

tvSørlandsbanen
656.222.2

HOVEDPLAN FOR

KRENGETOG PÅ

SØRLANDSBANEN

Drammen - Stavanger



I Kjeller



NSB Bane Region Sør

Jernbaneverket
Biblioteket

mai 1996

tvSørlandsbanen
656.222.2



FORORD

Hovedplan for krengetog på strekningen Drammen - Kristiansand - Stavanger omhandler de tiltak som er nødvendig å gjennomføre for å få en maksimal utnyttelse av krengetogteknologien. Planen er et innspill til Norsk Jernbaneplan 1998 - 2007.

Planen er utarbeidet i henhold til høringsutgaven av «Hovedplan/ kommunedelplan. Tegning- og beskrivelsesnormaler for NSB». En hovedplan er en oversiktsplan som viser hovedtrekkene i det aktuelle utbyggings tiltaket, med begrunnet forslag til valg av alternativ og standard for utbygging.

NSB Bane Region Sør er tiltakshaver for prosjektet med regionsjef John Ole Grinde som prosjekteier og plansjef Helge Tunheim og seksjonsleder Trond Opseth som prosjektansvarlige. Prosjektledelsen ved plankontoret har bestått av Gisle Tangenes (sluttet 3.mai) og Sven Narum, med førstnevnte som prosjektleder.

Sentrale medarbeidere i Baneregion Sør har vært Erik Wang-Hansen (strømforsyning/plankontoret), Martin Inge Algrøy (strømforsyning), Torgeir Fosnes (teknikk linjen), Sten Inge Tunli (teknikk linjen), Ole Jonny Friise (sone 1), Morten Slåttsveen (sone 2), Gunnar Berget (sone 3), Geir Hansen/Håvard Noraberg (signal/sikring) og Vidar Andersen/Hans Kr. Medbøen (regionsservice, teknisk produksjon).

Konsekvensanalysen er utført i samarbeid med Baneregion Nord ved Lars Petter Hoven.

Kontaktpersoner for planen:

Sven Narum
Tlf.: 75794

Trond Opseth
Tlf.: 75796

Drammen mai 1996

John O. Grinde
John Ole Grinde
regionsjef

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER	5
1.1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET	5
1.2 SITUASJONSBEKRIVELSE	5
1.2.1 Trase	5
1.2.2 Strømforsyning	5
1.2.3 Signalanlegg	5
1.3 DRIFTSFORHOLD	6
1.4 TEKNISKE FORUTSETNINGER	6
1.4.1 Horisontalkurvatur	6
1.4.2 Sporjustering	7
1.4.3 Ballastskuldre og drenering	7
1.4.4 Planoverganger	7
1.4.5 Signalanlegg	7
1.4.6 Kontaktledningsanlegg	8
1.4.7 Trykkendringer og trykkbølger	8
1.4.8 Kjøretidsberegninger	8
1.5 FORHOLD TIL ANDRE PLANER	9
1.6 MÅLSETTING	11
1.6.1 Overordnet mål	11
1.6.2 Mål for hovedplanen	11
1.6.3 Målet for selve planleggingen	11
2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE	12
2.1 STRATEGI	12
2.2 MINIMUMSALTERNATIVET	12
2.2.1 Drammen - Kristiansand - Drammen	12
2.2.2 Kristiansand - Stavanger - Kristiansand	13
2.2.3 Kjøretid Drammen - Stavanger - Drammen	13
2.2.4 Prøvekjøring med X2 høsten 1996	14
2.3 MAKSIMALALTERNATIVET	15
2.3.1 Generelt	15
2.3.2 Nedleggelse av planoverganger	15
2.3.3 Kostnadsberegning	16
2.3.4 Drammen - Høksund (km 52,86 - 70,22)	18

2.3.5 Hokksund - Nordagutu (km 70,22 - 145,95)	23
2.3.6 Nordagutu - Skorstøl (km 145,95 - 248,90)	30
2.3.7 Skorstøl - Nelaug (km 248,90 - 281,41)	33
2.3.8 Nelaug - Kristiansand (km 281,41 - 365,29)	38
2.3.9 Kristiansand - Egersund (km 365,29 - 525,56)	49
2.3.10 Egersund - Stavanger (km 525,56 - 598,7)	55
2.3.11 Heving av justeringsstandard	57
2.3.12 Sammenstilling av maksimalalternativet	57
2.3.13 Kjøretidsberegning	57
3. ANDRE NØDVENDIGE INVESTERINGS-/ VEDLIEKHOLODSPROSJEKTER	59
3.1 STRØMFORSYNINGSKAPASITET	59
3.2 OMBYGGING/NYE KRYSSINGSSPOR	59
3.3 KONTAKTLEDNINGSANLEGGET	60
3.4 OPPSUMMERING AV ANDRE INVESTERINGS-/VEDLIEKHOLODSPROSJEKTER	60
4. SAMLEOPPSTILLING FOR ALTERNATIVENE	61
4.1 RANGERING AV PARSELLER	61
4.2 FORDELING MELLOM INVESTERING OG VEDLIEKHOLOD FOR MINIMUMS- OG MAKSIMALALTERNATIVET	61
4.3 KJØRETIDSREDUKSJON MED TILHØRENDE KOSTNADER	62
5. KONSEKVENSVURDERING	63
5.1 INNLEDNING	63
5.2 FORUTSETNINGER/GRUNNLAGSDATA	63
5.2.1 0-alternativet	63
5.2.2 Investeringskostnader	63
5.2.3 Materieill/ruteopplegg	63
5.2.4 Punktlighet/forbedret kapasitet	64
5.2.5 «Skjult» ventetid	64
5.2.6 Effekter for godstrafikken	64
5.3 TRAFIKKPROGNOSER	65
5.3.1 Bakgrunn	65
5.3.2 Trafikkprognoser og transportarbeid	65
5.4 EFFEKTER FOR NSB	67
5.4.1 Endrede vedlikeholdskostnader for bane	67
5.4.2 Endret driftsresultat for persontrafikken	67
5.4.3 Oppsummering bedriftsøkonomiske effekter	68

5.5 EFFEKTER FOR TRAFIKANTENE	69
5.5.1 Reisehensiktsfordeling Sørlandsbanen	69
5.5.2 Tidsverdier persontrafikk	69
5.5.3 Nytte for dagens trafikk	69
5.5.4 Nytte for overført og nyskapt trafikk	69
5.5.5 Oppsummering av effekter for trafikantene	70
5.6 EFFEKTER FOR OMGIVELSENE	70
5.6.1 Endrede miljøkostnader p.g.a. overført trafikk fra andre transportmidler til bane	70
5.6.2 Støy	70
5.6.3 Redusert antall planovergangsykker (maksimalalternativet)	70
5.6.4 Oppsummering av effekter for omgivelsene	70
5.7 NYTTE-/KOSTNADSANALYSEN	71
5.7.1 Forutsetninger for N/K-analysen	71
5.7.2 N/K-tall	71
5.8 FØLSOMHETSANALYSE	71
5.8.1 Investeringskostnader/trafikk i åpningsåret	71
5.8.2 Vedlikeholdsutgifter inkl. i investeringskostnadene	72
5.8.3 100 % økte vedlikeholdsutgifter	72
5.8.4 Oppsummering	72
6. SAMMENSTILLING OG ANBEFALING	73
7. VIDERE PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING	75
8. REFERANSELISTE	76

ALLE VEDLEGG ER SAMLET I EGET VEDLEGG SHEFTE

0. SAMMENDRAG

I mars 1995 forelå utredningen «Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie» fra NSB Plansekretariatet som viste at det ville være lønnsomt å ruste opp de tekniske anleggene på Sørlandsbanen til krengetoghastighet.

Som en forlengelse av denne utredningen har en utarbeidet en hovedplan for tiltak som må gjennomføres for å utnytte krengeteknologien. Baneregion Sør legger fram to alternativer for strekningen Drammen - Stavanger.

Minimumsalternativet viser hva som er en mulig kjøretidsreduksjon ved å sette krengetog på banen uten å gjøre noen større tiltak. Dårlig sikt for kryssende trafikk ved planoverganger er den faktoren som gir størst begrensning for økning av hastigheten utover dagens nivå.

I maksimalalternativet har en fjernet tvangspunktene slik at krengeteknologien kan utnyttes fullt ut.

I tillegg inneholder hovedplanen en oversikt over investerings-/vedlikeholdsprosjekter som vil ha betydning ved innføring av krengetog på Sørlandsbanen. Disse prosjektene omfatter følgende tiltak:

- Gjennomføre tiltak på stasjoner for å fjerne kurveveksel. Ombygging av Kreking st (5 mill.kr), ombygging av Hjuksebø st (6 mill.kr) og forlengte kryssingssporene ved Herefoss st (4,25 mill.kr) og Oгна st (6,2 mill.kr). Disse tiltakene er kostnadsberegnet til 21,5 mill.kr.
- Oppgradering av anlegg for returstrøm og sugetrafoer på strekningen Drammen - Stavanger. Kostnadsberegnet til ca. 30 mill.kr.
- Utskifting av KI-anlegg der den teknisk/økonomiske levetiden er passert (385 mill.kr). Strekninger hvor det er planlagt nyanlegg er holdt utenfor.

Kostnaden for disse tiltakene er beregnet til ca. 437 mill.kr.

Nøkkeltallene for innføring av krengetog på Sørlandsbanen presenteres i tabellen nedenfor.

	Minimumsalternativet	Maksimalalternativet
Kjøretid (Oslo-Kristiansand)	4:18	3:54
Kjøretid (Kristiansand-Stavanger)	2:32	2:16
Kjøretid (Oslo-Stavanger)	6:55*	6:15*
Kostnader		
Investeringkostnader (krengetog)	10,1 mill.kr	207,7 mill.kr
Andre nødvendige inv.prosjekter	118,0 mill.kr	118,0 mill.kr
Vedlikeholdskostnader (krengetog)	35,2 mill.kr	155,8 mill.kr
Total kostnad	163,3 mill.kr	481,5 mill.kr
Bedriftsøkonomi		
Effekter for bane	-23,3 mill.kr	-41,5 mill.kr
Effekter for persontrafikk	186,1 mill.kr	315,7 mill.kr
Andre effekter		
Trafikkantnytte	108,1 mill.kr	272,6 mill.kr
Omgivelsene (miljø)	39,3 mill.kr	83,4 mill.kr
Nytte-/kostnadsforholdet		
N/K-tall	2,9	2,3

* For krengetog er det antatt en kjøretid Oslo - Drammen på 39 minutter (det samme som tog 71 i ruteplan 95), inkl. stasjonsopphold. Når nytt dobbeltspor Skøyen - Asker er ferdig, og prosjektet Asker - Drammen 160 km/t er gjennomført, reduseres denne kjøretiden til 34 minutter. En eventuell prioritering av krengetog på strekningen Oslo - Drammen gir mulighet for ytterligere reduksjon i kjøretiden. Stoppmønsteret er ellers lik tog 71 i ruteplan 95. Det forventes en reduksjon av oppholdstiden på Kristiansand st fra 10 til 5 minutter, p.g.a. motorvognsett (lokskifte unngås).

I forhold til dagens kjøretid på 7:30 vil kjøretiden reduseres med 35 minutter for minimumsalternativet og 75 minutter for maksimalalternativet.

Resultatene viser at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt og bedriftsøkonomisk lønnsomt for NSB.

I «Andre nødvendige investeringsprosjekter» inngår tiltak som er nødvendig å gjennomføre for å kunne øke frekvensen og opprettholde dagens fremførings situasjon for godstrafikken. Tiltakene er som følger:

- Leivoll kryssingsspor (1999): 36 mill.kr
- Forlengte Helleland kryssingsspor (1999): 18 mill.kr
- Forlengte Varhaug kryssingsspor (1999): 6 mill.kr
- Neslandsvatn omformerstasjon (2000-2002): 46 mill.kr
- Forlengte Nordagutu kryssingsspor (2002): 12 mill.kr

Neslandsvatn omformerstasjon er kostnadsberegnet til ca. 110 mill.kr. Det er beregnet at frekvensøkningen for persontog vil bruke 42 % av den installerte

effekten i denne omformeren. Resten skal ta høyde for en framtidig økning av godstrafikken.

Baneregion Sør anbefaler at det gjennomføres utbygging etter maksimalalternativet for hele strekningen. N/K-analysen viser at minimumsalternativet kommer best ut (nytte/kostnad på 2,9 mot 2,3 for maksimalalternativet). Men minimumsalternativet utnytter ikke potensialet i krengeteknologien på mer enn halve strekningen. Dette gjør at reisetiden bare reduseres med det halve i forhold til maksimalalternativet. Følsomhetsanalysen viser i tillegg at forutsetningene må forverres betraktelig for at maksimalalternativet ikke skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt (minimumsalternativet får N/K-tall på 0,3 ved 100 % økning i vedlikeholdskostnadene).

Tiltakene som er foreslått under maksimalalternativet gir en nødvendig standardheving av banen etter et opparbeidet etterslep på vedlikeholdsinnsetsen over flere år. For minimumsalternativet vil en forskyve problemet fram i tid. Ut fra dette vil maksimalalternativet være den beste løsningen på litt lengre sikt. Maksimalalternativet vil også medføre økt sikkerhet ved at et stort antall planoverganger blir nedlagt (ca. 330 stk).

En eventuell videre reduksjon av kjøretiden vil medføre at følgende investeringsprosjekter må gjennomføres:

- Nytt 2-spor Mariero - Stavanger
- Asker - Drammen 160 km/t
- Rassikring av Drangsdalen
- Linjeutretting Ogna - Sandnes
- Nytt dobbeltspor Skøyen - Asker

Ved gjennomføring av disse prosjektene vil kjøretiden Oslo - Stavanger bli 6:02. En eventuell prioritering av krengetoget på strekningen Oslo - Drammen kan redusere kjøretiden ytterligere.

Det anbefales videre at tiltakene gjennomføres strekingsvis, med kostnad pr innspart minutt (minuttkostnad) eller kostnad pr innspart personminutt (minuttkostnad pr reisende) som parameter for prioriteringen. For beregning av minuttkostnaden har en brukt forskjellen i kjøretid mellom eksisterende og maksimalalternativet, samt kostnadene for maksimalalternativet. For minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk i 1996 ved tellepunktene Lunde for strekningen Drammen - Kristiansand, og Sira for strekningen Kristiansand - Stavanger. Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	60,78	0:03	20,26	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	59,24	0:10	5,92	6
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	55,60	0:17	3,27	3*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelaug	14,02	0:06	2,34	1
281,41-365,29	Nelaug - Kristiansand	26,37	0:08	3,30	4
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	54,19	0:19	2,85	2
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	46,40	0:10	4,64	5

* Parsellen faller ned på en femteplass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvatn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

Rangeringen for minuttkostnad pr reisende er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min-pass)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	20,26	46,05	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	5,92	13,45	5
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	3,27	7,43	2*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelaug	2,34	5,32	1
281,41-365,29	Nelaug - Kristiansand	3,30	7,50	3
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	2,85	10,56	4
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	4,64	17,19	6

* Parsellen faller ned på en femteplass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvatn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

På strekningen Lunde-Neslandsvatn er kl-anlegget begrensende for hastigheten (maksimalt 105 km/t). Det er montert nye master, men det resterende mangler. En eventuell ferdigstillelse er kostnadsberegnet til ca. 55 mill.kr. Det antas at dette er gjennomført til 1999.

I rangeringen er det ikke tatt hensyn til lokaltrafikken Oslo - Kongsberg og Egersund - Stavanger. En standardheving av banen på disse strekningene vil også komme lokaltoget til nytte i form av bedre punktligheit.

Det er antatt ut fra [1] at de årlige vedlikeholdskostnadene vil øke med 15 % for maksimalalternativet og 8 % for minimumsalternativet. Dette har sammenheng med at en økning i hastigheten bl.a. krever heving av justeringsstandardden.

1. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Sørlandsbanen er en av våre nyeste hovedbaner, med fullføring og åpning i 1944. Forut for dette har imidlertid banen en lang historie med utbygging av delstrekninger på forskjellige steder langs banen, helt tilbake til 1874 med strekningen Stavanger - Egersund. Det siste store byggeprosjektet på Sørlandsbanen var mellom Kristiansand og Moi. Dette foregikk fra 1930 og endte med en sammenhengende jernbane mellom Oslo og Stavanger som sto ferdig i 1944.

Våren 1993 ble det etablert et tverrdivisjonalt prosjekt for Modernisering av Sørlandsbanen. Dette arbeidet førte fram til en forstudie, som skulle fastsette en overordnet strategi for modernisering av Sørlandsbanen.

Forstudie av mars 1995 anbefaler at det på kort sikt bl.a. bør tilrettelegges for bruk av krengetog på Sørlandsbanen for å redusere kjøretiden for persontrafikk.

1.2 Situasjonsbeskrivelse

1.2.1 Trase

Traseen fra Drammen til Stavanger er av svært varierende standard. Strekningen fra Ognå til Sandnes på Jæren er en av de beste i Norge når det gjelder horisontalkurvatur. De lengste tunnelene i Vest-Agder var de første strekningene i Norge som fikk skiltet hastighet 160 km/t. Gjennom Drangsdalen er hastigheten redusert ned mot 20 km/t p.g.a rasfare. Banen er stedvis meget svingete, med en rekke kurveradler hvor kurvenes horisontalradius for en stor del er 300 meter. Dette medfører også at gjennomsnittshastigheten på togene blir svært lav. Raskeste persontog har i dag en gjennomsnittshastighet på ca. 80 km/t mellom Oslo og Stavanger, mens raskeste godstog har ca. 70 km/t i gjennomsnitt. Manglende og for korte kryssingsspor bidrar også til at hastigheten reduseres og at sårbareheten i forhold til forsinkelser er stor. Forøvrig kan følgende tall illustrere situasjonen:

	Oslo-Kristiansand	Kristiansand-Stavanger
Antall km bane	354 km	233 km
Max hastighet 80 km/t	35 %	24 %
Max hastighet 130 km/t	4 %	17 %
Max hastighet 160 km/t	0 %	5 %
Horisontalradius R=300	20 %	0 %
Horisontalradius R=300-500 m	25 %	22 %
Største stigning	18 %	25,5 %
Max akseltrykk	22,5 tonn	22,5 tonn
Kryssingsspor	34 stk	25 stk
Kryssingsspor > 700 m	13 stk (38 %)	2 stk (8 %)
Raskeste godstog	5:04 (69,9 km/t)	3:04 (76,0 km/t)
Raskeste persontog	4:35 (77,3 km/t)	2:45 (84,7 km/t)

1.2.2 Strømforsyning

Strømforsyningen begrenser i dag kapasiteten mellom Kongsberg og Stavanger, med de største problemene mellom Kristiansand og Stavanger. Problemet er knyttet til godstogene. Det er satt i gang bygging av ny statisk omformerstasjon på Kjelland, noe som vil gi tilfredsstillende strømforsyning mellom Sira og Stavanger. Når det også bygges omformerstasjon på Leivoll, vil en få tilfredsstillende strømforsyning mellom Kristiansand og Stavanger. For strekningen Drammen - Kristiansand er det under arbeid en egen hovedplan for strømforsyning.

