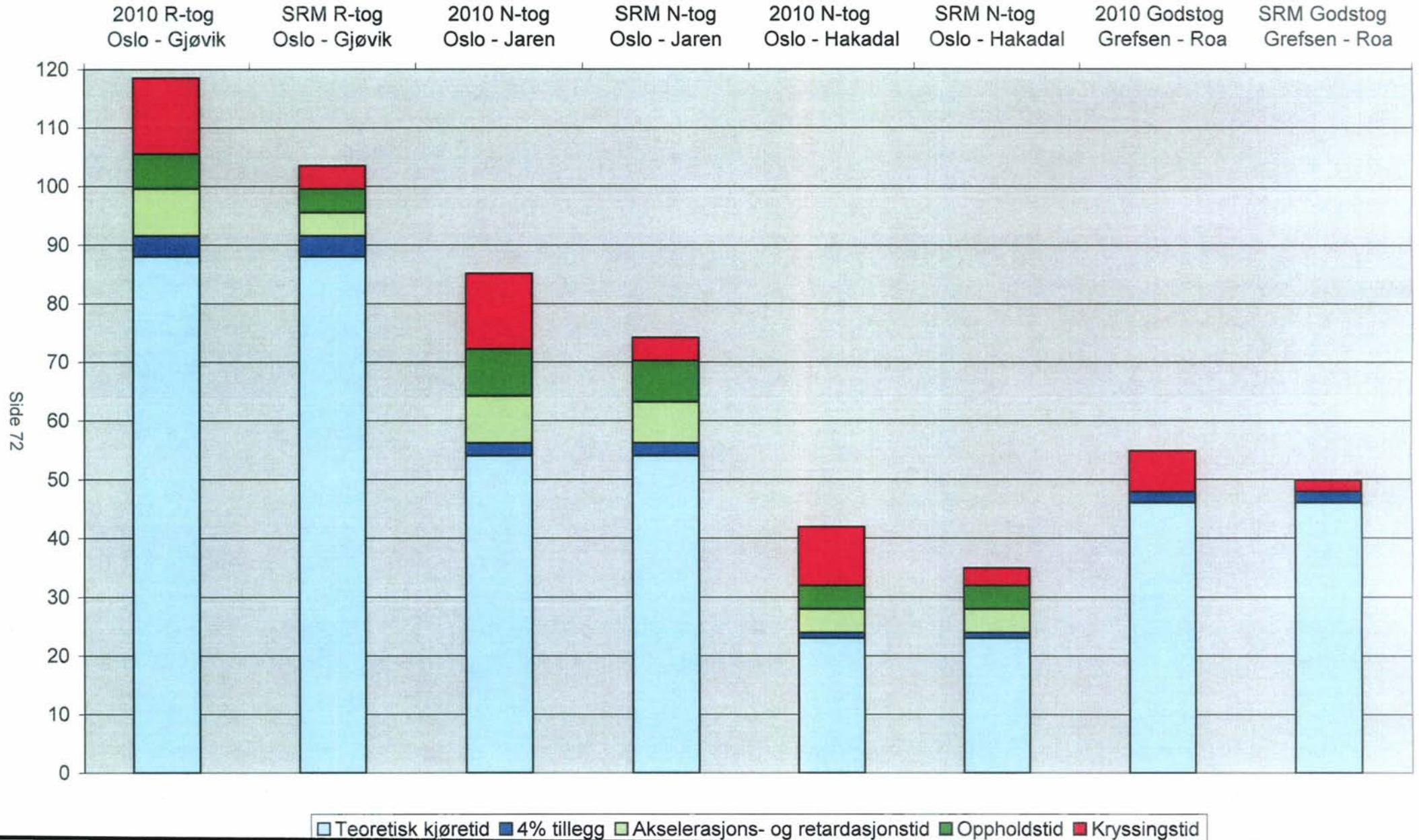
Det er i SRM ikke forutsatt endringer i stoppmønster for persontogene i forhold til ruteordningen i 2010. Hva angår frekvenser har SRM tatt høyde for timefrekvens både for region- og fjerntog, det vil si halvtimesfrekvens for stasjonene Hamar og Lillehammer.

Godstogene har i dagens ruteordning en fremføringstid Eidsvoll – Lillehammer som varierer over døgnet mellom 95 og 185 minutter. For godstog som kjøres på dagtid mandag – fredag er fremføringstiden gjennomsnittlig 150 minutter og om natten 95 minutter. Gjennom SRM og tiltakene nevnt ovenfor vil fremføringstiden på dagtid reduseres med 25 minutter til 125 minutter, samtidig som det er lagt til rette for timefrekvens også for godstogene. For godstog fremført over natten blir det ingen endring.



Fremføringstid for region- og nærtrafikktoget Gjøvikbanen

Langs y-aksen: tid i minutter. Langs x-aksen: tilbudsalternativer



8.3.2 Fremføringstid Gjøvikbanen

Diagrammet viser fremføringstid gitt ruteplan 2010 og alternativt SRM for regiontog Oslo S – Gjøvik, nærtrafikktoget Oslo S – Hakadal /Jaren og godstog Grefsen – Roa.

For regiontogene har man i SRM redusert antall stopp på strekningen fra dagens 14 (hvorav 3 er «krysstopp» eller «behovsstopp») til 7. Dette har sammen med bygging av tre nye kryssingsstasjoner samt kryssingssporforlengelser / samtidig innkjør sammen med en optimalisert ruteplan, har man redusert fremføringstiden Oslo - Gjøvik fra 118 til 102 minutter. Den totale stopptiden ble redusert fra 14 til 8 minutter og kryssingstillegget fra 13 til 4 minutter. Antall avganger ble økt fra 11 til 18 per retning.