Kontaktledningsanlegget er av svært varierende standard, og svært høy alder.

Sørlandsbanen var den første fjernstrekningen som ble elektrifisert i Norge. Alderen på Kl-anlegget tilsier at det bør skiftes ut, uavhengig av økt hastighetsnivå ved bruk av krengetog.

1.2.3 Signalanlegg

Fjernstyring av Sørlandsbanen ble innført strekingsvis mellom 1964 -1970, samtidig med at signalanleggene ble bygget. For hele Sørlandsbanen er det et relèbasert system (RCTC).

Noen signalanlegg ble bygget før fjernstyringen. Dette gjelder stasjonene Kongsberg, Nordagutu, Nelaug, Dalane, Kristiansand, Sira, Bryne, Ganddal, Sandnes og Stavanger. Disse stasjonene fikk sitt sikringsanlegg rundt 1960. Anleggene som ble bygget før 1963 er av typen NSI-EB, mens anleggene som ble bygget etter 1963 er av typen NSI-63. Noen stasjoner har fått nytt signalanlegg etter fjernstyringen. Dette gjelder stasjonene Drammen (NSI-63), Hokksund (NSI-63, PLS-NX/OC), Neslandsvatn (NSI-63), Fidjetun (NSI-63), Langemyr og Egersund. Den

teknisk/økonomiske levetiden for signalanlegg er satt til 35 år. Dette vil si at de eldste anleggene har passert denne grensen, mens de aller fleste anleggene vil oppnå teknisk/økonomisk levetid like etter århundredskiftet.

Avstanden mellom hovedsignal og forsignal skal ut fra regelverket være minimum 800 meter for hastigheter opp til og med 130 km/t. I dag er dette ikke tilfellet på flere stasjoner mellom Drammen og Stavanger, hvor avstanden mellom forsignal utkjør og hovedsignal utkjør er helt nede i 570 meter (ved Snartemo). Dette vil gi problemer med å øke hastigheten utover dagens pluss hastighet, uten at det blir gjort tiltak på forsignalavstanden.

1.3 Driftsforhold

Dagens trafikk består av fjerntog, regiontog, lokaltog og godstog. Fjernetogene trafikkerer hele strekningen mellom Oslo - Kristiansand - Stavanger. Regiontogene trafikkerer strekningene Oslo - Bø og Kristiansand - Stavanger. Lokaltogstrekningene er Drammen - Kongsberg og Jærbanen (Egersund - Stavanger).

Reisetiden mellom Oslo og Kristiansand varierer mellom 4:35 og 5:30 alt etter antall stopp og kjørehastighet. Mellom Kristiansand og Stavanger varierer reisetiden mellom 2:45 og 3:25, alt etter antall stopp og kjørehastighet. Mellom Oslo og Stavanger gir dette en reisetid på ca. 7:30 for de raskeste togene (ruteplan 95).

Få og korte kryssingsspor gjør at reisetiden øker ut over det kurvatures tillater. I retning fra Drammen til Stavanger blir kryssingssporene kortere og avstanden mellom dem øker. Spesielt er kryssing med lange godstog et problem mellom Kristiansand og Stavanger.

1.4 Tekniske forutsetninger

For planlegging av kjøring med krengetog på Sørlandsbanen er «Sporet's trasé - regler for eksisterende baner» og foreløpige «Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95 lagt til grunn.

1.4.1 Horisontalkurvatur

Tillatt hastighet i kurver for krengetog beregnes etter følgende formel:

$$V = 0,291 \cdot \sqrt{R \cdot (h + I_{\max})} \quad (1)$$

der R er radien, h er overhøyde og I_{\max} settes lik 280 mm.

Tillatt hastighet gjennom tvangspunkter som kurveveksel, og bruer i kurver uten gjennomgående ballast, beregnes maksimal hastighet ved hjelp av ligning (1) med $I_{\max}=180$ mm. Bruene er kontrollert mht. horisontalkrefter. Dette viser at horisontalkreftene ved kjøring med krengetog over bruer med $I_{\max}=180$ mm ikke medfører økte krefter i forhold til kjøring med EL14 [2].

Av hensyn til komforten bør gjennomkjøringstiden være minst 2 sekunder for sirkelkurver og rettlinjier. Etter en grov gjennomgang av horisontalkurvaturen på Sørlandsbanen, ble dette sett på som et svært kostbart krav å gjennomføre fullt ut (ca. 200 mill.kr). Hovedplanen har tatt utgangspunkt i å forlenge alle sirkelkurver under 20 meter til en lengde med gjennomkjørings tid på ca. 1 sekund. En økning utover dette vil medføre store ekstra kostnader, da det blir en stor forskyvning fra eksisterende trasé. Skal en også gjøre tiltak på sirkelkurver over ca. 20 meter, vil en få en større økning i antall kurver som krever tiltak. Der sporet har maksimal forskyvning vil en i mange tilfeller måtte lage ny underbygning med flytting av kl-anlegg. Med de topografiske forhold som er på store deler av Sørlandsbanen, vil dette i mange tilfeller bety sprengning/større fyllinger. Ut fra samme argumentasjonen er maksimal lengde på rettlinjier, som blir fjernet, satt til ca. 20 meter.

Selv ved en grense på 20 meter for rettlinjier/sirkelkurver, vil det medføre store kostnader. En forlengelse/fjerning av enkelte elementer vil medføre utvidelse av tunnelprofil over lengre strekninger og ombygging av lange stål- og betongbruer. Bruker en flere millioner kroner på en kurve, kan det settes et stort spørsmålstegn ved nytten av en slik investering. Ut fra dette er det valgt å se bort fra tiltak som medfører større ombygginger av kurver/rettlinjier i hovedplanen, selv om de er under 20 meter.

Vi mener at noe dårligere komfort i enkelte korte kurver kan aksepteres. Dersom dette ikke kan aksepteres må det investeres ca. 200 mill.kr.

Overgangskurvene bør av komfortmessige hensyn tilfredsstillende kravene til rykk ($\Delta l_{max}=140$ mm/s) og rampestigningshastighet ($\Delta D_{max}=75$ mm/s). Traséen er gjennomgått med disse kravene. Generelt kan det sies at kravene er oppfylt de fleste steder, og det foreslås tiltak der de ikke er tilfredsstillende. Tiltaket blir en forlengelse av overgangskurven.

1.4.2 Sporjustering

I følge «Overbygning - regler for vedlikehold» vil det ved en hastighetsøkning stilles større krav til sporjustering. Store deler av Sørlandsbanen er i dag plassert i kvalitetsklasse 3 (K3), noe som gir en hastighetsstandard mellom 75 - 100 km/t. Men det eksisterer også strekninger med K0, K1, K2 og K4. Ved innsetting av krengetog vil hastigheten øke med 15 - 20 km/t. Dette medfører at justeringsstanden på Sørlandsbanen må heves en kvalitetsklasse. Ut fra skiltet hastighet for krengetog vil en få krav om følgende kvalitetsklasser:

- K2 har en angitt hastighetsstandard fra 105 til 120 km/t.
- K1 har en angitt hastighetsstandard fra 125 til 140 km/t.
- K0 har en angitt hastighetsstandard fra 145 km/t og oppover.

1.4.3 Ballastskuldre og drenering

Horisontalkurvaturen er kontrollert opp mot kravet til at krummingen faller sammen med overhøyderampen i overgangskurver, og at overhøyden er konstant gjennom sirkelkurven. Det er noen få plasser dette ikke er tilfredsstillende. Disse punktene vil bli utbedret gjennom tiltak på horisontaltraséen.

Tilfredsstillende drenering vil bli gjennomført for å få redusert problemer med telehiv og sporfeil.

Der hvor ballastskulderen er for smal vil det bli supplert med pukk eller profillet blir utvidet.

1.4.4 Planoverganger

Regler for planoverganger sier at det skal være tilfredsstillende sikt ved hastigheter opp til $V=130$ km/t («Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95). Det er i dag 378 planoverganger mellom Drammen og Stavanger som er usikret. I tillegg er det 43 planoverganger som er sikret med varsellampe, halv- eller helbomanlegg. Dette gir tilsammen 421 planoverganger mellom Drammen og Stavanger. De aller fleste av de

usikra planovergangene har ikke tilfredsstillende sikt ut fra siktkrav i «Retningslinjer for krengetog». En fjerning av alle de 421 planovergangene er kostnadsberegnet til ca. 180 mill.kr. Det vises til egen hovedplan, «Planoverganger i BrS».

En nedleggelse av planoverganger vil ta tid, og kan ikke forventes gjennomført fullt ut før planlagt innsetting av krengetog i 1999.

For hastigheter mellom 130 og 160 km/t kreves det helbomanlegg ved planoverganger. Over 160 km/t kreves det planskilt kryssing.

1.4.5 Signalanlegg

Tiltak på signalanlegget vil være økning av forsignlavstanden for både innkjør- og utkjørsignal. Følgende kriterier er lagt til grunn for forsignlavstand:

- Strekninger som ikke har noen økning av hastighet utover dagens pluss hastighet vil det ikke bli gjort tiltak på signalanlegget.
- Der ny krengetoghastighet er 130 km/t eller lavere tillates forsignlavstand ned til 800 meter. På enkelte stasjoner er forsignlavstanden mindre enn 800 meter. Disse regnes som en del av ombygd strekning, og må dermed bygges om i henhold til nytt regelverk. Det vil si en minimum forsignlavstand på 1200 meter.
- På strekninger der hastigheten er over 130 km/t er det lagt inn kostnader for innlegging av fremskutt forsignal i forbindelse med forsignal for innkjør.
- Der forsignlavstanden for utkjørsignal er for kort legges det inn en P-balise ved innkjør forsignal (gjennomsignalering). Dette gjøres på de stasjoner der avstanden er under 800 meter og hastigheten økes utover dagens pluss hastighet.
- Reaksjonstid til fører og materiell er satt til 8 sekunder.

Innkoplingsfeltene for sikrede planoverganger må flyttes for å tilfredsstillende krav til varslingsstid (30 sekunder). For hel- og halvomanlegg er det lagt inn kostnader for flytting av innkoplingsfeltene der det er nødvendig. For planoverganger sikret med varsellampe flyttes innkoplingsfeltene slik at 60 sekunders varslingsstid tilfredsstilles. For å få en tilfredsstillende sikring av planoverganger bør planoverganger med halvomanlegg og varsellamper legges ned. Det vises forøvrig til hovedplan «Planoverganger i BrS».

For sporveksel som ligger på strekninger med en foreslått hastighet på over 130 km/t legges det inn ekstra drivmaskin. Det kreves fullt utrustet ATC-anlegg ved hastigheter over 160 km/t.

1.4.6 Kontaktledningsanlegg

Tabellen nedenfor viser data om kontaktledningsanlegget på Sørlandsbanen. Hastighetsstandard forutsetter at det kjøres med en strømvaktaker (maksimal hastighet er hentet fra «Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95).

KM	Strekning	System	Elektrifisert	Hastighetsstandard
53 - 99,4	Drammen-Kongsberg	35	1929 - 1936*	150 km/t
99,4 - 177,5	Kongsberg-Lunde	20B	1942*	160 km/t
177,5-220,8	Lunde-Neslandsvatn	Tabell 54	1943	105 km/t
220,8-419,3	Neslandsvatn-Audnedal	35	1946 - 1948	150 km/t
419,3-468,6	Audnedal-Sira	20B	1944*	160 km/t
468,6-598,7	Sira-Stavanger	35	1950 - 1956	150 km/t

*Kontaktledningsanlegget er senere skiftet ut med system 35/system 20B

En stor del av dagens kontaktledningsanlegg er passert den teknisk/økonomiske levetiden på 40 - 50 år. Det vil si at alle strekningene som ikke er bygget om er modne for modernisering.

Det er stor usikkerhet i oppgitt hastighetsstandard. De hastighetene som er oppgitt i tabellen er maksimalverdier for systemene. Målevognkjøring kan føre til at denne hastigheten kan økes eller må senkes. Grenseverdien for dynamiske krefter (F_{kt}) mellom strømvaktaker og kontakttråd målt over en basis på 100 meter skal være

- 0 registreringer dersom $F_{kt} < 10$ N eller $F_{kt} > 150$ N
- 5 registreringer dersom 120 N $< F_{kt} < 150$ N

Hastighetsstandard vil også være avhengig av hvor mange tilpasninger som er gjort utover det systembeskrivelsen angir. Kontakttrådhøyden ble på de gamle anleggene senket under overgangsruer og gjennom tunneler. Hvor mye den er blitt senket, og hvor fort høyden reduseres vil være avgjørende for hvilken hastighetsstandard systemet vil ha. For å unngå for stort trykk mot kontaktledningen må reduksjonen i høyde gjøres over en lengre strekning. En eventuell forlengelse vil først bli utført når problemet er mer belyst gjennom en målevognkjøring.

1.4.7 Trykkendringer og trykkbølger

Trykkendringer vil være ubehagelig for passasjerer når en får en stor endring over et relativt kort tidsintervall. For enkeltsporet tunnel vil trykkendring ved innkjøring i tunnelen være det som begrenser hastigheten. For dobbeltsporet tunnel vil møte mellom to tog i tunnelen være det som begrenser hastigheten.

Trykkbølger vil oppstå ved at luften i tunnelåpningen presses med stor hastighet innover i tunnelen. I de videre beregningene er det ikke tatt hensyn til trykkbølger.

Dette har sammenheng med at trykkverdiene er forholdsvis lave og at det er store variasjoner i trykkbølger for ulike materiell og tunneler. Det er også sannsynlig at de nye krengetogene vil være trykktette.

Høsten 1994 ble det utført en hovedoppgave («Optimalt tunnelvertsnitt» ved NTH) som behandlet problematikken med trykkendring i tunneler. Oppgaven tok utgangspunkt i en maksimal verdi for trykkendring på 1500 Pa over et tidsintervall på 3 sekunder (nye baner). Ved å sammenligne internasjonal litteratur sammen med krav til trykkendring i andre land, ble 1500 Pa/3 sek valgt som maksimal verdi.

Ved å bruke formelverket i hovedoppgaven kan en beregne teoretiske verdier for trykkendringer. Beregningene bygger på følgende data:

- Tunnelvertsnitt: 27 m²
- Togtype: X2000 (ikke trykktettet materiell)
- Togvertsnitt: 10 m²
- Toglengde: 120 m

Trykkendringen ved innkjøring vil da være dimensjonerende siden det bare er enkeltsporet tunneler mellom Drammen og Stavanger. Ved å bruke en trykkendring på 1650 Pa/3s, vil maksimal hastighet ved innkjøring av tunneler være 130 km/t for ikke trykktettet materiell. Trykkendringen bør ikke være for stor ved stadig inn- og utkjøring av tunneler, ut fra hensyn til komforten.

Dersom NSB velger å satse på trykktettet materiell, vil hastigheten kunne økes til 160 km/t ved innkjøring i tunnel uten at komforten blir dårligere. BM71 (Gardermotogene) vil være trykktettet. Velger en å bruke BM71 på Sørlandsbanen vil maksimal hastighet ved innkjøring i tunneler kunne økes til 160 km/t.

1.4.8 Kjøretidsberegninger

Ved hjelp av dataprogrammet «Togkjør» har en beregnet en teoretisk kjøretid ut fra de nye hastighetsprofilene for krengetog. For å få en kjøretid som er realistisk å bruke i et eventuelt ruteoppsett, legges det til 4 % slakk i beregnet kjøretid. Dette for å fange opp forskjeller i kjøremåte fra lokfører til lokfører, samt tidstap ved kryssing med andre tog.

For å kvalitetssikre disse tallene har en beregnet teoretisk kjøretid med dagens hastighetsprofil og EL17. Ved å bruke dagens oppholdstid på 2 minutter, gir dette et slakk i dag på 4 % mellom Oslo - Kristiansand og 1 % mellom Kristiansand - Stavanger. På strekningen Oslo - Kristiansand ligger store deler av slakket mellom Oslo og Drammen.

Stoppmønsteret har tatt utgangspunkt i dagens tog 71, som stopper på følgende stasjoner mellom Drammen og Stavanger:

Kongsberg, Nordagutu, Bø, Neslandsvatn, Gjerstad, Nelaug, Kristiansand, Snamtemo, Moi, Egersund, Bryne og Sandnes.

Stasjonsoppholdstiden ved innsetting av krengetog er satt til 1 minutt for alle stasjoner mellom Drammen og Stavanger, og i Kristiansand reduseres oppholdstiden fra dagens 10 minutter til 5 minutter siden det forutsettes motorvognsett (lokskifte unngås). Oppholdstiden på 1 minutt forutsetter følgende:

- Et eventuelt krengetog vil sannsynligvis ha en kortere tog lengde (120 meter) enn dagens materiell, noe som fører til at passasjerene raskere finner riktig vogn. Dette fører til raskere av- og påstigning.
- Kongsberg stasjon, bare avstigning retning Oslo og bare påstigning retning Stavanger (trafikk Oslo-Kongsberg forutsettes å gå på lokaltog).
- Stasjonene Nordagutu, Bø, Neslandsvatn, Gjerstad, Nelaug, Snamtemo, Moi og Egersund forutsettes det både av- og påstigning, men det antas at størrelsen på trafikken kun tilsier 1 minutt oppholdstid.
- Bryne og Sandnes, bare påstigning retning Oslo og bare avstigning retning Stavanger (trafikk Bryne/Sandnes - Stavanger forutsettes å gå på lokaltog).