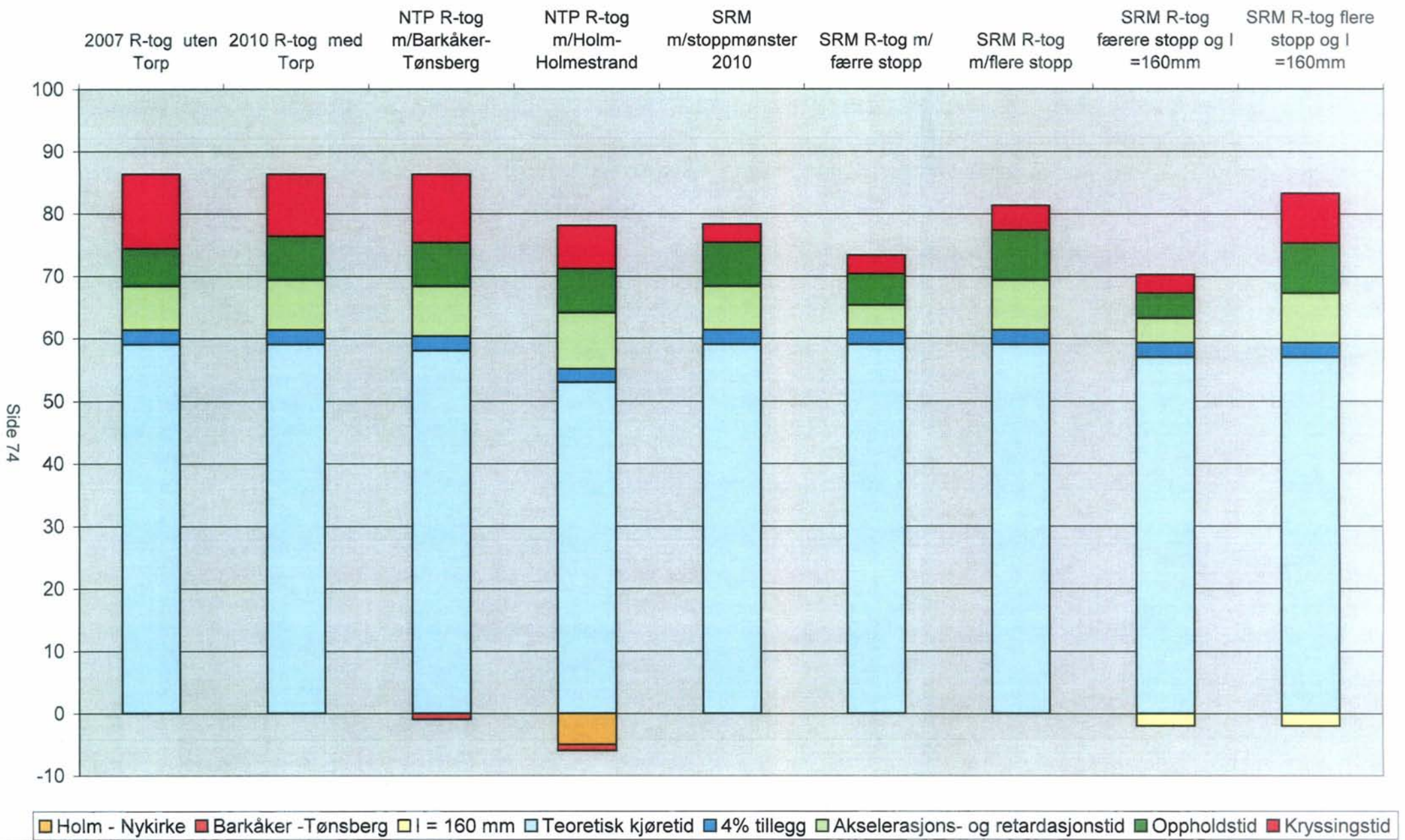
For nærtrafikktoget Oslo S – Hakadal – Jaren er antall stopp redusert med ett. Sammen med tiltakene nevnt ovenfor har man oppnådd å redusere fremføringstiden Oslo – Jaren fra gjennomsnittlig 85 minutter til 74 minutter hvorav 2 minutter tas på stopptiden og 9 minutter tas på kryssingstiden. Tilsvarende tall for Oslo – Hakadal er 42 og 35 minutter med en reduksjon på 1 og 6 minutter. Antall avganger Oslo S - Hakadal er uendret med 18 + 2 (rushtidsavganger), mens det for Hakadal – Jaren er økt fra 11+ 2 til 18 + 2. Dette kompenseres for det reduserte stoppmønsteret for regiontogene på strekningen Oslo – Jaren. I tillegg får togene fast avgangsfrekvens hver time («stive ruter»).

For godstogene er fremføringstiden Grefsen – Roa redusert fra gjennomsnittlig 55 minutter til 48 minutter, dette skyldes redusert kryssingstid. For godstog som kjøres på dagtid er fremføringstiden i dag 65 – 75 minutter. Dette skyldes spesielt for korte kryssingsspor. I 2010 kjøres kun 8 godstog grunnet manglende transportkapasitet, mens SRM garanterer ruteleier for til sammen 24 godstog.



Fremføringstid for regiontog Vestfoldbanen Drammen - Larvik

Langs y-aksen: tid i minutter. Langs x-akslen tilbudsalternativer



Side 74

■ Holm - Nykirke
 ■ Barkåker - Tønsberg
 ■ l = 160 mm
 ■ Teoretisk kjøretid
 ■ 4% tillegg
 ■ Akselerasjons- og retardasjonstid
 ■ Oppholdstid
 ■ Kryssingstid

8.3.3 Fremføringstid Vestfoldbanen Drammen – Larvik

Diagrammet viser fra venstre utviklingen fra 2007 til 2008 hvor det ble etablert nytt togstopp ved Torp flyplass. Grunnet mye «ledig» kryssingstid i ruteplanen kunne dette stoppet legges inn uten å legge på fremføringstiden for strekningen. (Dette vises ved at søylene totalt sett er like høye, mens forholdet mellom tidsgruppene endrer seg.)

Neste søyle viser kjøretidseffekten av dobbeltspor Barkåker – Tønsberg, forkortet versjon. Ett minuts reduksjon er så lite at det i praksis ikke er uttakbart i ruteplanleggingen og tiden legges til kryssingstiden.

Deretter vises effekten av ny trasé og dobbeltspor Holm – Holmestrand – Nykirke. Dette gir en kjøretidsgevinst på 6 minutter og en redusert kryssingstillegg på ca 4 minutter. Videre kommer et tillegg for akselerasjon og retardasjon på 2 minutter. Til sammen reduserer dette fremføringstiden på strekningen i forhold til 2010 med 8 minutter fra 86 til 78 minutter.

Gjennom en ruteplanbasert tiltakspakke på tre nye kryssingsspor og fem stasjoner utbygd med samtidig innkjør vil fremføringstiden på strekningen reduseres fra 86 til 78 minutter, det samme som vist ovenfor. I utgangspunktet forutsettes her samme stoppmønster som i 2010, Ruteplanen har imidlertid rom for et ekstra stopp på nytt kryssingsspor nord for Larvik.

Ruteplanen i SRM gir videre fast to avganger per time og retning pluss ekstraavganger i rushtidsperioden.

En økning av skiltet hastighet gjennom å tillate en manglende overhøyde på 160 mm vil kunne gi en kjøretidsgevinst på 2-3 minutter. Dette bør kunne vurderes da effekten under visse forutseneringer kan tas ut. Dette sammen med å differensiere stoppmønsteret mellom de to halvtimesavgangene kan gi en fremføringstid Drammen – Larvik på 72 minutter.



9 HIERARKI FOR BANEBASERTE TRANSPORTMODI

9.1 Internasjonal / nasjonal transport.

Persontransport over lange strekninger utføres av ekspress tog, nattog og tradisjonelle dagtog eller «hurtigtog». I noen tilfeller har togselskap (NSB AS) valgt å betegne også slike tog som «regiontog» (f. eks. Nordlandsbanen) Dette er tog som gis fellesbetegnelsen *fjerntog* (F). Dette er tog som har rutelengder, det vil si den strekningen selve toget kjører, fra 300 - 400 km og oppover. Stasjonsavstanden for denne typen tog er i størrelsesordenen 20 - 50 km. Influensområdets størrelse kan være vanskelig å fastslå da det er en sammenheng mellom reisens totale lengde og den andelen til- og /eller frabringerreisen utgjør av denne. De fleste norske byer og tettsteder med jernbaneforbindelse antas å ligge innenfor det primære influensområdet for fjerntog. Frekvens for slike tog og bør i hovedsak være et tog annenhver time, i mer spesielle tilfeller hver 4. time.

9.2 Regional transport.

Dette er transport mellom og gjennom typiske regioner og som utføres av tog med relativ høy og fast frekvens. En normal frekvens for å kunne gi et godt tilbud vil være en avgang per time. På strekninger med høy etterspørsel vil to avganger per time kunne være nødvendig. På strekninger med lav etterspørsel vil en avgang annen hver time kunne være tilstrekkelig. Imidlertid bør ikke et regionalt togtilbud være dårligere. Primært betjenes byer og større tettsteder. I mer rurale områder vil det også være lokale og kommunale sentra som betjenes. Dette er tog som gis fellesbetegnelsen *regionale tog* (R). Rutelengden ligger i området fra 150 til 300-400 km. De primære reiserelasjonene, dvs. den strekningen som gjennomsnittskunden reiser, antas å ha en lengde på 50-150 km eller ca. 1/2 - 2 timer. Stasjonsavstanden for denne typen tog er i størrelsesordenen 15-30 km, og influensområdets størrelse vil ha en radius på inntil ca. 5 km. Klare eksempler på dette er tog som betjener strekningene mellom Oslo og Lillehammer, Skien og Halden. Andre eksempler på regionale tog er togene som betjener Østerdalen.

9.3 Nærtransport

Dette er transport innenfor en region som primært betjener lokale / regionale sentra, tettsteder og knutepunkter med høy og fast frekvens. Vi snakker her minimum om en avgang per time, i en del sammenhenger to avganger per time. Dette er tog som gis fellesbetegnelsen *nærtog* (N). Rutelengden for disse togene ligger fra 50 til 150 km. De primære reiserelasjonene antas å ha en lengde på 20-50 km eller ca. 1/4 - 1 time. Tog i nærtransport er i hovedsak punktdekkende. Gjennom urbane områder kan knutepunkter og senterstrukturer ligge så tett at stoppmønsteret kan bli flatedekkende. Eksempler på nærtransport er pendlene Eidsvoll - Kongsberg og Spikkestad - Moss. Videre kan man også betegne et lokalt / regionalt rutetilbud i distriktene som nærtog da dette ligger nærmest både hva angår materielltype, kjørehastighet og stoppmønster. Eksempler på dette er "Jærbanen" og "Trønderbanen".

Stasjonsavstanden for nærtog er i størrelsesordenen 5-10 km, og influensområdets størrelse vil ha en radius på inntil ca. 2 km. Et spesialprodukt på dette nivået i hierarkiet vil være «flytoget» som betjener strekningen Asker - Oslo S - Lillestrøm til og fra Gardermoen.

9.4 Forstadstransport

Dette er transport som forbinder typiske forstadsområder (suburbane områder) med større bykjerner eller urbane områder. Sporbunden forstadstransport kan betjenes både med metro-, sporvognsystemer og tradisjonelle jernbanetog. Disse gis betegnelsen *forstadstog*

(S, suburban). Dette er transport med meget høy frekvens og tett stoppmønster. Forstadstransport er flatedekkende, derfor er gange og gangavstander viktige forutsetninger. Dette gir en stasjonsavstand for forstadstog i størrelsesorden 1-2 km. Influensområdets størrelse vil ha en radius på inntil ca. 1-1,5 km. Rutelengden vil være inntil 50 km, og de primære reiserelasjonene antas å ha en lengde på 5-20 km. En typisk forstadsreise varer inntil en halv time.

Et eksempel på forstadstransport er togpendelen Lillestrøm - Asker. Andre eksempler på "S-bane"-transport eller forstadsbane er de ytre delene av sporveienes tunnelbanenett og delvis sporveisnett der disse strekker seg ut over den tunge bykjernen. Eksempler kan være Kolsåsbanen, Holmenkollbanen, Lilleakerbanen og Ekebergbanen.

Man står nå overfor en utvikling av kjøretøyer som er i stand til å nyttiggjøre seg forskjellige typer infrastruktur. Dette gir nye friheter med hensyn til tilbudsutviklingen samtidig som det setter nye premisser for utvikling av infrastrukturen.

9.5 Bytransport

Typisk sporført transport i by har vi i Norge kun i Oslo og i en viss grad i Trondheim. I tillegg er men nå i gang med å bygge bybane i Bergen og et bybane / kombibane konsept er under utredning i Stavangerområdet. Transport innenfor senterområder med høy utnyttelse i store byområder omtales som urban transport (U). Urban transport har to prinsipielle løsninger, enten hvor kjøretøyene går i egne traseer (primært underjordisk dog også på terreng eller elevert over terreng) og sporvogn på gatenivå integrert helt eller delvis med øvrig trafikk. Sporvogn i egne traseer omtales som bybane / lettbanesystemer.

I de største byområdene ($n > 1$ mill. innb.) er tunnelbanesystemer fremherskende ofte i kombinasjon med sporveisystemer. I de mellomstore byområdene ($100000 < n < 1$ mill. innb.) betjenes den urbane transport i hovedsak av sporveissystemer. Bytransport er flatedekkende og linjene skal korrespondere i tilrettelagte knutepunkter. Holdeplassavstanden ligger i området 300 - 500 meter, og en typisk byreise tar fra 5 til 15 minutter.

Sporvei har gjennomgående en lavere fremføringshastighet enn metro. Dette kompenseres imidlertid gjennom en vesentlig enklere og lettere tilgjengelighet for trafikantene da sporveien befinner seg på gatenivå og ikke dypt nede i undergrunnen slik metroen gjør.

Sporveissystemer ble på -50 og -60-tallet i stor grad lagt ned for å bli erstattet med metro og buss. I dag erkjennes dette som et alvorlig feilgrep og i en rekke byer gjeninnføres sporveissystemene både som ren urban transport, og suburban- / forstadstransport. I mange tilfeller skjer dette i kombinasjon med jernbane, hvilket omtales som "lightrail" eller "kombibane".



10 METODE FOR KAPASITETSBEREGNING AV ENKELTSPOREDE JERNBANER

10.1 Beregningsformel

UIC-blad 405 ligger til grunn for beregningsformlene for kapasitet på enkeltsporede baner. Det foreligger to formler, én for maks døgntrafikk og én for maks timetrafikk. Formelverket er empirisk og er utviklet på bakgrunn av observasjoner og erfaringer fra ruteplanlegging av stokastiske (tilfeldige, ikke systematiske) ruter. Kapasiteten beregnes i utgangspunktet for banestrekninger med konstant trafikkmengde. Kryssingssporavstanden⁴ med lengst kjøretid blir dimensjonerende for kapasiteten på angjeldende banestrekning.

10.2 Viktigste faktorer

Enkelt sagt er avstanden mellom kryssingsstasjonene målt i kjøretid den viktigste variabelen for kapasiteten. Lang kjøretid mellom stasjonene gir liten kapasitet, kortere kjøretid gir større kapasitet. UIC-blad 405 definerer ikke eksakt hva som inngår i kjøretid mellom kryssingspunktene. Vanlig praksis er å legge skiltet hastighet til grunn for beregningene. (se figur 1 nedenfor, kurve A) Imidlertid vil flere forhold i praksis påvirke den hastigheten togene kan oppnå og dermed tiden de bruker på strekningsavsnittet og dermed den reelle kapasiteten. Ett av disse vil være om togene må stoppe i kryssingspunktene, noe som ofte vil være tilfelle spesielt ved høy utnyttelse av banen. Ett annet vil være om noen av togene har stopp underveis ved én eller flere holdeplasser. Godstog har normalt en lavere kjørehastighet enn persontogene da de aller fleste godstogene har en hastighetsbegrensning på 80 eller 90 km/h. I tillegg kommer en vurdering av kjøretidspåslaget vanligvis satt til 4%. Alle disse forholdene vil føre til at den reelle gjennomsnittlige kjøretiden avviker fra den som baserer seg på strekningshastigheten og dette gir en lavere kapasitet. Gitt disse forutsetningene vil eksempelvis beregnet kapasitet på en bane for kjørehastighet på 100 km/h bli redusert med 10 -12 %. (Se figur 1 nedenfor, kurve B). For beregningene gjort i denne rapporten beregnes en gjennomsnittlig kjøretid basert på fremføringshastighet for, og antall av de enkelte togslagene.

10.3 Andre faktorer

I formlene tas det videre hensyn til krysslåsningstid og antall kryssingsstasjoner på angjeldende strekning. Normalt er krysslåsningstiden satt til 90 sekunder. Stasjoner med *samtidig innkjør* har *ingen* krysslåsningstid; dette øker kapasiteten (se figur 2 nedenfor). Videre øker antall meter sporlengde hvor begge togene kan være i bevegelse samtidig. Denne lengden utgjøres av avstanden mellom innkjørsignal og utkjørsignal for tog som kjører inn i stasjonen som nummer to. Dette utgjør i gjennomsnitt ca ett minutt per kryssing. Dette tas hensyn til i beregningen gjennom at krysslåsningstiden økes fra 90 til 150 sekunder.

Endring i antall kryssingsspor på et strekningsavsnitt påvirker også kapasiteten. Dette skjer uavhengig av dimensjonerende strekningsavsnitt på strekningen som betraktes. Gitt samme dimensjonerende strekningsavsnitt, vil en økning i antall kryssingspunkter gi lavere kapasitet. (Se figur 3 nedenfor).