I kjøretidsberegningene er det brukt X2 med tog lengde 120 meter og togvekt 290 tonn. Det er også gjort tilsvarende beregninger med BM71 (med en mellomvogn), med samme resultat.

1.5 Forhold til andre planer

Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie

Hensikten med forstudie for Sørlandsbanen av mars 1995 var å fastsette en overordnet strategi for modernisering av banen.

Forstudie behandler linjeutredninger for høyhastighetsbane, der ulike alternativer er behandlet. Et mer kortsiktig alternativ er også vurdert gjennom punktvis utbedring av banen. Viktige stikkord er optimalisering av dagens trasé, forlengelse av overgangskurver, fjerning av tvangspunkt, kurveutretting og bruk av materiell med pluss hastighet/krengetog. Denne hovedplanen bygger videre på det arbeid som ble utført for krengetog i forstudie. Videre behandler forstudie ulike innkorningsprosjekter og kapasitetsøkende tiltak. Forstudie anbefaler at det tilrettelegges for bruk av krengetog på Sørlandsbanen og at det gjennomføres kapasitetsøkende tiltak (kryssingsspor) på kort sikt. I tillegg anbefaler den at Ogna - Sandnes opprustes til høyhastighetsbane og at rassikring av Drangsdalen gjennomføres.

Et viktig prosjekt på mellomlang sikt (før år 2010) er sammenkopleing med Vestfoldbanen som vil kunne redusere kjøretiden mellom Oslo og Kristiansand/Stavanger, samtidig som det gir reisende til og fra Vestfold/Telemark og Sørlandet et bedre tilbud. Siden krengetog også er et høyhastighetstog, vil de nye parsellene på Vestfoldbanen kunne utnyttes maksimalt, samtidig som krengetogteknologien kommer til nytte på eksisterende bane.

Delrapport Bane viste et investeringsbehov på ca. 300 mill.kr. Dette ga en teoretisk kjøretid på 4:58 mellom Drammen og Stavanger, dvs. kjøretid uten stasjonsopphold og slakk. Med 39 minutter mellom Oslo og Drammen, og samme forutsetninger som i kapittel 1.4.8 får man en kjøretid Oslo - Stavanger på 6:05.

Reisetidsreduksjon på eksisterende infrastruktural

I forbindelse med prøvekjøring av Pendolino og X2000 i 1993, ble det i 1994 utgitt en rapport som oppsummerte denne prøvekjøringen. Denne rapporten inneholdt også beregnet kjøretider og kostnader for krengetog på fjernstrekningene. Teoretisk kjøretid ble beregnet til 4:42 mellom Drammen og Stavanger (uten stasjonsopphold og slakk), og kostnadene ble beregnet til 130 mill.kr. Resultatene bygger på en grov vurdering av antall tvangspunkt, og kostnadene ved å fjerne disse. Med 39 minutter mellom Oslo og Drammen, og samme forutsetninger som i kapittel 1.4.8 får man en kjøretid Oslo - Stavanger på 5:49.

Hovedplan Ogna - Sandnes

Strekningen mellom Ogna og Sandnes har en av landets beste horisontalkurvatur. Ved omlegging av noen få kurver, vil strekningen Ogna - Sandnes få en hastighetsstandard på 160 km/t for krengetog. For de mest kostnadskrevenende omleggingene er dagens trasé beholdt. Investeringene er beregnet til 107 mill.kr og

nødvendig vedlikehold er beregnet til 86 mill.kr, tilsammen 193 mill.kr. Tidsgevinsten for krengetog er 5 minutter ved stopp på Bryne st, og 6 minutter uten stopp. Hovedplanen blir ferdig i 1996.

Hovedplan for rassikring av Drangsdalen

På dagens trasè gjennom Drangsdalen har deler av strekningen en hastighetsbegrensning på 20 - 40 km/t. Dette har sammenheng med betydelig risiko for steinsprang, isnedfall etc. Hovedplanen anbefaler at det bygges en 7,5 km lang tunnel mellom Moi og Likningstjønna (km 478 - 489,8). Tunnelen vil være en del av ny direkteinje mellom Moi og Egersund, og vil være enkeltsporet med dimensjonerende hastighet på 200 km/t. Anlegget er kostnadsberegnet til 270 mill.kr. Innspart tid for krengetog vil være ca 6 min. Det foreligger godkjent hovedplan og reguleringsplan.

Hovedplan for dobbeltspor Mariero - Stavanger

Planen omfatter nytt 2.spor som legges ved siden av dagens spor. I tillegg omfatter planen flytting av driftsbanegård ved Paradis, og flytting av Hillevåg hpl. Dobbeltspor mellom Mariero og Stavanger vil gi bedre kapasitet på Jærbanen. Prosjektet vil først og fremst være til nytte for lokaltrafikken. Nytt 2.spor er kostnadsberegnet til 92 mill.kr og nødvendig vedlikehold på 44 mill.kr, tilsammen 136 mill.kr. Hovedplanen blir ferdig i 1996.

Hovedplan for dobbeltspor Drammen - Gulsbogen

Det er utarbeidet egen hovedplan for nytt dobbeltspor mellom Drammen st og Gulsbogen st. Planen omfatter en oppgradering av trasèen til 160 km/t, samt gjennomgående dobbeltspor uten avvik ved Drammen st. Prosjektet vil gi økt kapasitet, noe som vil lette togframføringen. Fremdriftsplanen angir at anlegget er ferdigstilt ved århundredskifte. Hovedplanen blir godkjent i løpet av våren 1996. Planen er første etappe for 160 km/t mellom Drammen og Kongsberg.

Hovedplan Drammen - Kongsberg 160 km/t

Det er under utarbeidelse hovedplan for økning av hastigheten til 160 km/t mellom Drammen og Kongsberg. Tiltakene vil være oppgradering av overbygning, kurveutretting/linjeomlegging samt planovergangsnedleggelse. Hovedplanen er planlagt ferdig i 1996.

Hovedplan Asker - Brakerøya 160 km/t

Det er under utarbeidelse hovedplan for å øke hastigheten til 160 km/t mellom Asker og Brakerøya. Tiltakene vil i hovedsak være på signalanlegg, kl-anlegg og tunnelrehabilitering. Hovedplan er planlagt ferdig i 1996.

Hovedplan Kongsberg stasjon

Dagens hastighetsstandard gjennom Kongsberg st gir maksimalt 40 km/t i gjennomgående hastighet, p.g.a. kjøring i avvik i kryssveksel. Ombyggingen av

stasjonen vil gi høyere gjennomkjøringshastighet, samtidig som kapasiteten i området øker. Hovedplan er godkjent. Fremdriftsplanen angir at anlegget er ferdigstilt ved århundredskifte.

Hovedplan Nelaug stasjon

Det er igangsatt hovedplanarbeid for å modernisere Nelaug st. Tiltakene vil omfatte modernisering av sporplan, plattform og signalanlegg for å redusere fremtidige driftskostnader. Sanering av sporveksel vil være et viktig tiltak. Moderniseringen vil gi høyere gjennomkjøringshastighet, samtidig som kapasiteten blir bedret. Hovedplanen er planlagt ferdig i 1996.

Hovedplan Bryne stasjon

Planen omhandler bygging av ny fotgjengerundergang, rampe til plattform og utvidelse av plattformbredden til ca. 10 meter. Sporanlegget reduseres til to gjennomgående spor og et buttspor for vending/hensetting av lokaltog og sidespor med tilknytning til lagerområde for Baneavdelingen. Parkeringsplassen på østsiden av stasjonen utvides. Gjennomkjøringshastigheten for krengetog vil kunne heves fra 85 km/t til 120 km/t. Hovedplan ferdig i 1996.

Utredning for kryssingsspor på Sørlandsbanen

Det er igang en utredning for kryssingsspor på Sørlandsbanen. Det skal utarbeides strategi og prioriteringskriterier for fremtidige kryssingsspor. Utredningen vil ha avgjørende betydning for både kapasitet og kjøretid på Sørlandsbanen. Høringsutkast foreligger.

Hovedplan for Lyser kryssingsspor

Planen omfatter nytt kryssingsspor ved Lyser mellom Neslandsvatn og Gjerstad. Dette vil øke kapasiteten og punktligheten for alle tog, og spesielt forenkle kryssing med godstog i området. Anlegget er kostnadsberegnet til 32 mill.kr, og kryssingssporet skal utstyres med samtidig innkjør. Hovedplanen forventes ferdig i løpet av 1996.

Hovedplan for Bjørkevoll kryssingsspor

Planen omhandler nytt kryssingsspor ved Bjørkevoll, mellom Gyland og Sira. Tiltaket vil forenkle kryssing med godstog i området, og det vil føre til økt kapasitet og bedre punktlighet for alle tog. Anlegget er kostnadsberegnet til 32 mill.kr, og anleggsarbeidet er igangsatt. Planlagt ferdigstillelse er sommer 1996.

Utredning for stasjoner/plattformer på Sørlandsbanen

Det skal utarbeides strategi og prioriteringsplan, med tanke på å utvikle sikre og attraktive plattformer og adkomst for de reisende. Arbeidet vil kunne gi økt sikkerhet på stasjoner, spesielt for de stasjonene hvor hastigheten økes som følge av krengetogmateriell. Utredningen er planlagt ferdig i 1996.

Hovedplan returledning i BRS

Hovedplanen har som hensikt å bedre driftssikkerheten i anlegget til BRS. Målet er å redusere antall signalfeil som skyldes returstrøm. Ulike tiltak vurderes for å få et bedre og mer driftssikkert anlegg. Planen vil føre til økt punktlighet for alle typer tog. Hovedplan er planlagt ferdig ved årsskifte 1996/1997.

Hovedplan strømforsyning Asker - Kristiansand

Hovedplanen skal vurdere ulike tiltak for å styrke strømforsyningsanlegget mellom Asker og Kristiansand slik at dagens og fremtidens krav kan tilfredsstilles. Det skal utarbeides forslag til forsterkningstiltak i eksisterende og nytt anlegg. Arbeidet vil ha avgjørende betydning for krengetoghastigheter over 130 km/t og kapasiteten på strekningen. Høringsutkast foreligger, med et anbefalt investeringsbehov på 236 mill.kr for Sørlandsbanen.

Hovedplan planoverganger i BRS

Planen har som hensikt å bedre sikkerheten og regulariteten, og redusere vedlikeholdet. Hovedplanen vil føre fram til en prioritering av strekninger der planoverganger legges ned/sikres. Arbeidet vil ha avgjørende betydning for økt sikkerhet langs sporet, spesielt ved økte hastigheter med krengetog. Hovedplan ferdig i løpet av 1996.

Hovedplan sikringsanlegg Kristiansand - Stavanger

Årgangsanalysen har avdekket at mange av signalanleggene på strekningen har passert den teknisk/økonomiske levetiden eller den passerer kommende jernbaneplanperiode. Planen har som hensikt å erstatte gamle relébaserte signalanlegg med nye elektroniske anlegg. Hovedplanen vil bedre punktligheten, sikkerheten og kapasiteten på strekningen Kristiansand - Stavanger. Planlagt ferdig årsskifte 1996/1997.

Hovedplan godsterminal Ganddal

Hovedplanen vil omhandle bygging av ny godsterminal på Ganddal, slik at eksisterende terminaler ved Stavanger og Sandnes kan flyttes til Ganddal. Dette vil gi kortere transport av gods, samtidig som det blir frigjort kapasitet mellom Ganddal og Stavanger. Hovedplan planlagt ferdig høsten 1996.

Hovedplan Leivoll omformerstasjon

Hovedplanen har som hensikt å levere tilfredsstillende spenningskvalitet på strekningen Kristiansand - Sira. Tiltaket vil være å bygge ny omformerstasjon på Leivoll. Dette tiltaket har avgjørende betydning for bedret kapasitet og punktlighet på strekningen Kristiansand - Sira. I tillegg vil det gi bedre mulighet for hastigheter over 130 km/t. Anlegget er kostnadsberegnet til 20 mill.kr. Hovedplanen er ferdig våren 1996. Det antas ferdigstillelse av anlegget 1999/2000.

Hovedplan Kjelland omformerstasjon

Hovedplanen har som hensikt å levere tilfredsstillende spenningskvalitet på strekningen Sira - Stavanger. Tiltaket vil være å bygge ny omformerstasjon på Kjelland. Omformerstasjonen er kostnadsberegnet til 62 mill.kr. Hovedplanen er ferdig, og anleggsarbeidene er igangsatt. Det antas en ferdigstillelse av anlegget årsskifte 1997/1998.

1.6 Målssetting

1.6.1 Overordnet mål

I «Ny kurs for jernbanen» er det satt opp følgende hovedmål for utviklingen av jernbanenettet i Norge:

«Det skal utvikles en effektiv og konkurransedyktig jernbane med korte reisetider, tilfredsstillende frekvens, høy grad av punktlighet, sikkerhet og miljøvennlighet. De løsninger som velges skal være effektive:

- for kundene på tid, sikkerhet og pris
- for samfunnet i form av miljøfordeler og gunstig samfunnsøkonomi
- for NSB i form av god driftsøkonomi»

1.6.2 Mål for hovedplanen

Det primære målet for hovedplanen er å redusere reisetiden for reisende på Sørlandsbanen. Det sekundære målet er å legge opp til mulighet for økning av frekvensen på Sørlandsbanen, gjennom kortere turneringstid.

1.6.3 Målet for selve planleggingen

Planleggingen har som mål å utarbeide et hastighetsprofil som er optimalisert ut fra banens kurvatur, og klargjøre og legge inn nødvendig tiltak for å ta ut forventet kjøretidsgevinst. Optimaliseringen må ikke gå utover komforten i form av ujevn kjørehastighet. Hastighetsprofilen må ikke føre til at vedlikeholdsutgiftene øker dramatisk selv om belastningen på sporet blir større. Ved en optimalisering av hastighetsprofilen for krengetog, vil flere av dagens hastighetsskilt måtte flyttes, noe som også kan medføre endringer for normal- og pluss-hastigheten.

2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE

2.1 Strategi

Krengetog kan i utgangspunktet settes inn i trafikk i dag uten noen form for tiltak. Men da vil en heller ikke kunne utnytte krengeteknologien maksimalt. Parallelt med denne hovedplanen er det gjort forberedelser for prøvekjøring med krengetog mellom Oslo - Kristiansand høsten 1996. Arbeidet med prøvekjøringen viser at kjøretiden kan reduseres med ca. 30 minutter bare ved å investere noen få millioner kroner. En videre reduksjon av kjøretidene vil føre til en større kostnadsøkning. En sentral problemstilling blir da hvor en skal sette grensen for hvilke tiltak som bør gjennomføres for krengetog.

Arbeidet med prøvekjøring av krengetog høsten 1996, viser at manglende satsing på standardheving av banen er den viktigste grunnen til at krengeteknologien ikke kan utnyttes fullt ut. Spesielt vil tiltak på over- og underbygningen gi en videre reduksjon av kjøretiden. Det samme vil sanering/sikring av planoverganger.

Hovedplanen er oppbygd av et *minimumsalternativ* og et *maksimalalternativ*. Minimumsalternativet vil i utgangspunktet ikke kreve annet enn at hele skiltplanen mellom Drammen og Stavanger gjennomgås, flytting av enkelte forsignal og innkoplingsfelt for planoverganger, og en økt innsats på sporjustering. Maksimal hastighet er satt til 130 km/t.

Maksimalalternativet vil inneholde tiltak som fører til at krengeteknologien utnyttes fullt ut. Maksimal hastighet er satt til 160 km/t.

2.2 Minimumsalternativet

Strekningen Drammen - Stavanger er delt inn i delstrekningene Drammen - Kristiansand og Kristiansand - Stavanger.

2.2.1 Drammen - Kristiansand - Drammen

For minimumsalternativet er det beregnet en kjøretid Drammen - Kristiansand - Drammen på 3:39 med 4 % slakk og 6 stopp á 1 minutt. Dette er 17 minutter redusert kjøretid i forhold til dagens raskeste tog på 3:56.

Tiltakene som må gjøres før full drift med krengetog Drammen - Kristiansand - Drammen igangsettes er som følger:

1. Full gjennomgang av hastighetsskilting med sanering/montering av nye skilt.

2. Kvalitetsklasse 2 for strekninger som får økt hastighet. Alle sporveksel justeres.
3. Sliping av skinner på strekninger med økt hastighet (kvalitetsklasse 2).
4. Hastigheten er redusert ved de planovergangene som ikke tilfredsstiller krav til sikt (fra «Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95).
5. Der innkoplingstiden for varselampene blir mindre enn 60 sekunder som følge av økt hastighet, flyttes innkoplingsfeltene slik at dette kravet blir overholdt. Dette vil også komme eksisterende togtrafikk til gode, da grensen på 60 sekunder brytes flere steder for dagens pluss-hastighet.
6. Flytting av forsignal (innkjør) vil bli gjennomført når hastigheten er større enn dagens pluss-hastighet og forsignalavstanden er mindre enn 800 meter. Forsignalene flyttes ut til en avstand på 1200 meter (nye regler). Det samme blir gjort for forsignal utkjør ved hjelp av gjennomsignalering (P-balise).
7. Det tas hensyn til krav for rykk og rampestigningshastighet. For gjennomkjøringsstid i sirkelkurver og rettlinjer blir det gjort tiltak etter det som står i kap. 1.4.1.