10.4 Kapasitet over døgnet

Formelen forutsetter en jevnt fordelt trafikk over hele døgnet. Normalt vil persontogtrafikken fordele seg over 18 -19 av døgnets 24 timer. Ved å betrakte en trafikkmengde på 90 tog, 70 persontog og 20 godstog og fordele persontogene over tidsrommet 06:00 – 24:00 og

⁴ "Kryssingssporavstand" innføres i fravær av annet egnet begrep, det sammenfaller *ikke* alltid med definisjonen av "blokkstrekning", jfr trafikreglene for Jernbaneverkets nett, kap. 1 art. 1.2.5 litra e.

godstogene over hele døgnet vil man få en reduksjon i døgncapaciteten på 20 %. (Fig. 1.kurve C) Dette forholdet påvirker kun døgncapaciteten og ikke kapasiteten per time. For beregningene gjort i denne rapporten beregnes en gjennomsnittlig døgntid basert på virketiden til og antall av de enkelte togslagene.

10.5 Tilfeldige ruter versus systemruter

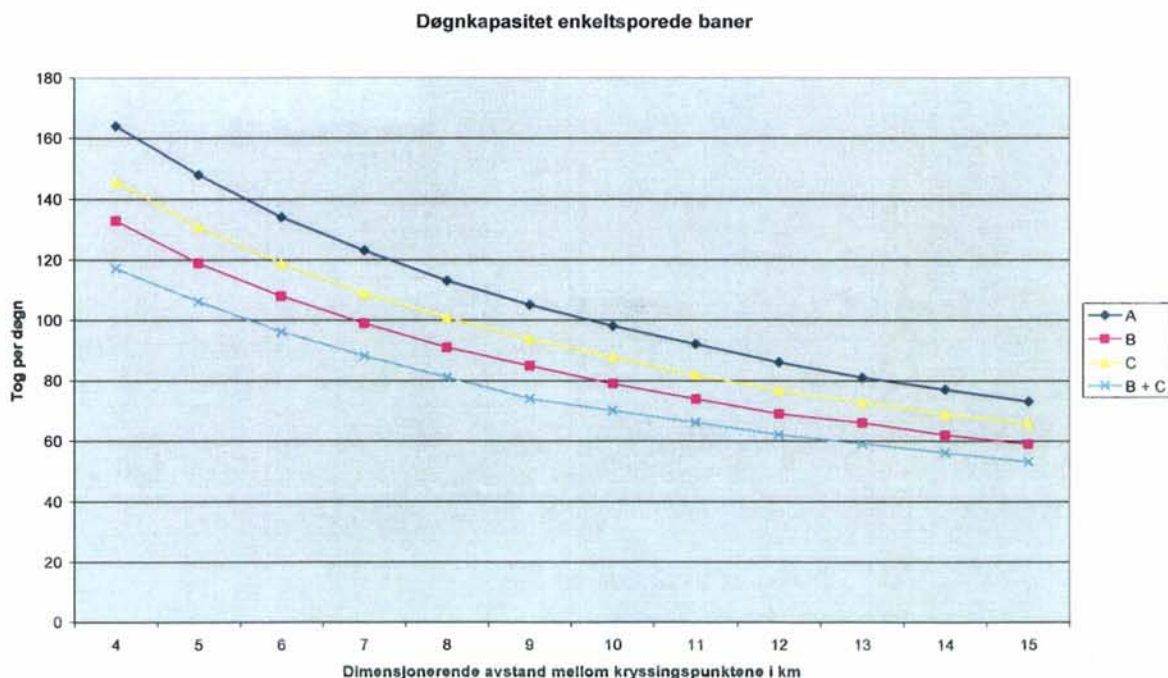
Som sagt beregner formlene kapasiteten ved tilfeldige ruter. En omlegging til systemruter⁵ vil øke kapasiteten. Dette forklares gjennom at et optimalisert rutemønster som er etablert for f. eks totimersperiode da gjentas over hele driftsdøgnet. I praksis vil dermed døgncapaciteten kunne nærme seg timekapasiteten multiplisert med antall driftstimer.

I beregningene som ligger til grunn for rapporten er dette ikke vurdert eller tatt hensyn til. Det betyr at banestrekninger med driftsopplegg basert på systemruter vil kunne utvikle flere tog per døgn enn et driftsopplegg basert på tilfeldige ruter. Systemruter er en av flere ruteforutsetninger for opplegget lagt i *Strategisk rutemodell* som er vist i rapporten.

10.6 Vurdering av faktorene

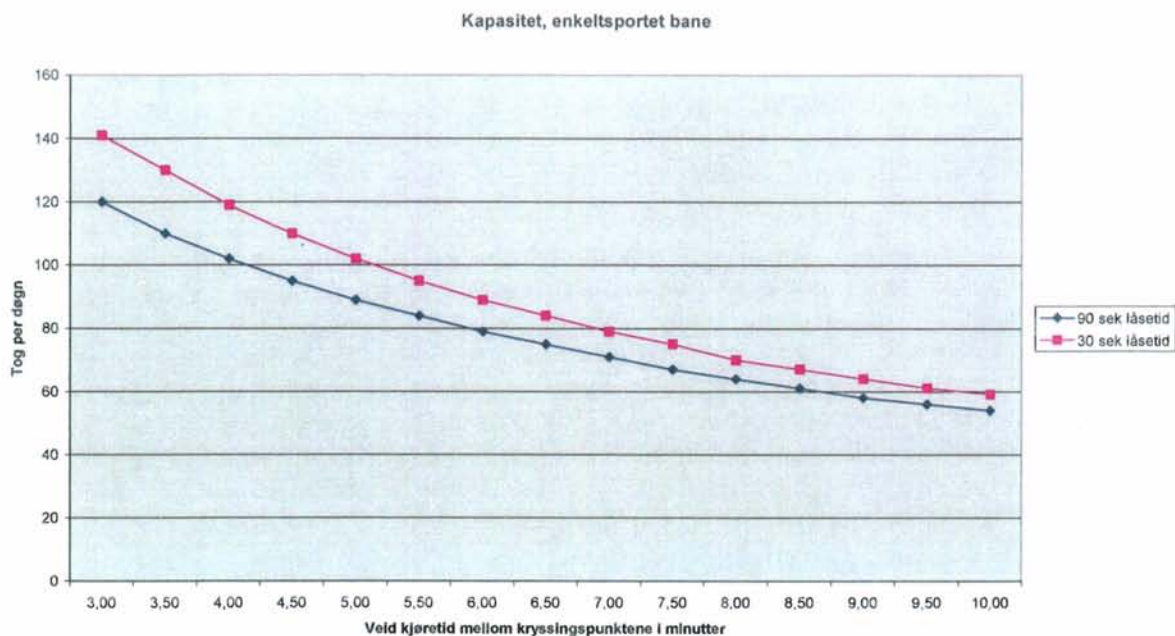
UIC-formelen for beregning av døgncapaciteten gir et generelt tillegg på 30% som skal dekke alle mulige forhold som ikke inngår som faktorer i formelen. Drøftingen ovenfor viser at bare to av disse forholdene alene utgjør 25 - 30% (Se figur 1, kurve B+C). Forhold som generell robusthet, variasjoner i stasjonsavstand, variasjoner i avgangsfrekvens over døgnet samt tid til ettersyn og vedlikehold av banen må det også tas hensyn på en tilfredsstillende måte. Derfor er de modifiseringene som er beskrevet ovenfor tatt inn i formlene for den kapasitetsberegningen som er gjort i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten.

Figur1:

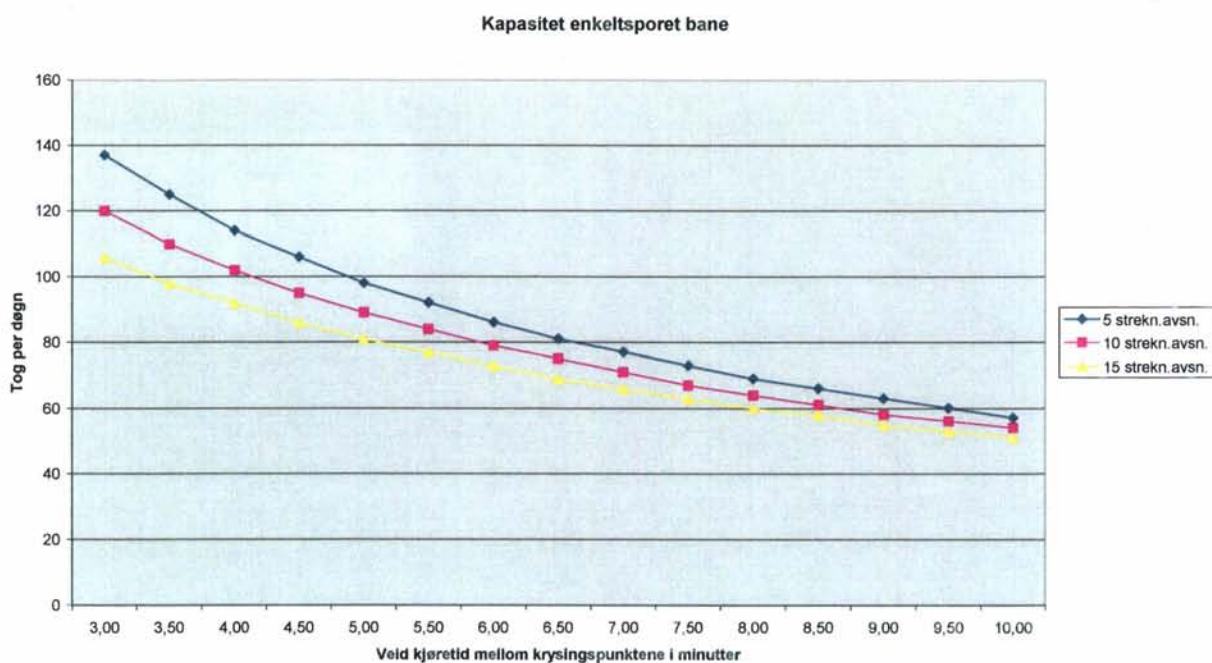


Figur 2:

⁵ Systemruter=faste, gjentagende ruter



Figur 3:



10.7 Faktorer som Jernbaneløstøretets kapasitetsberegningstøretøret ikke hensyntar:

UIC-leaflet 405 er utformet med sikte å kunne beregne strekningstøretøret på enkeltsporede baner. Den tar ikke hensyn til lokale eller operasjonelle forhold. Slike forhold kan både øke og redusere den reelle kapasiteten på strekningen. Beregningstøretøret forutsetter standardisert utformede trafikkanlegg. De kan bare i begrenset grad ivareta lokale forhold. Bruk av infrastrukturkapasitet til andre formål enn å kjøre tog ivaretas ikke. I det følgende gjennomgås en del slike forhold samt hvilke effekter disse gir for kapasiteten på strekningen:

10.7.1 Kryssingsstasjoner med flere enn to togspor.

Der det er flere enn to spor, er det muligheter for samtidighet mellom kryssinger og forbikjøring av tog. Slike stasjoner gir *større* kapasitet på strekningen enn hva som fremkommer ved bruk av UIC-formelen.

10.7.2 Bruk av togspor til hensetting av tog.

Bruk av togspor til hensetting av tog *reduserer* strekningens infrastrukturkapasitet ift. hva som fremkommer ved bruk av UIC-formelen (eksempel: Halden stasjon).

10.7.3 Skifting i togspor:

Skifting i togspor på stasjon *reduserer* strekningens infrastrukturkapasitet ift. hva som fremkommer ved bruk av UIC-formelen (eksempel: Lillehammer stasjon).

10.7.4 Styrt kryssingsmønstre pga. topografi og/eller andre lokale forhold⁶:

En kryssing mellom to tog er teoretisk sett mest effektiv (dvs. minst tidkrevende) når det tog som ankommer kryssingssporet (innkjørsignalstedet) først slippes først inn på kryssingssporet. Det sist ankommende toget vil da kunne kjøre rett inn på (og evt. igjennom) kryssings-stasjonen uten å stoppe. Lokale forhold kan gjøre at dette prinsippet må fravikes. Fravik gjør at den reelle kapasiteten på strekningen er *lavere* enn hva UIC-formelen viser:

Et utvalg av slike lokale forhold er

- Kryssingssporet ligger på en flate (terskel) i en ellers sterk stigning, (tunge) tog på vei oppover slippes alltid først inn på kryssingssporet for å unngå bakkestart. (Eksempler: Ofotbanen og Bergensbanen)
- Kryssingssporet ligger på flate, *ved foten* av en sterk stigning. (tunge) tog på vei *mot* stigningen holdes igjen *utenfor* stasjonen til møtende tog er kommet inn på kryssingssporet slik at det kan passere gjennom stasjonen uten å stoppe og bygge opp mest mulig fart før det går inn i stigningen. (Eksempel: Brumunddal stasjon, stigningen mot Rudshøgda)
- Plattformarrangementet på stasjonen er utilstrekkelig, for eksempel ved at det ikke er (lang nok) plattform til begge kryssingsspor og/eller det er nødvendig for de reisende å krysse spor i plan for å komme til eller fra plattform og/eller plattformen er svært smal. Togtrafikken styres slik at sikkerheten for av- og påstigende reisende økes til skade for toggangen. (Eksempler: Brumunddal, Moelv, Bjorli m.m.fl.)
- Plattformarrangementet er slik at stasjonen kun har plattform til ett spor. Dette gjør at to tog som begge har passasjerutveksling ikke kan krysse på denne stasjonen og at togrutene derfor må legges opp med sikte på å unngå slike kryssinger. (Eksempel: Nesbyen, Frogner, Mjølfjell). Tog som har passasjerutveksling må da alltid gå i sporet som har plattform selv om dette fører til at kryssingen totalt sett tar mer tid.

⁶ Kilde: JBV's Trafikkhåndbok inneholder særskilte prosedyrer for kryssing på de stasjoner som er slik utformet at dette må hensyntas.

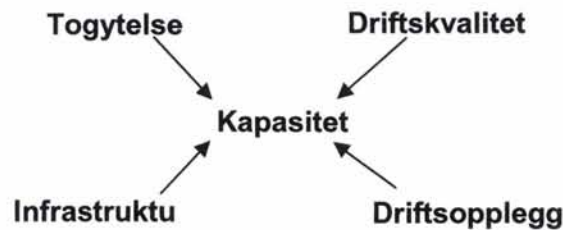
11 METODE FOR KAPASITETSBEREGNINGER FOR DOBBELTSPOREDE JERNBANER

11.1 Teoretisk bakgrunn

Kapasitet defineres slik:

Kapasiteten for en strekning er det største antall tog som per tidsenhet kan kjøre ut på strekningen (passere første signal på strekningen) når det samtidig skal gjelde at alle tog skal kjøre igjennom strekningen med størst mulig hastighet og det skal opprettholdes en gitt driftskvalitet.

Verdien for kapasiteten vil variere med hvilke krav som stilles til driftskvalitet, hvilket driftsopplegg (togmiks) som benyttes, hvilken type tog som benyttes samt hvilken infrastruktur som finnes. Figuren nedenfor viser sammenhengen.



Sammenheng mellom togtytelse, driftskvalitet, driftsopplegg, infrastruktur og kapasitet.

Som en konsekvens av dette definerer UIC Leaflet 405-1 Capacity, Final Draft ikke en metode til å finne en *generell verdi* for kapasiteten, men undersøker for hver kombinasjon av driftsopplegg, togmateriell, infrastruktur og krav til driftskvalitet om kravet til driftskvalitet er oppfylt. Hvis det er tilfelle har strekningen per definisjon kapasitet nok til den aktuelle kombinasjonen. Hvis kravet ikke er oppfylt er det per definisjon ikke nok kapasitet.