Kostnadene for minimumsalternativet blir da som følger:

Tiltak	Mengde	Enhetspris	Kostnad (mill.kr)
Tiltak 1: Hastighetsskilt			
Montering av nye hastighetsignal	318	1.000 kr/stk	0,32
Montering av nye skilt	64	3.000 kr/stk	0,19
Tiltak 2: Sporjustering			
Sporjustering	147 km	18.830 kr/km	2,77
Ballastfordeler	147 km	5.422 kr/km	0,80
Sporvekseljustering	117 stk	12.070 kr/stk	1,41
Pukksupplering	21950 m ³	155 kr/m ³	3,40
Tiltak 3: Sliping av skinner			
Sliping	81 km	19.850 kr/km	1,61
Tiltak 5: Flytting av innkoplingsfelt			
Innkoplingsfelt (planoverganger)	8 stk		0,60
Tiltak 6: Flytting av forsignal			
Innkjørsignal	6 stk		2,97
Utkjørsignal	6 stk		1,32
Tiltak 7: Tiltak horisontaltrasé			
Justering av horisontaltrasé			1,94
Kostnad			17,33
Ufordelte kostnader	15 %		2,60
Kostnad (inkl. ufordelte kostnader)			19,93
Offentlige avgifter	16 %		3,19
Sum			23,1 mill.kr

Kostnadene for sporjustering har tatt utgangspunkt i målvognkjøring høsten 1995. Det blir foreslått en generell økning fra kvalitetsklasse 3 til kvalitetsklasse 2 på de strekningene som får økt hastighet. Kvalitetsklasse 2 har en hastighetsstandard på 105 - 120 km/t. Med en maksimalhastighet på 130 km/t skulle dette være tilstrekkelig for store deler av strekningen. I tillegg må det påregnes mindre tiltak på overbygningen for å kunne heve kvaliteten fra K3 til K2.

Tabellen viser forholdsvis lave kostnader sett i lys av tidsbesparelsen som kan oppnås. I tillegg til kostnadene ovenfor må det påregnes økte vedlikeholdskostnader på sporjustering ved full drift med krengetog. Dette for å beholde en tilfredsstillende komfort. I tillegg kan det tenkes at det må gjennomføres flere enn 2 målvognkjøringer i året for å kontrollere standarden på sporet.

2.2.2 Kristiansand - Stavanger - Kristiansand

Kjøretiden Kristiansand - Stavanger - Kristiansand er beregnet til 2:32 med 4 % slakk og 5 stopp å 1 minutt. Dette gir 13 minutter redusert kjøretid i forhold til dagens raskeste tog på 2:45.

Tiltakene som må gjøres før full drift med krengetog Kristiansand - Stavanger - Kristiansand er de samme som beskrevet for strekningen Drammen - Kristiansand (kap. 2.2.1).

Kostnadene for minimumsalternativet blir da som følger:

Tiltak	Menge	Enhetspris	Kostnad (mill.kr)
Tiltak 1: Hastighetsskilt			
Montering av nye hastighetssignal	192 stk	1.000 kr/stk	0,19
Montering av nye skilt	10 stk	3.000 kr/stk	0,03
Tiltak 2: Sporjustering			
Sporjustering	161 km	18.830 kr/km	3,03
Ballastfordeler	161 km	5.422 kr/km	0,87
Sporvekselljustering	103 stk	12.070 kr/stk	1,24
Pukksupplering	24150 m ³	155 kr/m ³	3,74
Tiltak 3: Sliping av skinner			
Sliping	41 km	19.850 kr/km	0,81
Tiltak 5: Flytting av innkoplingsfelt			
Innkoplingsfelt (planoverganger)	0 stk		0
Tiltak 6: Flytting av forsignal			
Innkjøer	2 stk		0,99
Utkjøer	4 stk		0,95
Tiltak 7: Tiltak horisontaltrasé			
Justering av horisontaltrasé			4,81
Kostnad			16,66
Ufordelte kostnader	15 %		2,50
Kostnad (inkl. ufordelte kostnader)			19,16
Offentlige avgifter	16 %		3,07
Sum			22,2 mill.kr

Konklusjonen for denne strekningen blir den samme som for Drammen - Kristiansand - Drammen. Det må også for denne strekningen påregnes økte vedlikeholdskostnader.

2.2.3 Kjøretid Drammen - Stavanger - Drammen

Tabellen nedenfor viser en oversikt over kjøretider mellom de stasjonene som dagens ekspressstog stopper ved. Stasjonsoppholdet er satt til 1 minutt, og det er beregnet 4 % slakk i forhold til teoretisk kjøretid. Reduseres antall stopp, vil en spare 1 minutt i stasjonsopphold og 0,5 - 1 minutt i kjøretid for hvert stopp. Spart kjøretid vil være avhengig av hastigheten før og etter stasjonen, samt hastighetsnivået gjennom stasjonen. Kjøretiden tar hensyn til en frekvensøkning på 50 %.

september til like før jul. I denne perioden skal toget gå i rute med passasjerer fra Kristiansand om morgnen og tilbake om ettermiddagen. Beregnet kjøretid med «Togkjør» Oslo - Kristiansand - Oslo er 3:59 inkludert 4 % slakk og følgende stoppmønster:

- Lysaker (2 min)
- Drammen (2 min)
- Kongsberg (2 min)
- Bø (2 min)
- Nelaug (2 min)

Denne kjøretiden forutsetter følgende:

- Planoverganger uten sikringssystem hvor det ligger trelem i sporet blir definert som en usikra planovergang. For planoverganger uten trelem i sporet vil det ikke bli tatt hensyn til siktlengder. Dette har sammenheng med at planoverganger uten trelem er stengt for trafikk. En har dermed kontroll på disse stedene, siden en må kontakte NSB for å få innlagt trelem.
- Det blir tatt hensyn til innkoplings tid for varselampene ved planoverganger, slik at varslingstiden ikke blir mindre enn 60 sekunder. For de planovergangene som i dag har varslingstid under 60 sekunder vil en beholde dagens hastighet.

Erfaringene fra denne prøvekjøringen vil være viktig i det videre arbeidet med krengetog på Sørlandsbanen. Endelig sluttrapport vil være ferdig like etter avslutningen av prøvekjøringen i desember 1996.

For prøvekjøringen er det ikke tatt hensyn til krav for rykk og rampestigningshastighet. Heller ikke gjennomkjøringstid på minimum 2 sekund. Dette medfører dårligere komfort enn for alternativene i hovedplan for krengetog.

KM	Stasjon	DRAMMEN - STAVANGER		STAVANGER - DRAMMEN	
		Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid	Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid
52,9	Drammen	0:00	0:00	0:29	6:16
99,4	Kongsberg	0:29	0:29	0:01	5:47
99,4	Kongsberg	0:01	0:30	0:33	5:46
145,9	Nordagutu	0:33	1:03	0:01	5:13
145,9	Nordagutu	0:01	1:04	0:13	5:12
163,4	Bø	0:13	1:17	0:01	4:59
163,4	Bø	0:01	1:18	0:41	4:58
220,7	Neslandsvath	0:41	1:59	0:01	4:17
220,7	Neslandsvath	0:01	2:00	0:12	4:16
237,1	Gjerstad	0:12	2:12	0:01	4:04
237,1	Gjerstad	0:01	2:13	0:29	4:03
281,3	Nelaug	0:29	2:42	0:01	3:34
281,3	Nelaug	0:01	2:43	0:56	3:33
365,2	Kristiansand	0:56	3:39	0:05*	2:37
365,2	Kristiansand	0:05*	3:44	0:43	2:32
428,9	Snarremo	0:43	4:27	0:01	1:49
428,9	Snarremo	0:01	4:28	0:30	1:48
477,2	Moi	0:30	4:58	0:01	1:18
477,2	Moi	0:01	4:59	0:33	1:17
525,6	Egersund	0:33	5:32	0:01	0:44
525,6	Egersund	0:01	5:33	0:24	0:43
569,3	Bryne	0:24	5:57	0:01	0:19
569,3	Bryne	0:01	5:58	0:08	0:18
583,5	Sandnes	0:08	6:06	0:01	0:10
583,5	Sandnes	0:01	6:07	0:09	0:09
598,7	Stavanger	0:09	6:16	0:00	0:00

* Redusert oppholdesid på Kristiansand st til 5 minutter p.g.a. motorvognsett.

Totalt vil kjøretiden for Drammen - Stavanger - Drammen bli 6:16. Dagens kjøretid med tilsvarende stoppmønster er på 6:51 for raskeste tog. En reduserer da kjøretiden med 35 minutter. Kostnaden for å oppnå denne tidsbesparelsen er beregnet til ca. 45 mill.kr. Dersom det ikke settes krav til sikt ved de usikra planovergangene, vil en kunne redusere kjøretiden ytterligere 22 minutter. Dette vil også medføre noe økning i kostnader for sporjustering, og flytting av innkoplingsfelt for planoverganger og forsignal.

2.2.4 Prøvekjøring med X2 høsten 1996

For å vinne erfaringer med drift av krengetog er det planlagt prøvekjøring med X2 høsten 1996 mellom Oslo og Kristiansand. Prøveperioden er planlagt fra slutten av

2.3 Maksimalalternativet

2.3.1 Generelt

I minimumsalternativet vil en ikke utnytte krengeteknologien fullt ut. Flere steder vil hastigheten være lik dagens plussshastighet. Maksimalalternativet inneholder de tiltak som må gjennomføres for å få en full utnyttelse av krengeteknologien. Som utgangspunkt for hovedplanen er eksisterende horisontal- og vertikalkurvatur lagt til grunn. Planen viser dermed den maksimale utnyttelsen av dagens kurvatur. I tillegg er maksimal hastighet satt lik 160 km/t. Dette har sammenheng med at tidsgevinsten er liten ved å heve hastigheten opp mot 200 km/t, samtidig som kostnadene blir svært høye (nytt kl-anlegg, overbygning etc.). Ved å øke hastigheten fra 160 til 200 km/t trenger man en strekning på 13 km før man har spart 1 minutt.

Hovedplanen er delt opp i ulike parseller for å kunne gjennomføre en intern prioritering. Oppdeling Drammen - Hokksund er gjort for å få med fellesstrekningen for Sørlandsbanen og Bergensbanen. Oppdeling ved Skorstøl er gjort for å ta høyde for en framtidig sammenkopling med Vestfoldbanen. Ellers følger inndelingen sonegrensene, med unntak av Jærbanen som er skilt ut som egen parsell. For hver parsell blir det beregnet kostnader pr innspart minutt/kostnader pr innspart personminutt som fører frem til en rangering mellom parsellene. Større tiltak er definert som «*Egne prosjekter*» der kostnadene er skilt ut, mens pågående prosjekter som har betydning for kjørhastigheten er definert som «*Andre prosjekter*». For hovedplanen brukes det følgende parseller:

- Drammen - Hokksund
- Hokksund - Nordagutu
- Nordagutu - Skorstøl
- Skorstøl - Nelaug
- Nelaug - Kristiansand
- Kristiansand - Egersund
- Egersund - Stavanger

Rangeringen vil føre til en prioritering mot økning av de laveste hastighetene. Tilsvarende vil parseller med hastigheter over 130 km/t bli nedprioritert, siden kostnadene da blir forholdsvis høye og den innsparte tiden reduseres fordi det må tas hensyn til akselerasjon og retardasjon.

Hovedplanen inneholder ikke forslag til tiltak/utskifting av kontaktledningsanlegget. Hovedlyngden av de strekningene som det er aktuelt å skifte ut kl-anlegg p.g.a. hastighet, ligger innenfor andre hovedplaner. Dette gjelder Drammen - Kongsberg og Ognå - Sandnes. En eventuell utskifting må ses i sammenheng med disse planene.

Det er antatt at kl-anlegget vil kunne trafikkeres med 150 km/t for system 35, og 160 km/t for system 20B (en strømvatager). Mellom Lunde og Neslandsvatn antas det at system 20B er ferdig utbygd til 1999. På strekningene Drammen - Kongsberg, Ognå - Sandnes og noen andre partier er maksimal hastighet satt til 150 km/t, selv om det er mulig å øke hastigheten til 155 - 160 km/t ut fra kurvaturen. Først når materiellet, som skal brukes på Sørlandsbanen, er testet på eksisterende kl-anlegg kan en få svar på om hastigheten kan heves til 160 km/t. Men p.g.a. denne usikkerheten bruker en 150 km/t på disse strekningene. Andre tiltak som f.eks. forsignalsavstand vil bli dimensjonert etter det kurvaturen maksimalt tillater (hastigheter opp mot 160 km/t). Dermed er det tatt høyde for en hastighetsøkning utover 150 km/t. Økning av hastigheter over 130 km/t er bare gjort der man har sammenhengende strekning på over 4 - 5 km. Dette fordi at gevinsten ved korte parseller blir svært liten p.g.a. akselerasjon og retardasjon.

Nedenfor presenteres tiltakene for hver parsell. Tiltakene er presentert på kart sammen med hastighetsprofilen. For tiltak som strekker seg over lengre strekninger, er det bare vist ytterpunktene. P.g.a. plassproblemer er avstanden mellom ytterpunktene i enkelte titeller lengre enn selve tiltaket. Dette har sammenheng med at tiltakene skal gjennomføres på flere korte partier mellom ytterpunktene. Etter hver parsell er det en oppsummering over kostnader og tiltak.

Alle vedlegg er samlet i et eget vedleggshette. I vedleggshettet er det en detaljert oversikt over alle tiltak og kostnader. Det finnes også oversikt over de planovergangene som er foreslått nedlagt. Det har ikke latt seg gjøre å vise planovergangene på kartutsnittene p.g.a. plassproblemer.

2.3.2 Nedleggelse av planoverganger

Nedleggelse av planoverganger blir en stor investeringskostnad ved innføring av krengetog. Kostnadene er tatt fra arbeidet med hovedplan for nedleggelse av planoverganger på Sørlandsbanen. Mellom Kongsberg og Skorstøl er det beregnet en gjennomsnittspris pr. planovergang på 0,23 mill.kr (enhetskostnad eks. offentlige avgifter), ut fra de strekningene som er kostnadsberegnet. Strekingen Kongsberg - Skorstøl omfattes ikke av hovedplan for nedleggelse av planoverganger.

I utgangspunktet er det foreslått planskifte løsninger ved nedleggelse av planoverganger. Dette kan være bygging av samleveger, kjøp av areal, utnyttelse av eksisterende under-/overganger eller bygging av nye under-/overganger. Det er foreslått å bygge 15 under-/overganger for de planovergangene som må nedlegges p.g.a. dårlig sikt for kryssende trafikk (Drammen - Kongsberg og Skorstøl - Stavanger). Dette viser at det i all hovedtrekk er valgt andre løsninger enn bygging av nye under-/overganger.

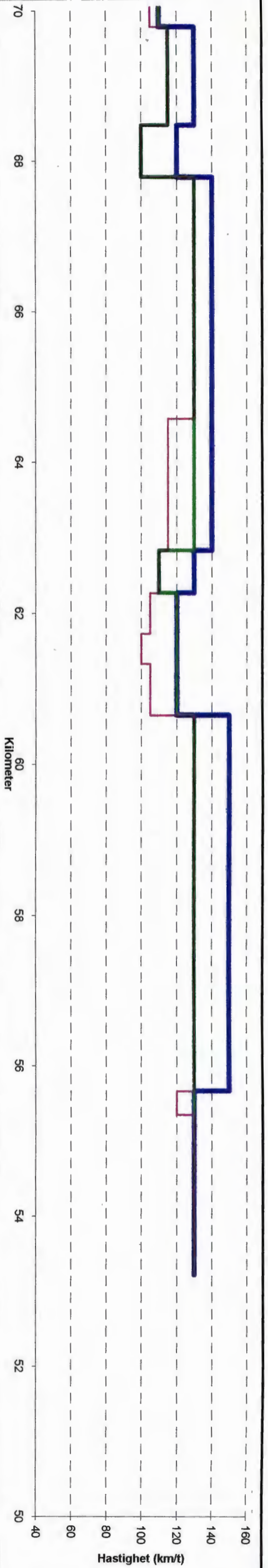
For strekningen Kongsberg - Skorstøl er det ikke foreslått detaljerte løsninger. Men det foreslås samme strategien for denne strekningen. Det vil også kunne tenkes at det bygges noen få heibomanlegg på denne strekningen, dersom det kostnadsmessig er den beste løsningen. Det vises forøvrig til hovedplan for nedleggelse av planoverganger i BrS.

2.3.3 Kostnadsberegning

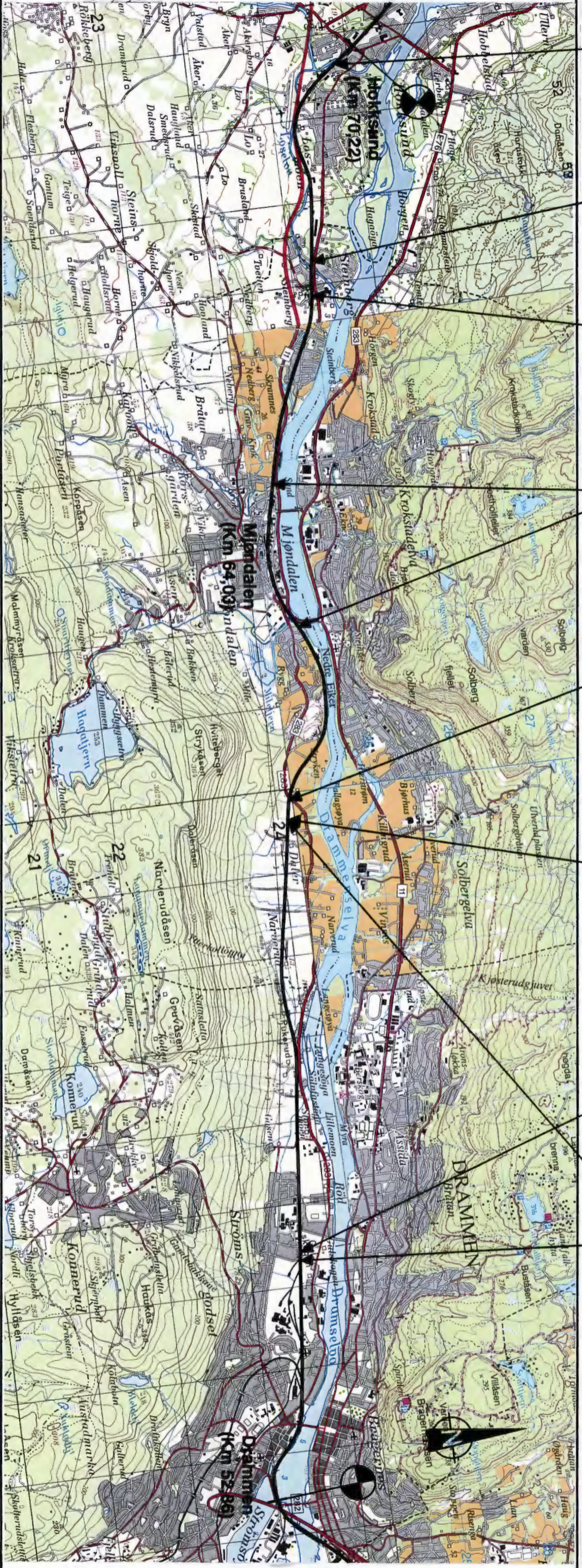
Kostnadsoverslaget ligger innenfor kravet til usikkerhet for hovedplaner, +/- 20 %. Enhetskostnadene (*eksklusiv offentlige avgifter*) for hovedplanen er sammenstilt i tabellen nedenfor. De følgende kapitlene viser kostnadsoverslaget. Kostnadene vil i flere tilfeller være forskjellig fra det mengden og enhetsprisen tilsier. Dette har sammenheng med at annet arbeid også er inkludert i kostnaden.

Verdien for ufordelte kostnader, på 15 %, er satt relativ lav i forhold til plannivået. Dette har sammenheng med at en stor del av kostnadene er beregnet på detaljnivå, noe som gjør at vi har en lavere usikkerhet enn +/- 20 %. Det har ikke latt seg gjøre å beregne kostnadene på et grovere nivå, siden hele hovedplanen består av et sett av mange små tiltak. Kostnadene for prosjektering, rigg, bygninger og generelle driftskostnader er innbakt i enhetskostnadene.

Prosess	Forklaring	Enhetspris
Fjerne sporveksel	Nye skinner, samt justere og pakke sporet	100.000 kr/stk
Ny sporveksel	To drivmaskiner	750.000 kr/stk
Ny bru, kort spenn (< 8,6 m)	Riving og tilrigging Betongtrau	40.000 kr/stk + 30.000 kr/lm
Ny bru, langt spenn (8,6 m - 15 m)	Riving tilrigging Betongtrau	50.000 kr/stk + 50.000 kr/lm
Glideskjøt		350.000 kr/stk
Svilllebytte		1083 kr/lm
Skinnebytte		730 kr/lm
Justering av horisontaltrasè	Tilrigging	50.000 kr/stk + 200 kr/lm
Flytting av forsignal	Signal, baliser m.m.	109.000 kr/stk
Tiltak veksel 130 - 160 km/t	1 ekstra drivmaskin	98.000 kr/stk
Tiltak veksel 160 km/t	1 ekstra drivmaskin (direkte låsing)	159.000 kr/stk
Fremskutt forsignal (fiktivt)	Nye baliser m.m.	53.000 kr/stk
Prefix baliser	Ved eksisterende forsignal	68.000 kr/stk
Lenkingsbaliser	Baliser m.m.	26.000 kr/stk
Markeringsstolpe	For ATC-punkt	1.300 kr/stk
Kabel og kabelkanal	Legging av kabel og kabelkanal	430 kr/lm
Hastighetsskilt		3.000 kr/stk
Nye hastighetssignal for krengetog	Festes på eksisterende hastighetsskilt	1.000 kr/stk
Ballastrensing		640 kr/lm
Sliping av skinner		19.850 kr/km
Sporjustering		18.830 kr/km
Ballastfordeler		5.422 kr/km
Sporvekseljustering		12.070 kr/stk
Supplering av pukk		155 kr/m ³
Offentlige avgifter		16 %



- Skifte sporveksel (Km 69,95)
- Fjerne sporveksel ved Km 67,33
- Flytte forsignaler ved Steinberg st.
- Fjerne bruer og legge ned rør (Km 62,86 og 64,58)
- Flytte innkoplingsfelt for helbomanlegg (Km 60,55)
- Flytte forsignaler og skifte sporvekslere ved Daler st.
- Fjerne sporveksel ved Km 56,14
- Skinnesveibebalastrensing 5000 m (Km 55,66 - 60,94)



Tegnforklaring

- Trase i dagen
- Trase i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

Parsell: Drammen - Høkkusund

Hovedplan for Krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Drammen - Høkkusund

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000

2.3.4 Drammen - Hokksund (km 52,86 - 70,22)

Horisontalkurvatur

For strekningen Drammen - Gulskogen (km 55,790) vises det til egen hovedplan med $V_{dim} = 160$ km/t. Fra Gulskogen vil hastigheten heves til 150 km/t (160 km/t dersom en får positive målinger på kl-anlegg) frem til km 60,940, og km 62,825 - 67,790 vil hastigheten være 140 km/t. Utenom disse partiene vil hastigheten ligge mellom 120 - 130 km/t.

Planoverganger

Det er i dag totalt 29 planoverganger på strekningen. 20 planoverganger nedlegges som følge av hastigheter over 130 km/t, og 1 helbomanlegg beholdes. 2 planoverganger sikret med varselampe foreslås fjernet fordi kostnadene ved å nedlegge disse planovergangene er lavere enn å flytte innkopplingsfeltene. 6 planoverganger nedlegges som følge av krav til siktlengder.

Banetekniske tiltak

To stålbruer fra århundreskiftet rives, og det legges ned rør og fylles igjen.

Sporveksel ved Gulskogen cellulose (km 56,143) og Loe (km 67,633) fjernes, og sporveksel ved Teigen (km 69,950) og Daler st (2 stk) skiftes ut.

Det må foretas ballastrensing og skinnebytte på strekningen. En sirkekurve foreslås forlengt.

Kontaktledningsanlegg

Det blir utført utvidet hovedrevisjon på strekningen i løpet av 1996. Dette vil gi en sannsynlig hastighetsstandard på 150 km/t med en strømvatner.

Sikringsanlegg

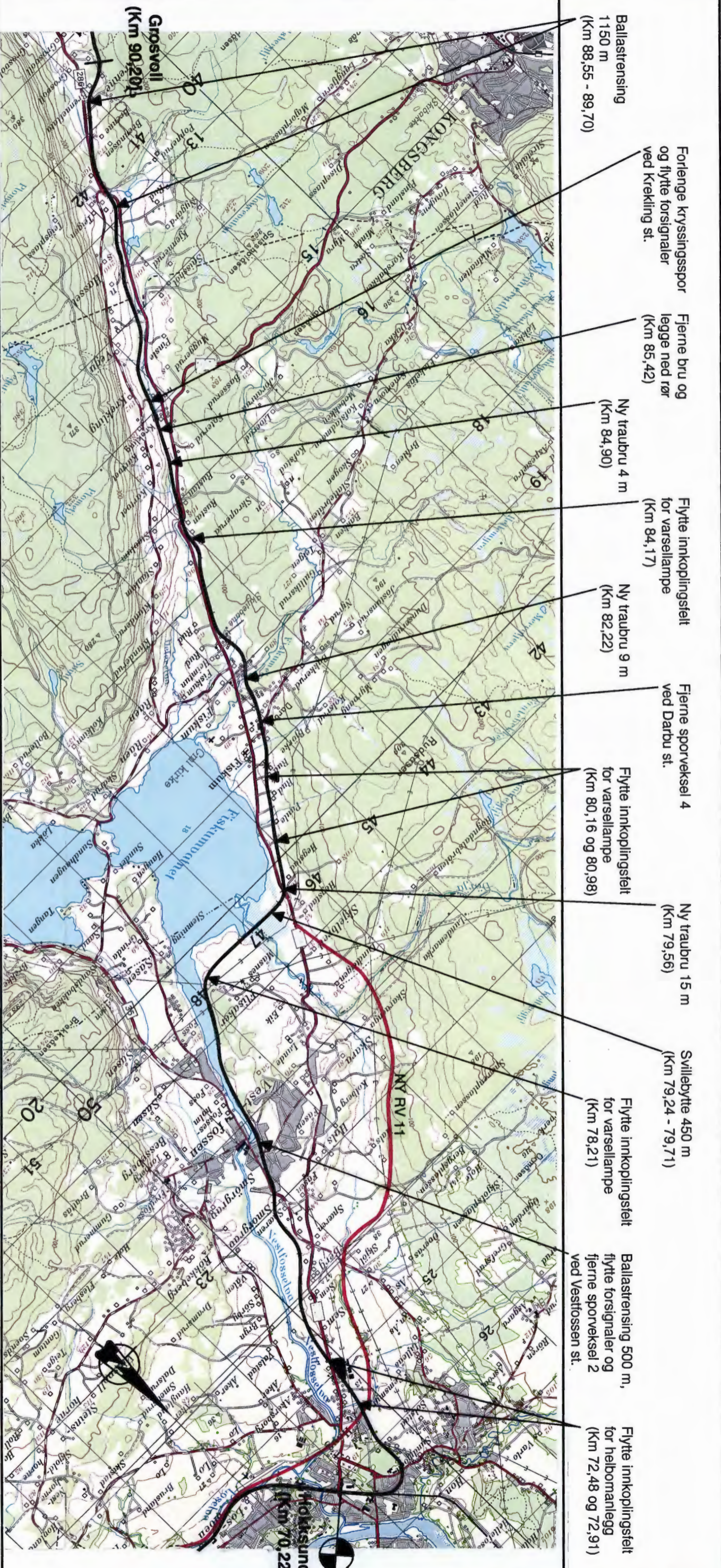
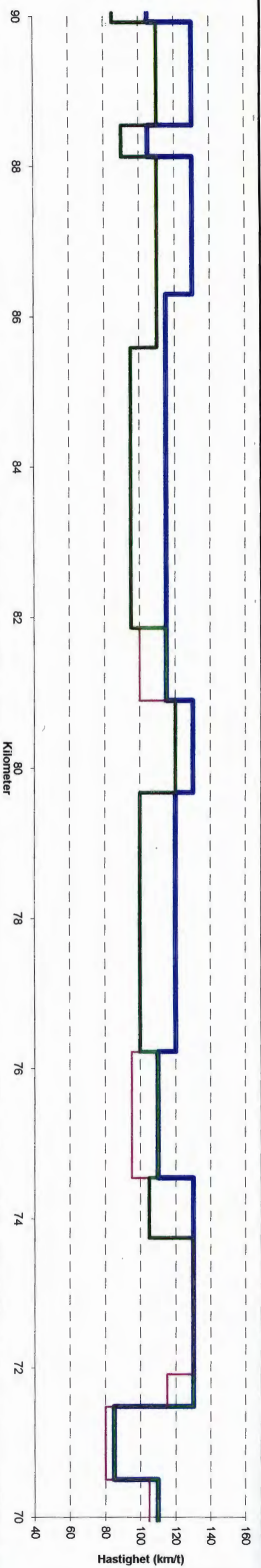
Det må gjøres tiltak på 8 forsignal for innkjør og utkjør p.g.a. økt hastighet. I tillegg må innkopplingsfeltene for en planovergang flyttes. 7 sporveksel må få ekstra drivmaskin.

Andre prosjekter

Mellom Drammen st og Gulskogen st bygges det dobbeltspor med $V_{dim} = 160$ km/t ved gjennomføring av hovedplan for dobbeltspor Drammen - Gulskogen samtidig som en får to gjennomgående spor uten avvik gjennom Drammen st. Dette fører til at hastigheten kan heves gjennom Drammen st fra 40 km/t til 65 km/t. Tiltaket vil også føre til forbedret kapasitet mellom Drammen st og Gulskogen st.

KOSTNADER (Drammen - Hokksund)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemeter/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	6 stk	5.130
Nedleggelse av planovergang med varselampe	2 stk	374
Nedleggelse av planoverganger ($V > 130$ km/t)	20 stk	21.870
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	2 stk	6
Nye hastighetssignal	18 stk	18
Ballastrensing	5280 m	3.379
Nye traubruer (< 8,6 m)		
Nye traubruer (< 15 m)	2 stk	1.920
Skinnebytte	6041 m	4.410
Svilllebytte		
Fjerne sporveksel	2 stk	200
Skifte sporveksel	3 stk	2.250
Justering av horisontaltrasè		75
Diverse		0
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	4 stk	4.107
Flytting av forsignal (utkjør)	4 stk	701
Flytting av innkopplingsfelt for sikra planoverganger	2 stk	534
Ekstra drivmaskin	7 stk	588
Sum kostnader		45.562
Ufordelte kostnader	15 %	6.834
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		52.396
Offentlige avgifter	16 %	8.383
Totale kostnader		60.779



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Ekisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

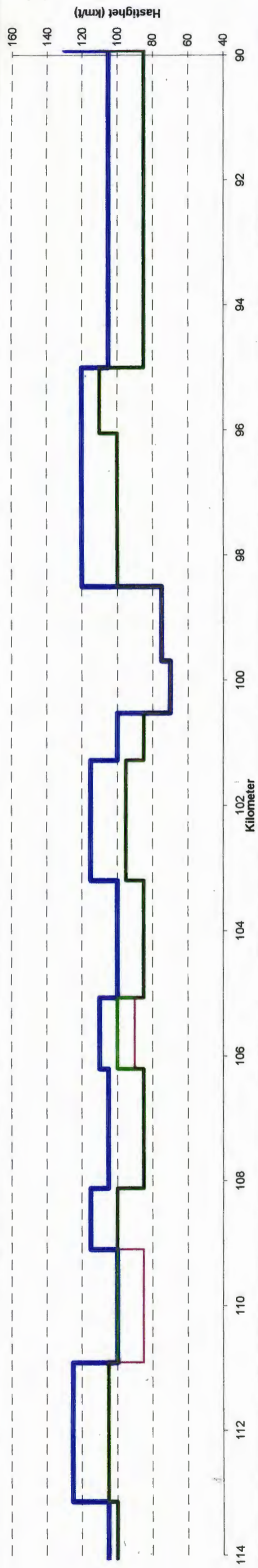
Parsell: Høksund - Nordagutu

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Høksund - Grosvoll

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler ved Meheia st.

Flytte forsignaler ved Saggrenda st.

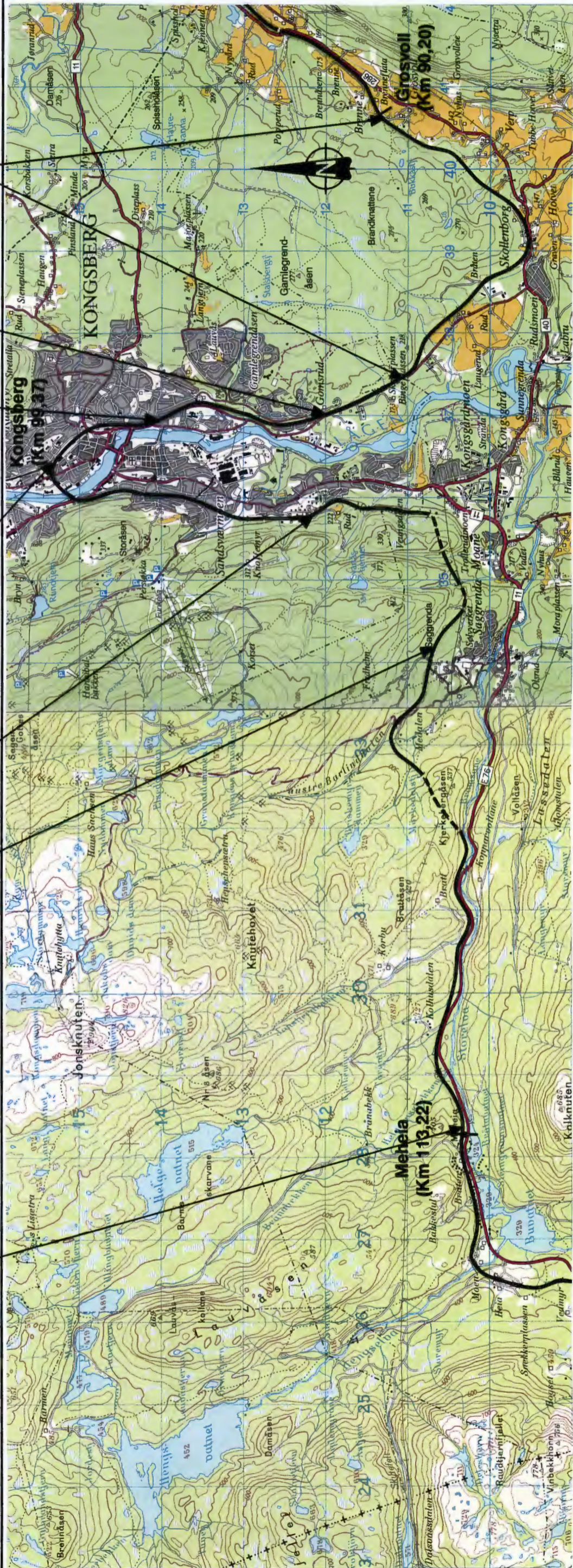
Flytte innkodingsfelt for halvbananlegg (Km 102,98)

Flytte forsignaler ved Kongsberg st.