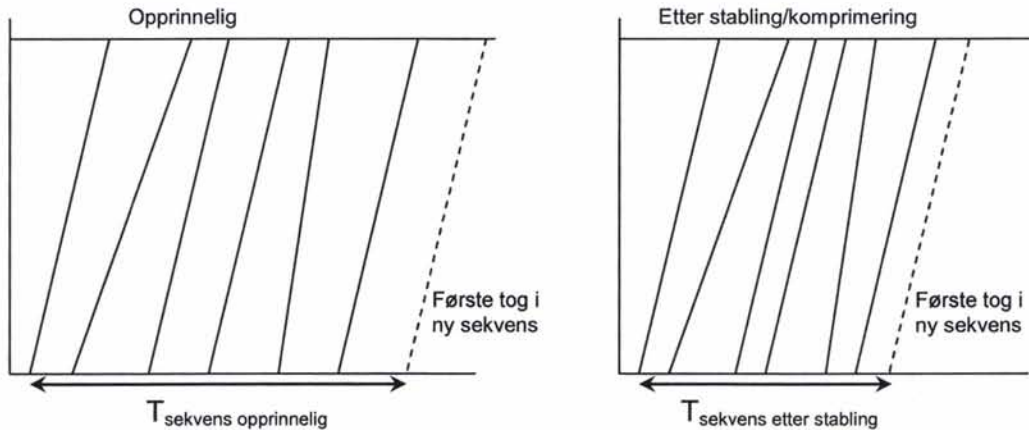
Som mål på om kravet til driftskvalitet er oppfylt måles metningen eller beleggsgraden. Metningsgraden er et uttrykk for hvor tett på ytelsesgrensen ruteplanen opererer. Jo større metning desto mindre "luft" i ruteplanen til å motstå forstyrrelser og desto lavere driftskvalitet. Motsatt betyr en høyere akseptert metningsgrad også større kapasitet. Kravet til akseptabel metning vil variere med typen driftssituasjon.

UIC anbefaler følgende metningsgrader i ulike driftssituasjoner:

Type of line	Peak hour	Daily period	Comment
Dedicated suburb passenger traffic	85 %	70 %	The possibility to cancel some services allows a high capacity exploitation level
Dedicated high speed line	75 %	60 %	
Mixed traffic lines	75 %	60 %	Can be higher when number of trains is low (smaller than 5 per hour) with strong heterogeneity

Til bestemmelse av metning anbefaler UIC at det på timenivå benyttes driftsopplegg over minst 1 time og for døgnnivå helst hele døgnet. Dette skyldes driftsopplegget kan variere over døgnet og at det derfor kan bli feil grunnlag hvis et rushtids-driftsopplegg benyttes til beregninger for døgncapacitet og vice versa.

Metningen beregnes gjennom å stable togene, dvs. å plassere de så tett som mulig uten at noe tog endrer hastighet eller bytter rekkefølge, og deretter måle hvor stor andel av den opprinnelige tiden togene opptar infrastrukturen. Figuren under illustrerer sammenhengen. (Den vannrette aksene er tidsaksen, den loddrette aksene indikerer strekningen som tilbakelegges.)



Tid for togsekvenser før og etter stabling.

Metning beregnes som

$$\begin{aligned} \text{Metningsgrad} &= (T_{\text{sekvens etter stabling}} + \text{Tillegg}) / T_{\text{sekvens opprinnelig}} \\ &= (T_{\text{Gjns avstand etter stabling}} + \text{Tillegg}) / T_{\text{Gjns. avstand opprinnelig}} \end{aligned}$$

Til T_{sekvens} blir et lagt til en buffertid til regenerering ved forsinkelser og til vedlikehold. Tillegget kan enten være lagt til hvert tog (for eksempel som et prosentvis tillegg til kjøretiden) eller være et felles tillegg til hele sekvensen.

Det skal til sammenligning bemerkes at UIC Kodex 405-1 fra 1983 bestemmer kapasitet som

$$K = T / (t_{im} + t_b), \text{ hvor}$$

T = Tidsperiode for kapasitetsbestemmelse

t_{im} = Midlere togfølgetid (etter komprimering)

t_b = Buffertid for å kunne motstå forstyrrelser og små forsinkelser i systemet

$$t_b = 0,33 \cdot t_{im} \text{ for timebasis og } t_b = 0,67 \cdot t_{im} \text{ for døgnbasis}$$

Det nevnes ikke noe om kjøretidstillegg i bestemmelsen av t_{im} (bare minste kjøretider) og det må derfor antas at kjøretidstillegget er inkludert i buffertiden. Dette er da en forskjell fra UIC Leaflet 405-1 Capacity, Final Draft. Akseptabel utnyttelsesgrad er satt til 60 % for døgncapacitet og 75 % for timekapasitet i UIC Kodex 405-1 fra 1983. ($K\% = [T / (t_{im} + t_b)] / [T / t_{im}]$). $K\% = 60\%$ medfører at $t_b = 0,67 \cdot t_{im}$ og $K\% = 75\%$ medfører at $t_b = 0,33 \cdot t_{im}$.) Det sees at når kjøretidstillegget inkluderes i verdiene for akseptable metningsgrader er disse lavere enn de anbefalte metningsgradene i tabellen over.

11.2 Beregningsmetode

I utgangspunktet bør UIC-metoden legges til grunn for kapasitetsanalyser, men det innebærer samtidig at det ikke er mulig å beregne en generell kapasitet. For likevel å kunne gi en indikasjon av hvor mange tog det er mulig å kjøre per tidsenhet på en gitt strekning, kan det som et supplement til UIC-metoden beregnes et estimat for «kapasiteten». Dette estimatet vil da avhenge av antatt driftsopplegg, hvilke tog som benyttes og krav til akseptabel metningsgrad (driftskvalitet).

Om en konkret ruteplan som inneholder det estimerte antall tog per time faktisk oppfyller kravet til driftskvalitet må undersøkes etterpå gjennom å beregne metningsgraden for den aktuelle (nye) ruteplanen. Hvis en togsekvens på en høyhastighetsstrekning opprinnelig opptar infrastrukturen i 1 time og 5 minutter og etter stabling opptar infrastrukturen i 49 min svarer det til en metning på $47 \text{ min}/65 \text{ min} = 72 \%$. Dvs. at strekningen for denne ruteplanen har kapasitet nok. En annen togmiks kunne oppta infrastrukturen i 52 min etter stabling, og den ville dermed ha en metning på $52/65=80\%$. Etter som det er uten for det akseptable området ville strekningen ikke ha kapasitet nok til denne togmiksen.

Estimatet for kapasiteten kan beregnes på forskjellige måter. For eksempel kan det være

1. Skalering av togantall etter stabling til akseptabel metningsgrad (stabling gir per definisjon 100 % metning)
2. Beregning med tidsluker, eller
3. En beregning basert på standard-togfølgetider avhengig av togtyper og hastigheter

Metoden i pkt. 1 ligger tett opp til UIC-metoden for beregning av kapasitetsutnyttelse og synes å være den mest velegnede. Beregningene som foretas for å beregne metningsgrad kan umiddelbart benyttes til å estimere kapasiteten.

Metoden i pkt. 2 gir et litt upresist estimat. Tradisjonelt beregnes antall ekstra belagte tidsluker som $(Kjøretid_{\text{Aktuelt tog}} - Kjøretid_{\text{Typisk tog}})/\text{Dimensjonerende togfølgetid}_{\text{Typisk}}$. Men hvis dimensjonerende togfølgetid ikke er i starten av strekningen kan toget flyttes nærmere det foregående tog og på den måten redusere økingen i tidsluke-belegget. Tilsvarende kan et raskere tog begynne på omtrent samme tid som et typisk tog hvis den dimensjonerende togfølgetiden er i begynnelsen av strekningen og på den måten redusere økingen i tidsluke-belegget. Det beregnede estimatet for kapasiteten blir derfor for lav.



Tidsluke-belegg hvis dimensjonerende togfølgetid er (til venstre) i slutten av strekning og det er langsommere tog eller (til høyre) i begynnelse av strekning og det er raskere tog.