Flytte innkodingsfelt for halvbananlegg (Km 98,35)

Flytte innkodingsfelt for varsellampe (Km 96,12)

Partier med skinnebytte 1300 m (Km 90,45 - 95,00)



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

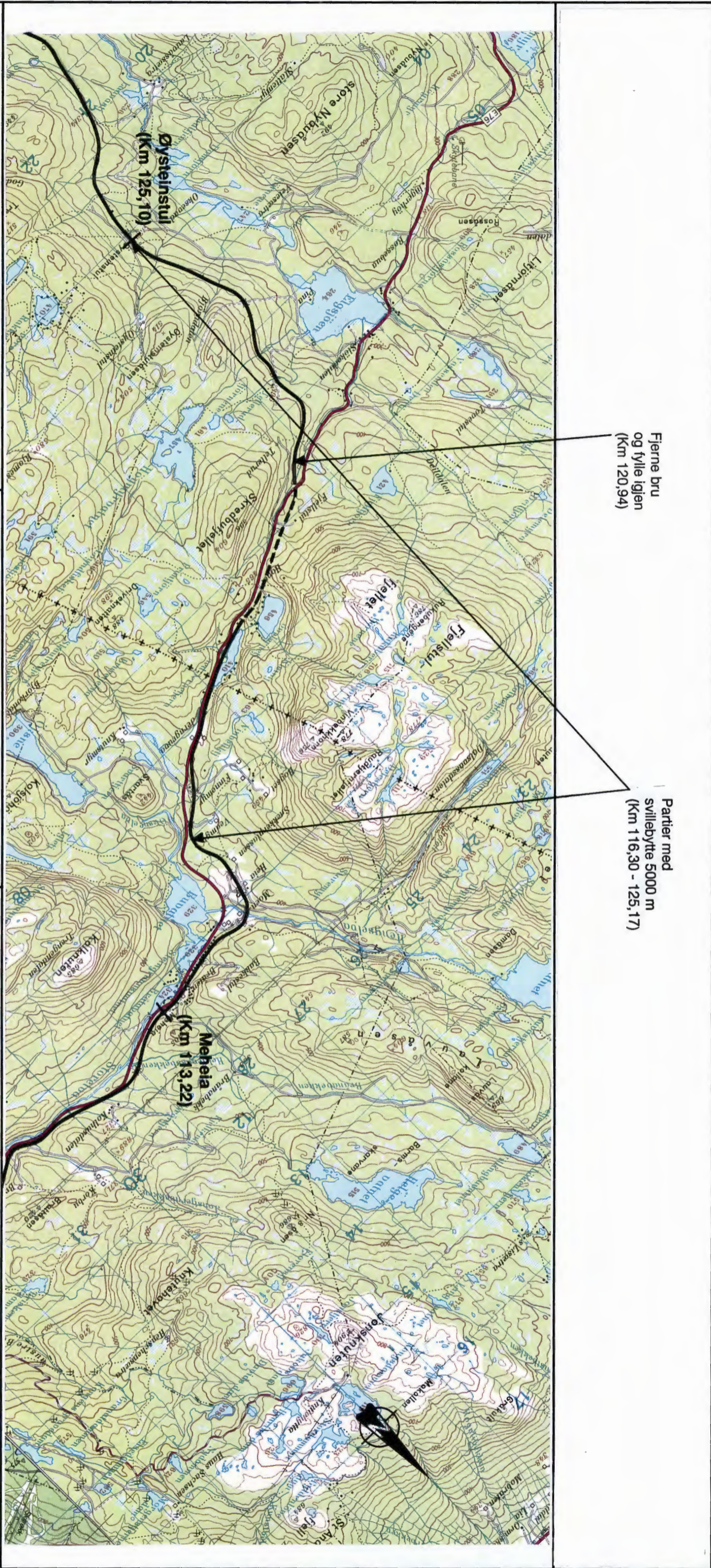
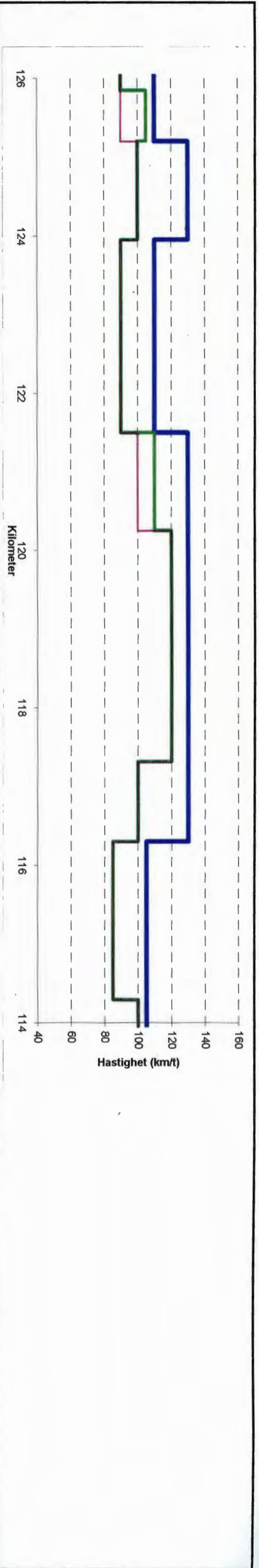
Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Hokksund - Nordagutu

Strekning: Grosvoll - Meheia

Målestokk: 1:50.000



Tegnforklaring

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet
- Trasé i dagen
- - - Trasé i tunnel

NSB Bane Region Sør

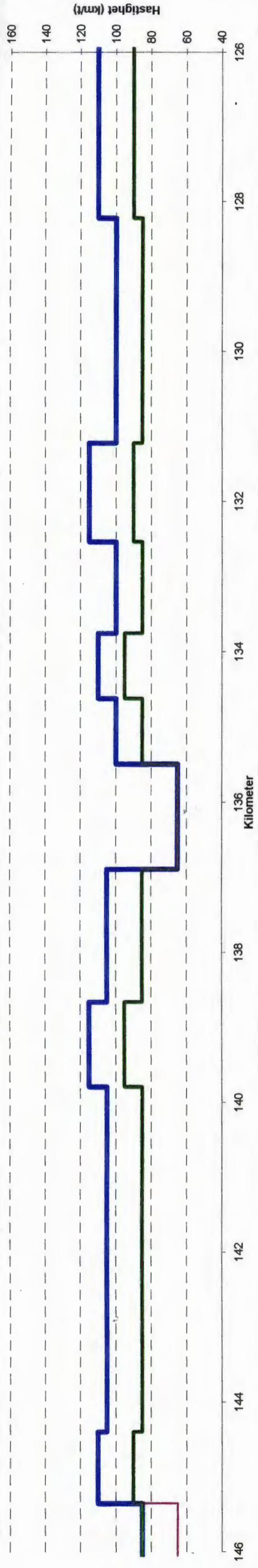
Parsell: Hokksund - Nordagutu

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Meheia - Øysteinstul

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



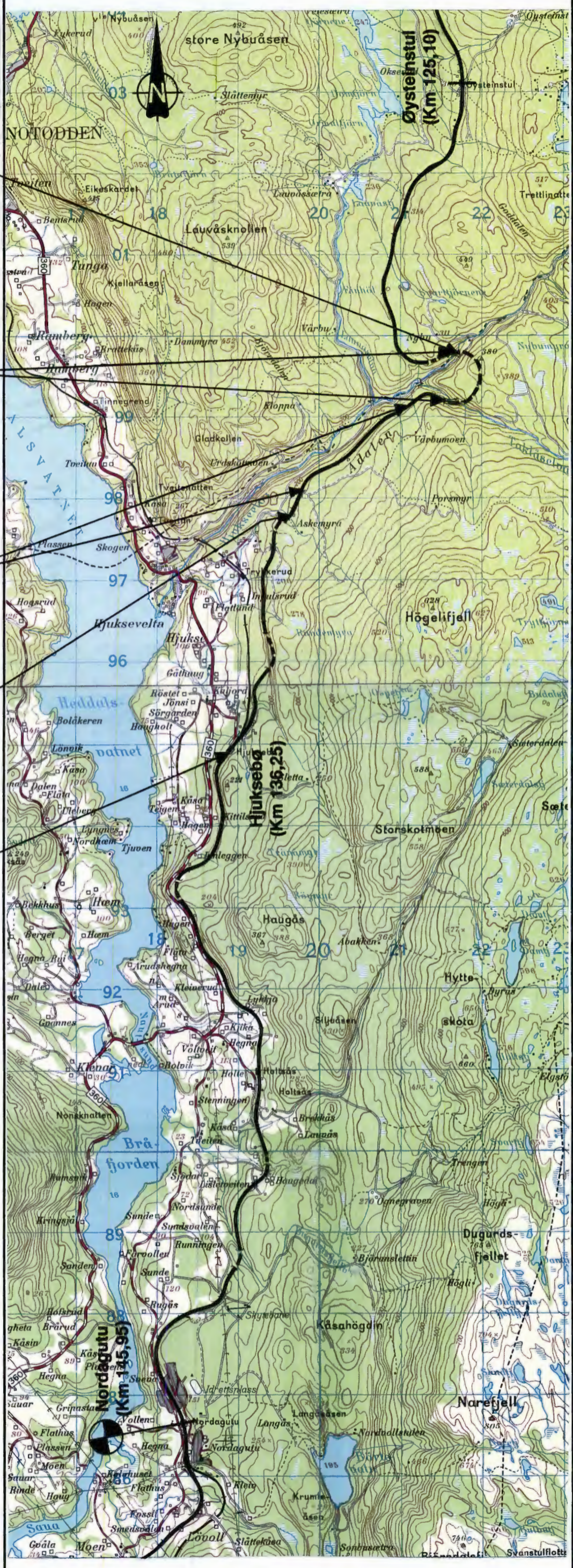
Ombygging av Hjuksebø hp. (Km 131,12 og 132,77)

Ny traubru 4m (Km 133,15)

Fjerne bru og fyller igjen (Km 131,12 og 132,77)

Ballastrensing Kolset tunnel (Km 129,20 - 130,50)

Skifte glideskjøt ved Nybu bru (Km 129,40)



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- - - - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Hokksund - Nordagutu

Strekning: Øysteinstul - Nordagutu

Målestokk: 1:50.000

2.3.5 Hokksund - Nordagutu (km 70,22 - 145,95)

Horisontalkurvatur

Strekningen har svært skiftende kurvatur. Like etter Hokksund st ligger «Sundmokurven» med en radie på 250 meter. Hastighetsnivået er her 85 km/t for krengetog. Fra km 71,48 - 73,745 er det mulig å heve hastigheten til 140 - 150 km/t (160 km/t dersom positive målinger på Kl-anlegget). Men strekningen er for kort til at en oppnår noen kjøretidsgevinst. Hastigheten settes til 130 km/t på denne strekningen. Videre fram til Kongsberg vil hastigheten ligge mellom 105 - 130 km/t. For Kongsberg st vises det til egen hovedplan.

Etter Kongsberg st vil hastighetsnivået ligge like over 100 km/t, med enkelte partier opp mot 130 km/t. Fra km 117,319 - 121,494 er det mulig å øke hastigheten utover 130 km/t, men strekningen anses for kort til dette. Ved Hjukesebø st er det utført et mulighetsstudie for å heve hastigheten fra 65 km/t til 105 km/t. Se ellers under egne prosjekter.

Planoverganger

Det er i dag totalt 101 planoverganger på strekningen. 79 planoverganger foreslås nedlagt p.g.a. dårlig sikt for kryssende trafikk. 1 planovergang med varsellampe nedlegges p.g.a. at kostnadene for nedleggelse er lavere enn flytting av innkoplingsfeltene.

Banetekniske tiltak

Fire stålbruere foreslås utskiftet med traubruere, samt at en glideskjøt skiftes. 4 bruere foreslås fjernet og fylt igjen.

Sporveksel ved Vestfossen (km 76,2) og Darbu (km 81,67) fjernes.

Generelt må det foretas mye skinne- og svillebytte, samt ballastrensing. I tillegg gjennomføres det noe drenering for å unngå telehiv. Horisontalttraséen foreslås justert flere steder.

Kontaktledningsanlegg

Det blir utført utvidet hovedrevisjon på strekningen Hokksund - Kongsberg i løpet av 1997. Dette vil gi en sannsynlig hastighetsstandard på 150 km/t med en strømvatlag. For resten av strekningen antas Kl-anlegget å være tilfredsstillende.

Sikringsanlegg

16 forsignaler for innkjør/utkjør må flyttes, samt 18 innkoplingsfelt for planoverganger. Det er ikke nødvendig med ekstra drivmaskiner på parsellen.

Egne prosjekter

For kryssingssporet ved Krekking st (km 85,76) foreslås det en ombygging for å unngå kurveveksel. Sporveksel 2 flyttes 140 m mot kilometerretningen slik at vekselen blir plassert på rettløp. Sporveksel 1 foreslås flyttet 250 meter i samme retning (til rettløp), noe som medfører at kryssingssporet forlenges 110 meter. I tillegg bør det foretas en kurvetretting sammen med forlengelsen av kryssingssporet ved km 85,338 - 85,712. Dette vil gi en bedre kurvatur. Det må legges ned et lengre rør ved km 85,418, slik at elva kan krysses med dobbeltspor. Tilsvarende tiltak for hovedsporet (bru blir fjernet og det legges ned rør) er inkludert under kostnadene for parsellen. Tiltaket er kostnadsberegnet til **5,0 mill.kr.** Den nye lengden på kryssingssporet blir 670 meter, noe som muliggjør kryssing med lange godstog.

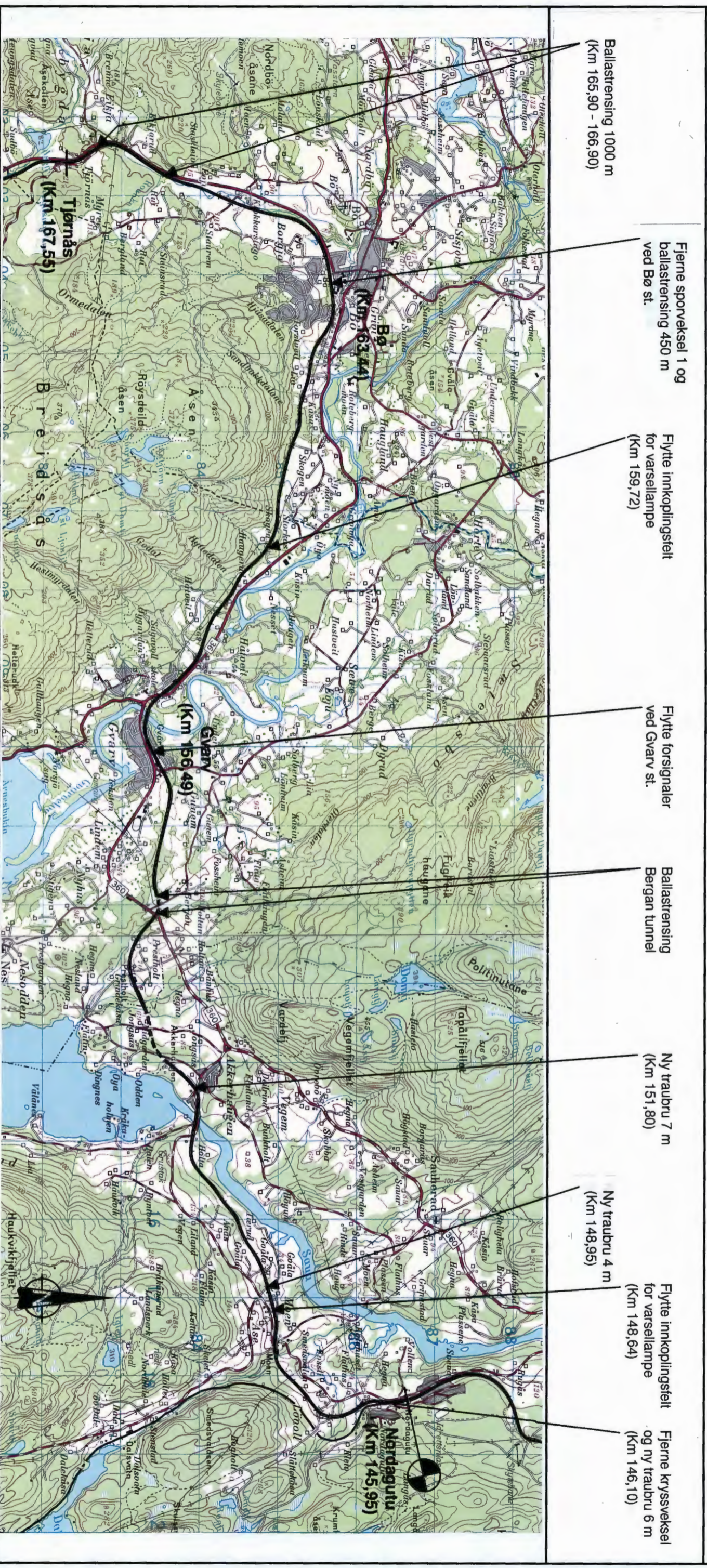
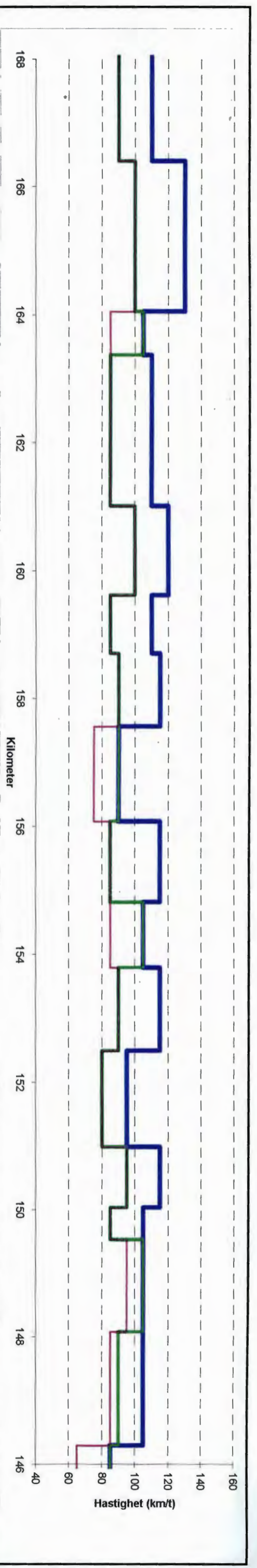
Det er foreslått en ombygging av Hjukesebø st for å få øke gjennomkjøringshastigheten. Dagens hastighet er 65 km/t, p.g.a. at det kjøres i avvik i sporveksel. I tillegg er det en kryssveksel i hovedsporet som er ønskelig å fjerne. Prosjektet gir en ny gjennomkjøringshastighet på 105 km/t for krengetog, og er kostnadsberegnet til **6,0 mill.kr.** Prosjektet medfører også at flere korte sirkelkurver blir fjernet. En egen hovedplan vil kunne belyse problemet nærmere.

Andre prosjekter

Ombygging av Kongsberg st vil gi gjennomgående spor uten avvik. Maksimal hastighet er i dag 40 km/t, p.g.a. at det kjøres i avvik i kryssveksel. Denne hastigheten kan heves til 60 km/t etter ombygging.

KOSTNADER (Hokksund - Nordagutu)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemetere/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	79 stk	16.779
Nedleggelse av planovergang med varsellampe	1 stk	168
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	6 stk	18
Nye hastighetssignal	80 stk	80
Ballastrensing	2850 m	1.835
Nye traubruer (< 8,6 m)	2 stk	750
Nye traubruer (< 15 m)	2 stk	1.300
Skinnebytte	4365 m	3.703
Svillebytte	9300 m	10.073
Fjerne sporveksel	2 stk	200
Ny glideskjøt	1 stk	350
Justering av horisontaltrasé		421
Diverse (bl.a. gjennomfylling av 4 bruere)		1.478
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	10 stk	5.038
Flytting av forsignal (utkjør)	6 stk	870
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	18 stk	1.342
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum kostnader		44.405
Ufordelte kostnader	15 %	6.661
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		51.066
Offentlige avgifter	16 %	8.171
Totale kostnader		59.236



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Ekisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

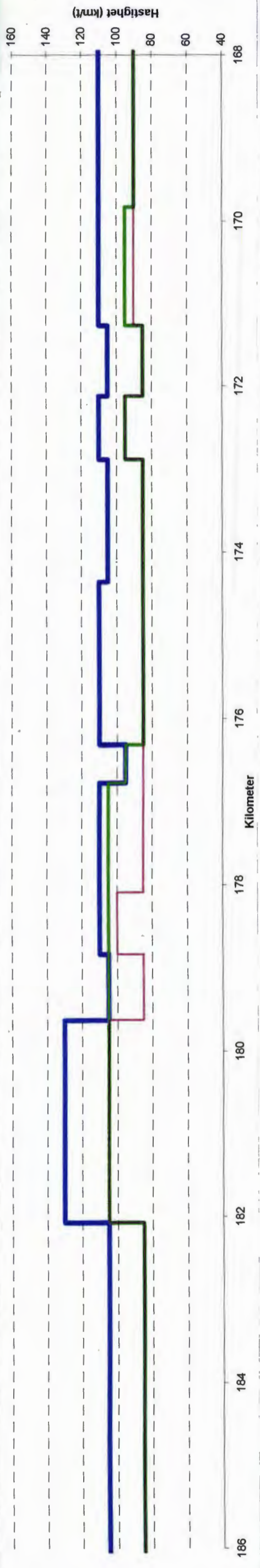
Parsell: Nordagutu - Skorstøl

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

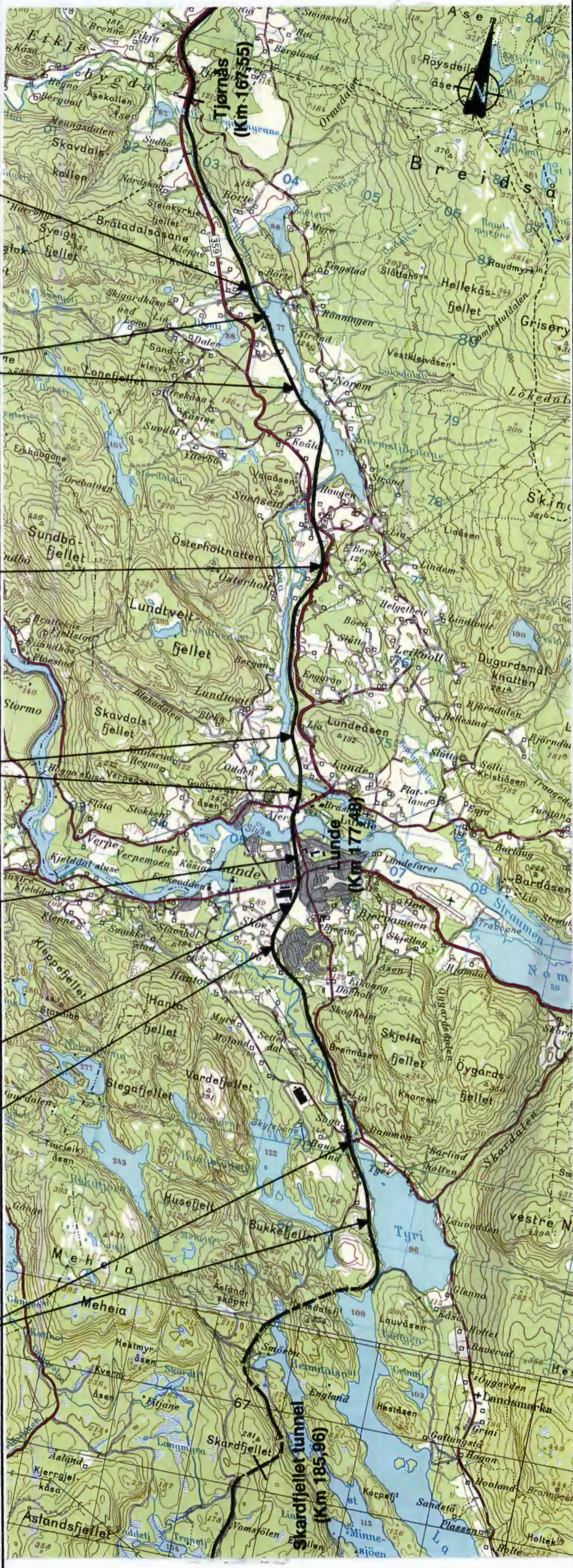
Strekning: Nordagutu - Tjørnås

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Ny traubru 10 m (Km 170,11)
 Ballastrensing 1000 m (Km 170,50-171,55)
 Flytte innkoplingsfelt for varsellampe (Km 173,85)
 Ballastrensing 700 m (Km 175,90 - 176,80)
 Flytte forsignaler ved Lunde st.
 Ballastrensing 350 m (Km 177,65 - 178,00)
 Ballastrensing 450 m (Km 178,15 - 178,60)
 Etablere 1000 m linjegrøft (Km 180,88 - 181,90)



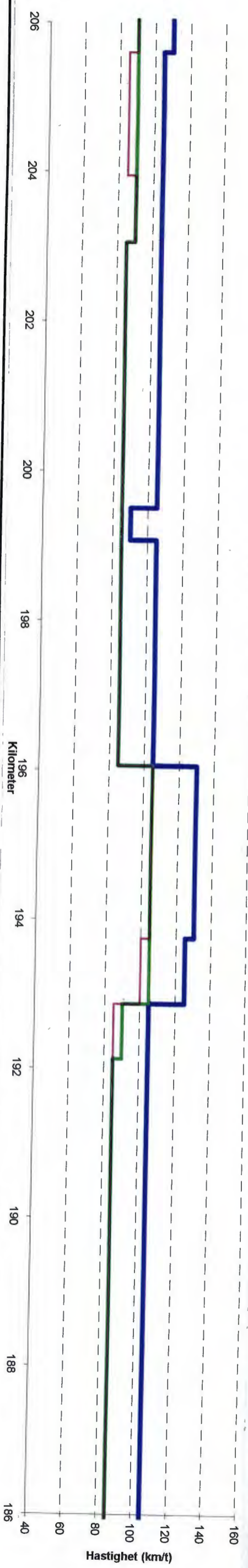
Tegnforklaring
 - - - - - Trase i dagen
 - - - - - Trase i tunnel

- - - - - Eksisterende hastighet
 - - - - - Minimumsalternativet
 - - - - - Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør
Parsell: Nordagutu - Skorstøl

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen
 Strekning: Tjørnås - Skardfjellet tunnel

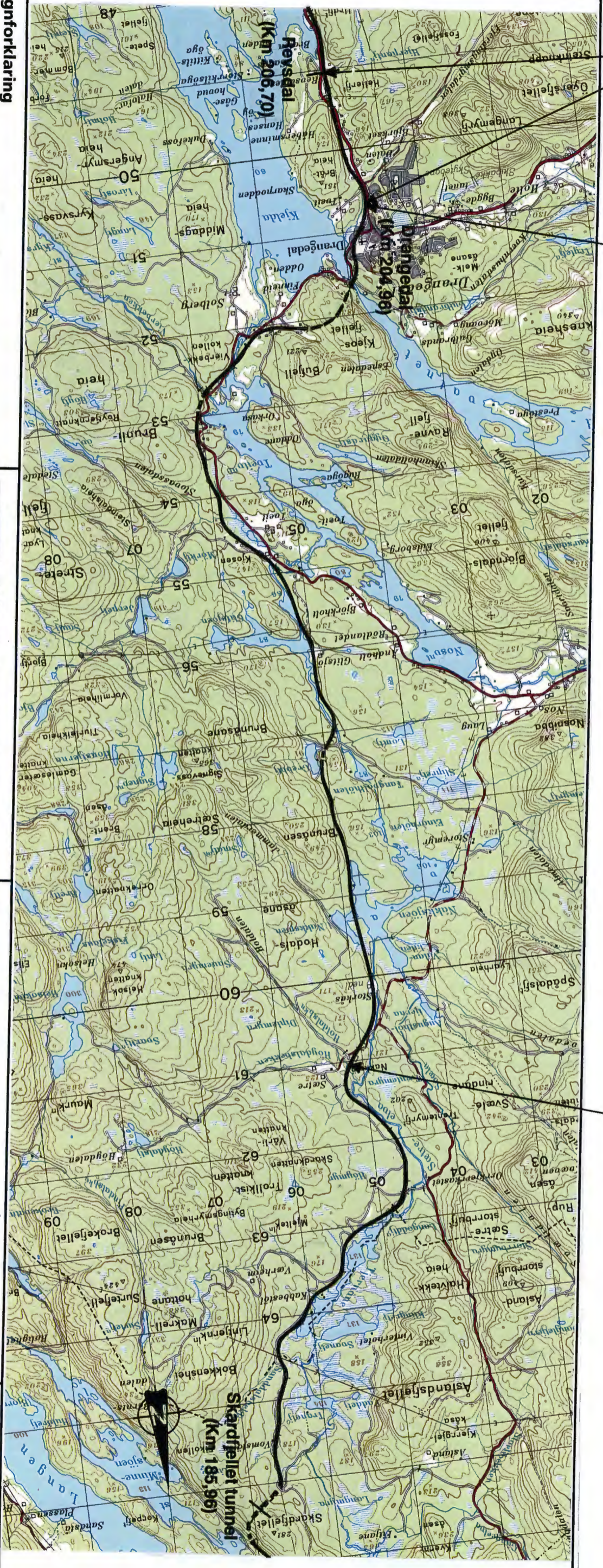
Dato: 15.05.1996
 Målestokk: 1:50.000



Svillabyte 1700 m
(Km 205,00 - 206,70)

Fjerne sporveksel 3 og 6
ved Drangedal st.

Fjerne bru og
legge ned rør
(Km 192,86)



Tegnforklaring

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet
- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel

NSB Bane Region Sør

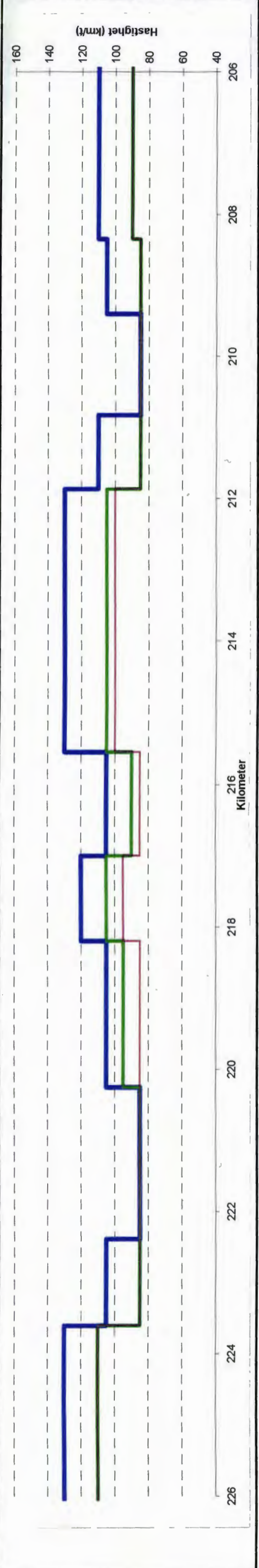
Parsell: Nordagutu - Skorstøl

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Skardfjellet tunnel - Revsdal