Metoden i pkt. 3 gir ganske upresise svar og er best egnet til et grovt estimat på meget overordnet nivå i tidlig planleggingsfase.

Basert på disse betraktningene er metoden i pkt. 1 valgt som metodegrunnlag i verktøyet som Jernbaneverket har utviklet og benytter for kapasitetsberegning på dobbeltsporede baner.

11.3 Estimatberegning

Estimatet for kapasiteten kan med metode 1 beregnes slik: Hvis en togsekvens på 17 tog opptar infrastrukturen i 1 time og 18 minutter (=78 minutter) etter stabling og det er

akseptabelt med 75 % metning, kan kapasitetsestimateret beregnes som $(17 \text{ tog}/78 \text{ min}) \cdot 60 \text{ min/time} \cdot 75 \% = 9,8 \approx 10 \text{ tog/time}$. Dette er i øvrig lik $(60 \text{ min/time}) / (78 \text{ min}/17 \text{ tog}) \cdot 75 \%$, svarende til $60 / T_{\text{gjns. avstand}} \cdot 75 \%$.

Estimatet for hvor mange tog det maksimalt er plass til (100 % metning) per time kan også uttrykkes som (hvor $T_{\text{gjns. avstand}}$ måles i minutter):

$$\begin{aligned} \text{Maksimalt antall tog per time} &= \text{Antall togpar det er plass til} + 1 - 1 \\ &= \text{Antall togpar det er plass til} \\ &= 60 / T_{\text{gjns. avstand}} \end{aligned}$$

Antall tog det er plass til følger antall togpar: Hvert etterfølgende togsett adderer 1 tog. I tillegg legges det til 1 tog fordi det første togparet bidrar med 2 tog. Det siste toget som blir addert inngår i neste times togantall og må trekkes fra igjen: derfor trekkes det fra 1 tog. Summa summarum er maksimalt antall tog per time lik $60 / T_{\text{gjns. avstand}}$.



12 DEFINISJONER OG BEGREPSFORKLARINGER

I dette kapittelet er samlet og forklart en del begreper som er hensiktsmessig å være kjent med. Der definisjonene er hentet fra andre kilder er dette angitt. Noen definisjoner er hentet fra norsk jernbanelovgivning. Enkelte av disse er gitt en utdypende forklaring.

bestemmende stigning⁷

Den *største* stigningen (= bratteste motbakken) på den strekning et tog skal kjøre. Denne stigningen er avgjørende togets totalvekt. En stigning må enten være mer enn 1000 meter lang eller være slik lokalisert at det er påregnelig at tog må stoppe slik at lokomotivet og alle vognene blir stående i stigningen for at den skal anses som bestemmende.

fjerntog

Se definisjon under internasjonal / nasjonal transport side 76.

flaskehals

Bane eller del av bane, herunder stasjoner og terminaler, som er begrensende for den infrastrukturkapasitet som kan tilbys over en lengre strekning.

forstadstog

Se definisjon under forstadstransport side 76.

fremføringshastighet

Se definisjon i kapittel 8.1.3 side 67.

fremføringstid

Se definisjon i kapittel 8.2. side 68.

infrastrukturkapasitet

juridisk: «muligheten for å planlegge ruteleier det søkes om, på en bestemt del av infrastrukturen i en viss periode,» Kilde: Fordelingsforskriften § 1-2

praktisk: «plass på sporet som kan brukes til å kjøre tog»

Bemerk at størrelsen «infrastrukturkapasitet» uttrykkes i antall tog. Se «trafikkapasitet».

kapasitet

Evne til å ta opp, romme, produsere eller yte. (fra latin, *capere*, å ta) Begrepet kapasitet (eller infrastrukturkapasitet) i jernbanesammenheng uttrykker hvor mange enheter av en bestemt type som kan passere gjennom et definert strekningsavsnitt per tidsenhet. For å få en god forståelse av kapasitet på jernbane og hvilke variable faktorer som påvirker denne, skiller vi mellom to former for kapasitet:

- *Trafikkapasitet* som omhandler antall tog (vi vurderer da kun selve togtrafikken),
- *Transportkapasitet* som omfatter hvor store mengder f.eks i tonn, kubikkmeter eller seter som kan passere i et strekningsavsnitt.

Begreper som beskriver forskjellige forhold knyttet til kapasitet er omtalt under kapittel 5 fra side 19 til 26.

kapasitetsanalyse

En analyse som skal avklare årsakene til at infrastruktur er eller vil bli overbelastet og som angir hvilke tiltak som kan treffes på kort og mellomlang sikt for å redusere overbelastningen.

⁷ Se Kolbjørn Heje: Vei- og jernbanebygging (Oslo 1941) side 393/§ 91 – «Målgivende stigning»

Kilde: Fordelingsforskriften § 7-13.

kapasitetsforbedringsplan

«et tiltak eller en rekke tiltak med en tidsplan for gjennomføringen som tar sikte på å avhjelpe kapasitetsbegrensningene som fører til at en del av infrastrukturen blir erklært som «overbelastet infrastruktur», Kilde: Fordelingsforskriften § 1-2. Se også § 7-14

krysslåsingstid

På fjernstyrte stasjoner er det lagt inn en sperretid, også kalt krysslåsingstid, på normalt 90 sekunder. Dette for at man skal være sikker på at det først innkomne toget er kommet til stopp før neste tog slippes inn.

lasteprofil og lasttilfeller

Lasteprofilet angir maksimal tillatt høyde og bredde på jernbanemateriell med eller uten last på de forskjellige banestrekninger. Dette er et viktig kapasitetsparameter for godstrafikken.

De ulike lasteprofilene og lasttilfellene samt på hvilke strekninger disse tillates kjørt i Norge er beskrevet i Jernbaneverkets *Network Statement*⁸.

manglede overhøyde

Differansen mellom den overhøyden kurven har og den overhøyden kurven skulle ha hatt for å kunne utligne alle sidekreftene som oppstår ved kjøring i kurve. Se overhøyde

middelpunkt

Det punktet mellom to spor ved sporevksel eller sporkryss hvor sporenes transportprofiler berører hverandre for så å gå over i hverandre.

Network Statement

Network Statement er Jernbaneverkets produktbeskrivelse. Network Statement inneholder opplysninger om hvilken type infrastruktur som står til rådighet for den som vil drive trafikkvirksomhet på det statlige jernbanenettet, vilkårene som må oppfylles for å få tilgang til å trafikere nettet, opplysninger om avgiftsprinsipper og takster, planlagte avgiftsendringer samt prinsipper og kriterier for kapasitetsfordeling.

- 7. utgave gjelder perioden desember 2008 – desember 2009
- 7. utgave gjelder perioden desember 2009 – desember 2010
- 8. utgave gjelder perioden desember 2010 – desember 2011

Network Statement kan lastes vederlagsfritt ned fra Jernbaneverkets hjemmesider på internett; www.jernbaneverket.no/marked/informasjon for togselskapene. Hoveddokumentet kan også bestilles som papirutgave fra Jernbaneverkets bibliotek – send en epost til biblioteket@jbnv.no.

nærtrafikktoget

Se definisjon side 76 under nærtrafikk.

overbelastet infrastruktur

1.1 Juridisk: «en del av en infrastruktur der etterspørselen etter infrastrukturkapasitet ikke kan dekkes fullstendig i visse perioder, selv ikke etter en samordning av de ulike søknadene om kapasitet,»

1.2 Praktisk: Jernbane eller del av jernbane hvor togselskapenes samlede etterspørsel etter infrastrukturkapasitet er større enn hva Jernbaneverket er i stand til å tilby.

Kilde: «Fordelingsforskriften» § 1-2.

⁸ Se Network Statement 2009 art 3.3.2.1 og vedlegg I av II, art 3.3.2.1.1-3.3.2.1.3

2. Jernbane eller del av jernbane hvor togselskapenes samlede etterspørsel etter infrastrukturkapasitet i nær fremtid kan forventes å ville bli større enn hva Jernbaneverket er i stand til å tilby er å anse som overbelastet. Kilde: «Fordelingsforskriften» § 7-9.

overgangskurve

Kurve med gradvis økende radius, mellom rettlinje hvor radius er uendelig og sirkelkurven. Hensikt er å få en gradvis økning i sideakselerasjonen.

overhøyde

Høydeforskjell mellom indre og ytre skinnestreng i en kurve, dette for å motvirke sentrifugalkreftene som oppstår når man kjører i kurve

prioriteringskriterier

Bestemmelser som gir retningslinjer hvilke forespørsler om infrastrukturkapasitet (=bestillinger av ruteleier) som skal innvilges og hvilke som skal avvises i *en situasjon der infrastrukturen er blitt erklært overbelastet og etterspørselen etter kapasitet overstiger tilbudet.*

Kilde: «Fordelingsforskriften» § 7-10

regiontog

Se definisjon under regionaltransport side 76.

samtidig innkjør

En funksjonalitet i stasjoners sikringsanlegg som gjør det mulig for to tog å kjøre inn på samme stasjon samtidig. (Normalt er stasjoner på enkeltsporede strekninger konstruert slik at det ene toget må ha kjørt inn og stoppet på stasjonen før det neste toget kan kjøre inn på samme stasjon. På fjernstyrte stasjoner er det videre lagt inn en sperretid, også kalt krysslåsingstid, på normalt 90 sekunder. Dette for at man skal være sikker på at det først innkomne toget er kommet til stopp før neste tog slippes inn.)

SRM: strategisk rutemodell

Marked og kommunikasjon har i fra 2004 og fremover arbeidet med et prosjekt med sikte på å klarlegge forutsetningene for samt effektene av en rutemodell konstruert med det utgangspunkt at *infrastrukturen* utformes (bygges ut) i den hensikt å kunne tilby kapasitet i overensstemmelse med en *forhåndsbestemt* rutemodell.

SRM definerer et antall ruteleier som kan benyttes til å kjøre ulike togtilbud i bestemte frekvenser. SRM kan implementeres gradvis. Det er således *ikke* nødvendig å ta alle SRM-ruteleier i bruk eller å innføre SRM på alle strekninger samtidig.

SRM-prosjektet er per dato verken slutført eller konkludert. Prosjektarbeidet har imidlertid avstedkommet en del data- og illustrasjonsmaterieell som kan benyttes også i andre sammenhenger; herunder nærværende rapport.

Spørsmål om SRM kan rettes til MK / Gaute Borgerud.

SRM-prosjektets hypotese

Gitt samme ressursinnsats (målt i kroner) vil man hurtigere oppnå uttakbare kapasitets-effekter (i form av flere og / eller raskere tog) ved å bygge ut infrastrukturen iht. én bestemt ruteplan enn ved å betrakte ruteplanen som tilfeldig og bygge ut infrastrukturen gjennom å forsterke det til enhver tid kapasitetsmessig svakeste punkt.

stokkskinneskjøt

Betegner den enden av en sporveksel hvor sporene løper sammen til ett spor.

TEN

Egentlig TEN-T ,Trans-European Transport Network.

TEU

«Twenty feet Equivalent Unit». Enhetsbetegnelse for lastbærer hvor de forekjellige størrelser regnes om til hva de tilsvarer i lastbærerlengder på 20 fot

tilbakstillingsevne

Evnen en ruteplan ved forsinkelse har til å gjenoppta rutemessig trafikkavvikling.

trafikkapasitet

Se definisjonen i kapittel 5.1.1 side 19.

transportkapasitet

Se definisjonen i kapittel 5.1.2 side 19.

12.1 Alfabetisk liste over banestrekninger og tilhørende kapasitetsdiagrammer

Bane	Mellom	og	Km	Side
Arendalsbanen	Nelaug	Arendal	36	Ikke utarbeidet
Askerbanen	Sandvika	Asker	8	56 - 57
Bergensbanen	Hønefoss	Bergen	375	54 - 55
Bratsbergbanen	Hjuksebø	Tinnoset	34	58 - 59
Brevikbanen	Eidanger	Brevik	9	Ikke utarbeidet
Dovrebanen	Eidsvoll	Trondheim	484	38 - 43
Drammenbanen	Oslo S	Drammen	41	56 - 57
Flåmsbanen	Myrdal	Flåm	20	Ikke utarbeidet
Gardermobanen	Oslo S	Eidsvoll	66	36 - 37
Gjøvikbanen	Oslo S	Gjøvik	123	52 - 53
Hovedbanen	Oslo S	Eidsvoll	68	38 - 39 og 56 - 57
Kongsvingerbanen	Lillestrøm	Riksgrensen	142	34 - 35
Meråkerbanen	Hell	Riksgrensen	74	46 - 47
Namsosbanen	Grong	Namsos	50	Ikke utarbeidet
Nordlandsbanen	Trondheim	Bodø	782	46 - 49
Numedalsbanen	Kongsberg	Rollag	45	Ikke utarbeidet
Ofofbanen	Narvik	Riksgrensen	40	50
Randsfjordbanen	Hokksund	Hensmoen	66	60 - 61
Raumabanen	Dombås	Åndalsnes	114	40 - 41
Roa-Hønefossbanen	Roa	Hønefoss	32	52 - 53
Rørosbanen	Hamar	Støren	384	44 - 45
Solørbanen	Kongsvinger	Elverum	94	34 - 35
Spikkestadbanen	Asker	Spikkestad	17	Ikke utarbeidet
Sørlandsbanen	Drammen	Stavanger	546	62 - 65
Valdresbanen	Eina	Dokka	48	Ikke utarbeidet
Vestfoldbanen	Drammen	Nordagutu	185	58 - 59
Østfoldbanen	Oslo S	Kornsjø	169	30 - 33
Østfoldbanen	Ski	Sarpsborg	81	32 - 33

13 KILDEDOKUMENTER:

-*Banedata 2004* Data om infrastrukturen til jernbanene i Norge (Thor Bjerke og Finn S Holom), JBV og NJK, 2004.

-*Handlingsprogram for Jernbaneverket*. (Oppfølging av St.meld. nr 24 (2003-2004) Nasjonal Transportplan 2006-2015. JBV, september 2005

-*Mer på skinner frem mot 2040*. Jernbaneverkets stamnettutredning. JBV 2006

-*Network Statement 2010 og 2011*. JBV, desember 2008, og desember 2009

-UIC-leaflet 405

-Grafiske ruter for 2010.1, alle strekninger

-Hamar-Lillehammer, kapasitetsanalyse og kapasitetsforbedringsplan (JBV-sak 200605630), versjon 12 av 11. mai 2007

-Oslo S-Lysaker, kapasitetsanalyse og kapasitetsforbedringsplan (JBV-sak 200605595), versjon 6 av 6. juni 2007.

- *Jernbaneverkets godstrategi* (JBV-sak 200502251 av 25 september 2007)

---000---

14 SLUTTORD

Transport er en av de viktigste fysiske funksjonene i samfunnet, om ikke den viktigste. Enhver realisering av en tanke eller idé har som konsekvens bevegelse eller flytting av energi eller masse. Jo lettere disse elementene beveges, jo lettere lar ideer seg gjennomføre eller realisere. Hele dynamikken i samfunnet og til sist den kulturelle utviklingen er derfor avhengig av høy tilgjengelighet av billig og effektiv transport.

Høy tilgjengelighet oppnås gjennom en god planlegging og koordinering av samfunnsfunksjoner med tilhørende strukturer. Effektiv transport oppnås gjennom å utvikle og integrere systemer som er raske og har et lavt forbruk av ressurser.

Poenget er å minimalisere transportarbeidet, som lettest skjer gjennom reduksjon av transportlengdene.

Målet er å gjøre effektiv transport tilgjengelig for alle slik at det totale ressursforbruket minimaliseres.

Gaute Borgerud