Dato: 15.05 1996

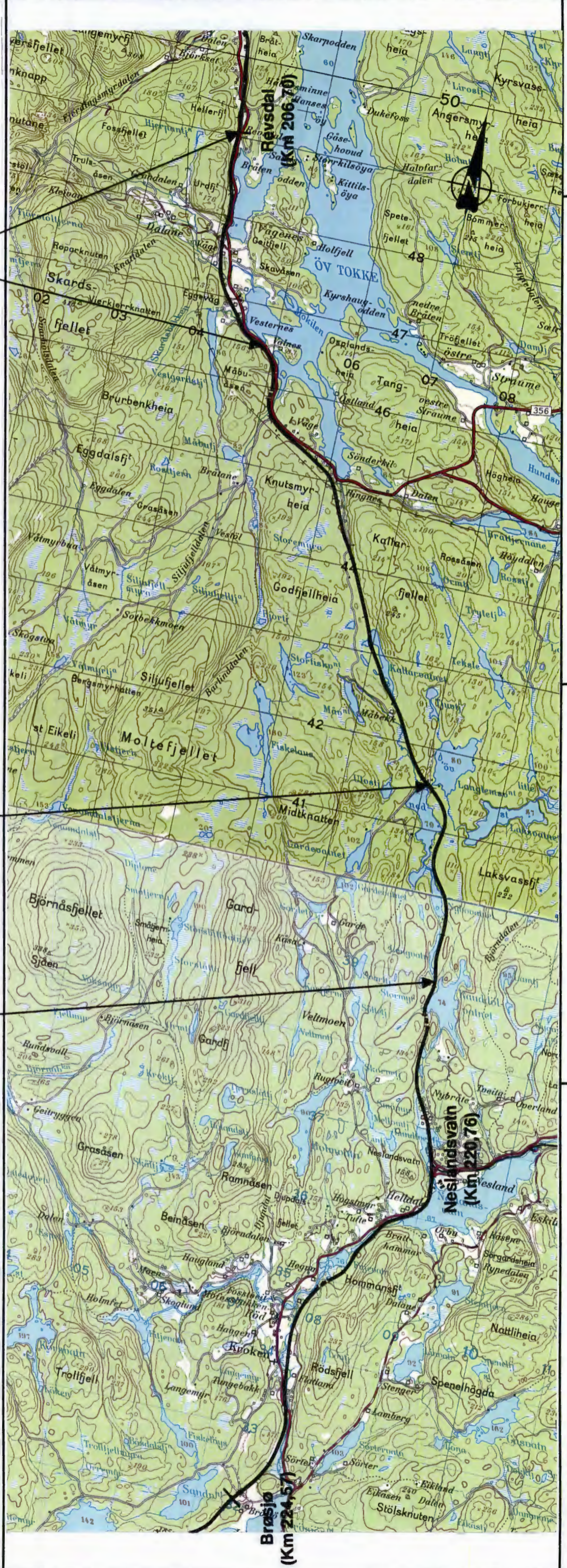
Målestokk: 1:50.000



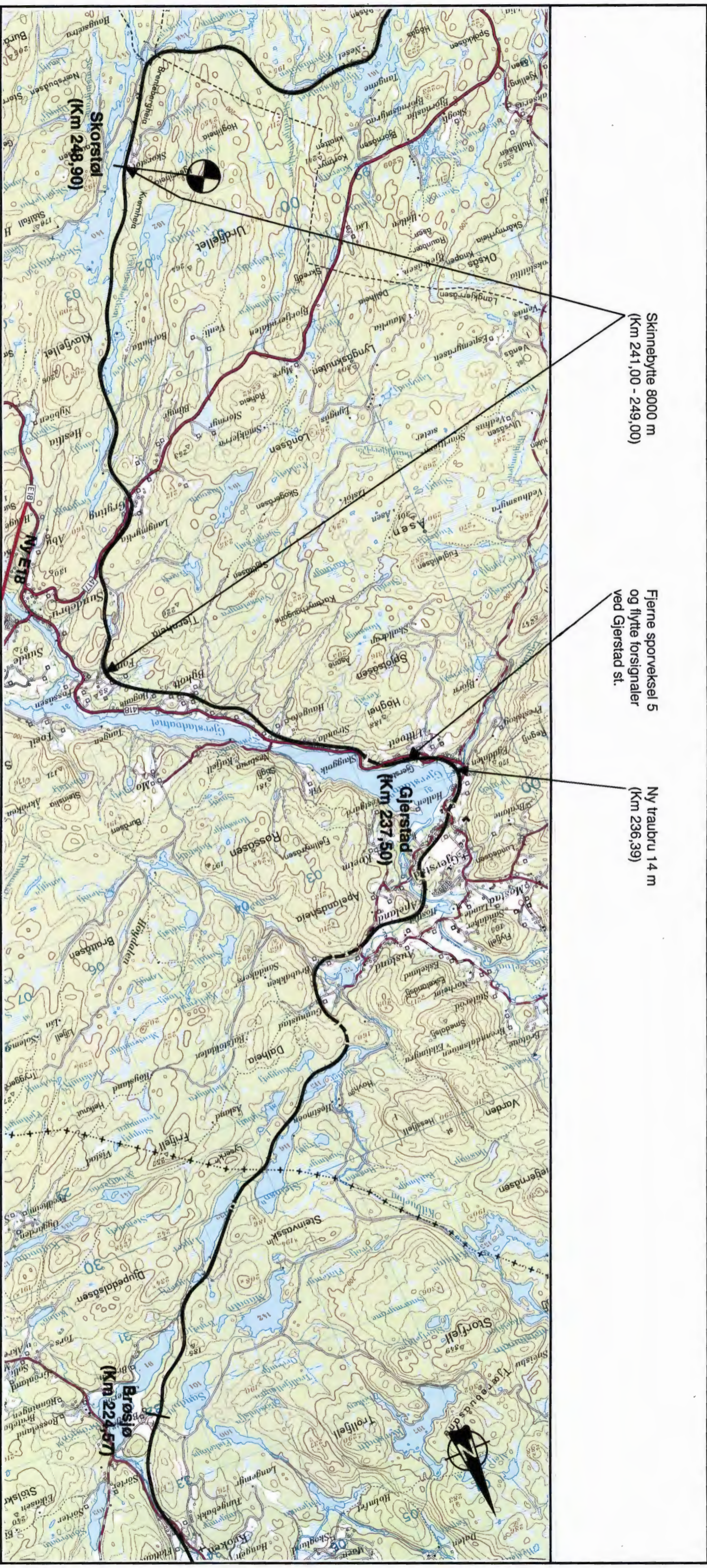
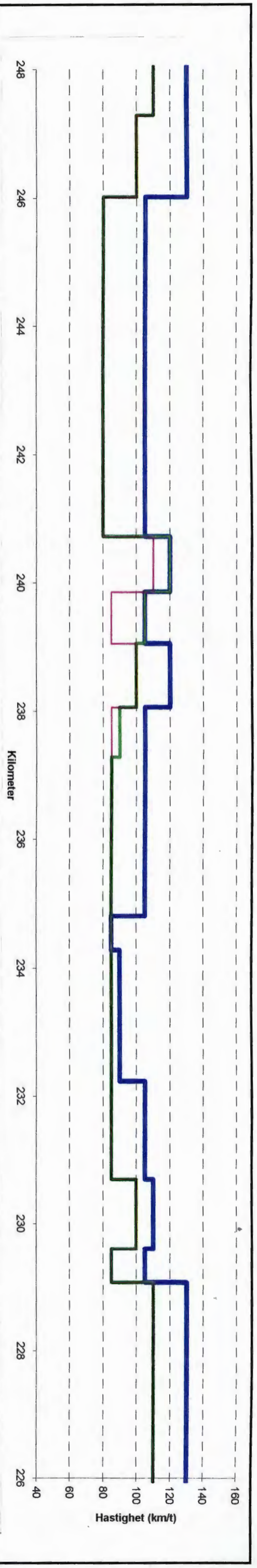
Svilllebytte 3300 m
(Km 206,70 - 210,00)

Ny traubru 9 m
(Km 215,99)

Ny traubru 9 m
(Km 218,55)



<p>Tegnforklaring</p> <p>— Trase i dagen</p> <p>- - - Trase i tunnel</p>	<p>NSB Bane Region Sør</p>	<p>Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen</p>	<p>Dato: 15.05 1996</p>
<p>— Eksisterende hastighet</p> <p>— Minimumsalternativet</p> <p>— Maksimalalternativet</p>	<p>Strekning: Revsdal - Brøsjø</p>	<p>Parsell: Nordagutu - Skorstøl</p>	<p>Målestokk: 1:50.000</p>



Skinnebytte 8000 m
(Km 241,00 - 249,00)

Fjerne sporveksel 5
og flytte forsignaler
ved Gjerstad st.

Ny traubru 14 m
(Km 236,39)

Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

Parsell: Nordagutu - Skorstøl

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Brøsjø - Skorstøl

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000

2.3.6 Nordagutu - Skorstøl (km 145,95 - 248,90)

Horisontalkurvatur

Strekningen har stort sett dårlig kurvatur, med mange 300 meters kurver. Enkelte lengre partier har hastigheter på 130 km/t, og to steder er det mulig med hastigheter over 130 km/t (km 179,625-182,364 og km 211,799-214,757). Men disse partiene anses for korte til at en får noen tidsgevinst ved å gå over 130 km/t. Hastigheten begrenses i mange tilfeller av lange stålbruer i kurver med radie ned mot 300 meter. Dette fører til at en flere steder ikke kan heve hastigheten utover dagens pluss-hastighet.

Planoverganger

Det er i dag totalt 104 planoverganger på strekningen. 89 planoverganger foreslås nedlagt p.g.a. dårlig sikt for kryssende trafikk.

Banetekniske tiltak

Sju stålbruer foreslås utskiftet med traubruer. 1 bru foreslås fjernet ved å legge ned rør og fylle igjen.

Kryssveksel ved Nordagutu st foreslås fjernet (km 146,087). 1 sporveksel ved Bø st fjernes (km 163,077). 2 sporveksel ved Drangedal st (km 204,877 og 205,262) fjernes. Dette fører til at spor 3 blir fjernet. Ved Gjerstad st fjernes sporveksel 5 (km 237,174).

Ved Drangedal må en skifte 7000 tresviller (km 205 - 210), og mellom Gjerstad og Skorstøl må en foreta 8 km (km 241 - 249) med skinnebytte (S41). Det må foretas en del ballastrensing med isolering for å unngå telehiv. I tillegg etableres det 1 km linjegrøft. Horisontaltraséen foreslås justert flere steder.

Kontaktledningsanlegg

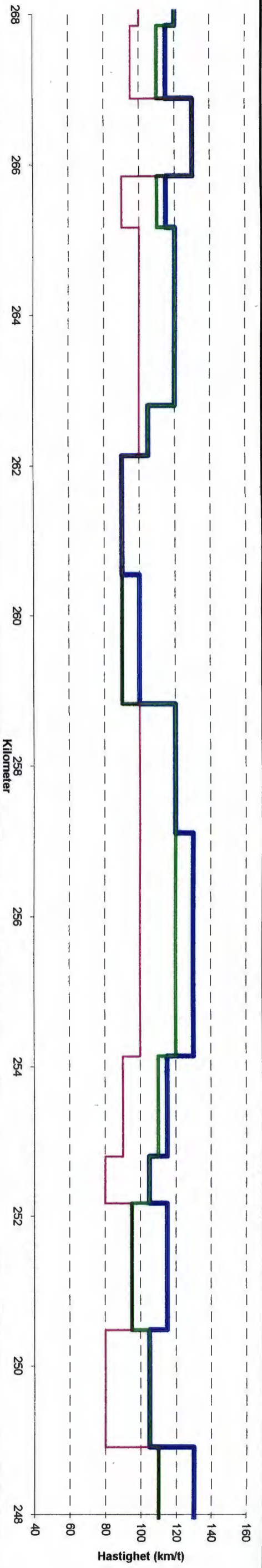
På strekningen Lunde - Neslandsvatn er kl-anlegget av typen tabell 54. Dette anlegget har en maksimal hastighetsstandard på 105 km/t. Det er montert nye kontaktledningsmaster på strekningen, men det resterende mangler. En fullføring av anlegget er kostnadsberegnet til ca. 55 mill.kr. Det forutsettes at anlegget er ferdig montert til 1999. Det vil ikke være behov for tiltak på det resterende kl-anlegget, men anlegget mellom Lunde og Skorstøl har passert den teknisk/økonomiske levetiden på 50 år.

Signalanlegg

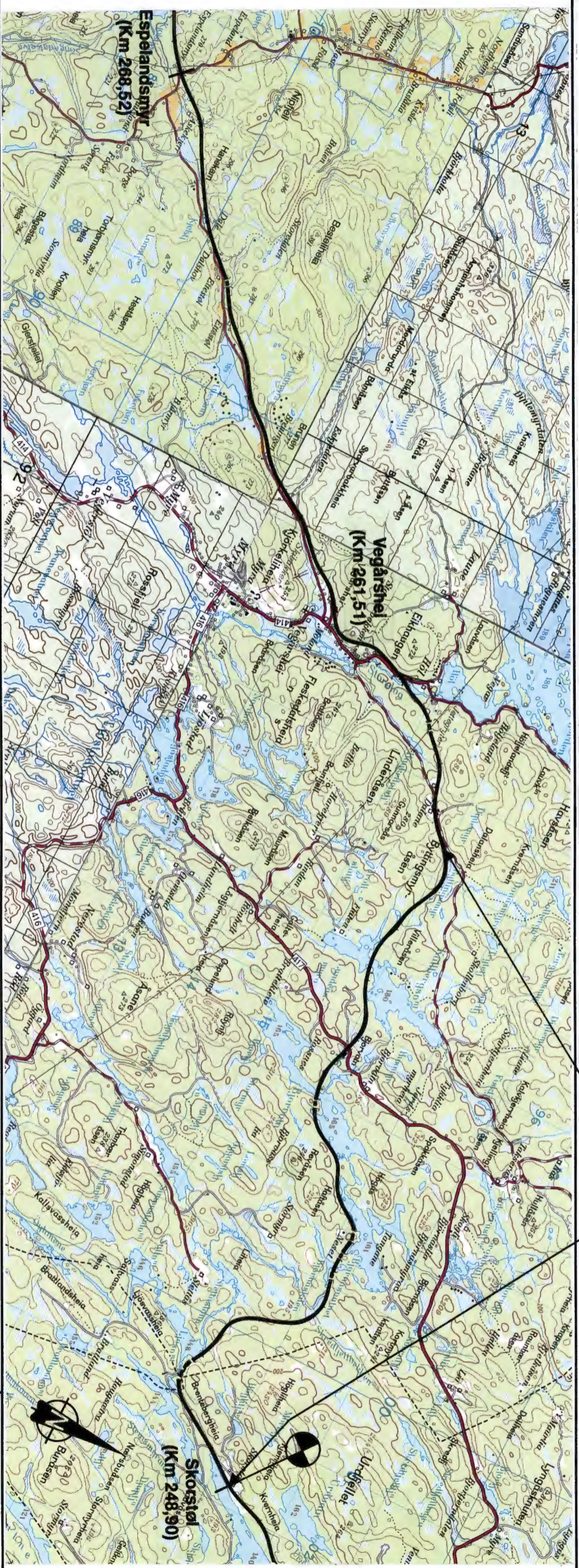
6 forsignal for innkjør/utkjør må flyttes for å kunne øke hastigheten. I tillegg må 6 innkoplingsfelt for planoverganger flyttes for å øke varslingstiden.

KOSTNADER (Nordagutu - Skorstøl)

Tiltaksbeskrivelse	Løpeme-ter/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	89 stk	20.202
Nedleggelse av planovergang med varselampe	0 stk	0
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	32 stk	96
Nye hastighetssignal	100 stk	100
Ballastrensing	4219 m	2.700
Nye traubruer (< 8,6 m)	3 stk	700
Nye traubruer (< 15 m)	4 stk	2.275
Skinnebytte	8000 m	5.840
Svilebytte	4200 m	4.550
Fjerne sporveksel	5 stk	700
Justering av horisontaltrasé		1.276
Diverse		300
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	2 stk	1.008
Flytting av forsignal (utkjør)	4 stk	1.571
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	6 stk	360
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum kostnader		41.678
Ufordelte kostnader	15 %	6.252
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		47.930
Offentlige avgifter	16 %	7.669
Totale kostnader		55.598



Skinnebytte 9000 m
(Km 249,00 - 258,00)



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Ekisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

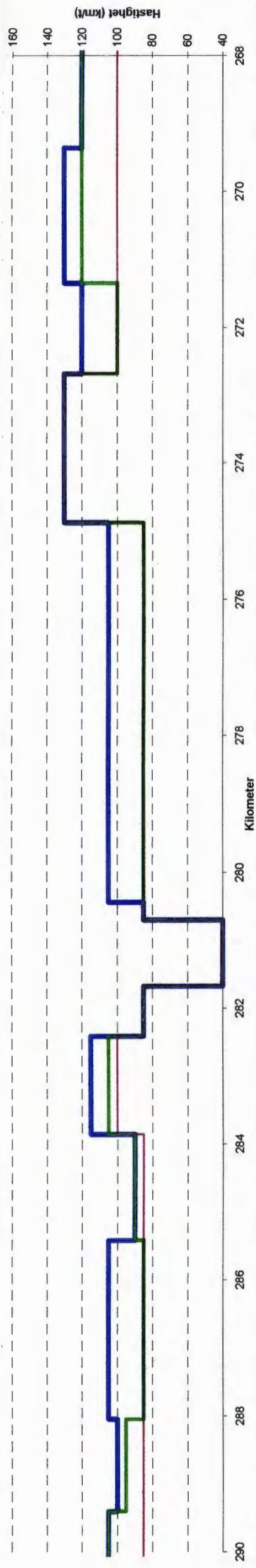
Parsell: Skorstøl - Nelaug

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

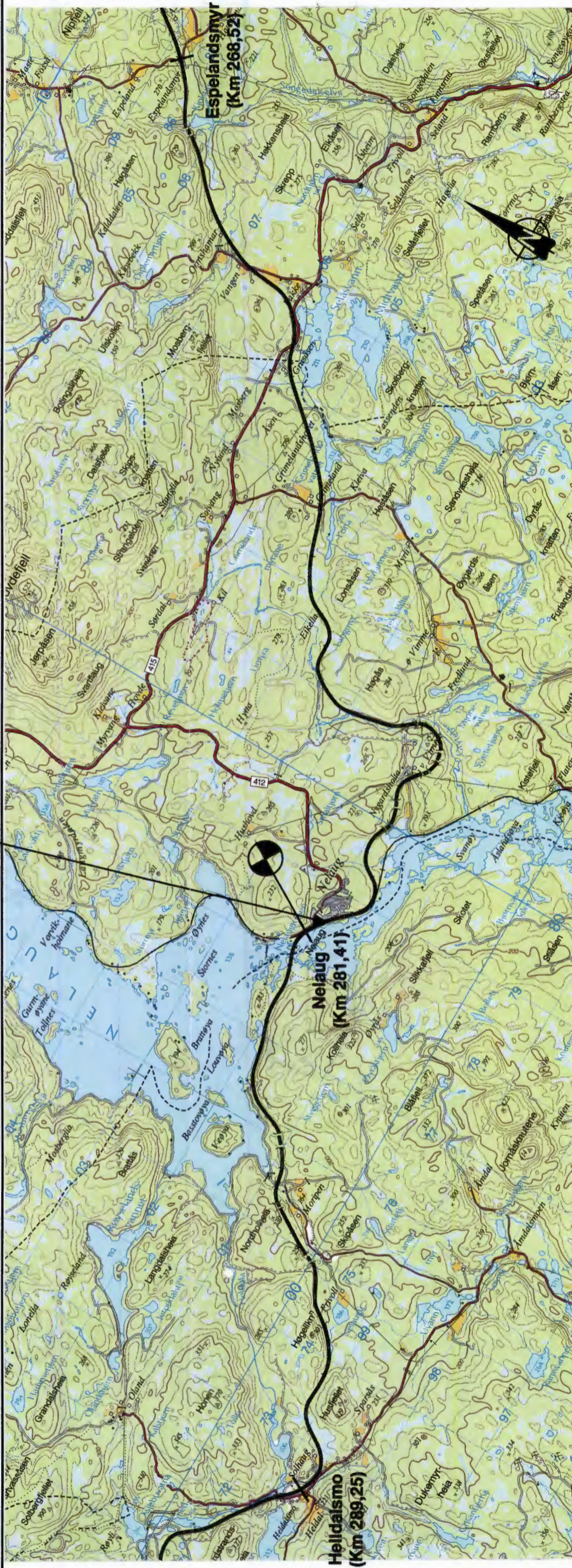
Strekning: Skorstøl - Espelandsmyr

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Fjerne kryssveksel 5 ved Nelaug st.



Tegnforklaring

- Trase i dagen
- Trase i tunnel

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet



NSB Bane Region Sør

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Skorstøl - Nelaug

Strekning: Espelandsmyr - Høldalsmo

Målestokk: 1:50.000

2.3.7 Skorstøl - Nelaug (km 248,90 - 281,41)

Horisontalkurvatur

Strekningen kjennetegnes av svært mange kurver, med hastigheter opp mot 130 km/t noen få steder. Det er ikke foreslått hastigheter over 130 km/t på strekningen.

Planoverganger

Det er i dag totalt 10 planoverganger på strekningen. 8 av disse planovergangene foreslås nedlagt som følge av dårlig sikt for kryssende trafikk.

Banetekniske tiltak

Det må foretas 9 km skinnesbytte fra km 249 - 258 (S41).

Kryssveksel ved Nelaug st (km 281,063) foreslås fjernet. I tillegg justeres horisontaltraséen to steder.

Kontaktledningsanlegg

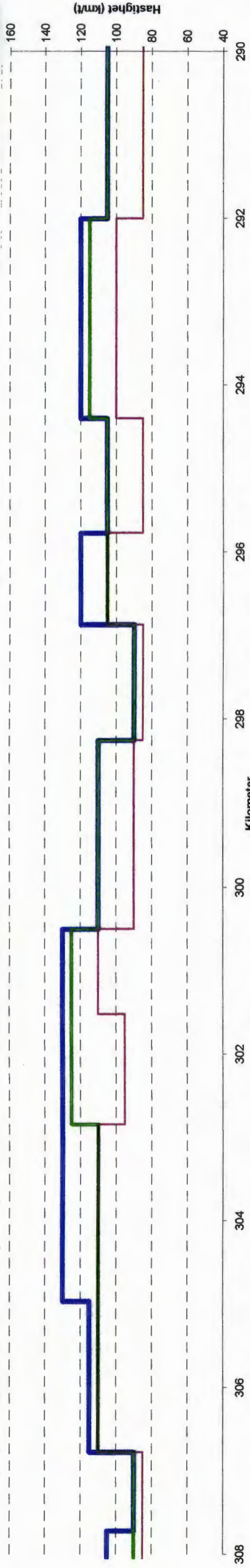
Det er ikke foreslått tiltak på kl-anlegget. Men hele anlegget har passert sin teknisk/økonomiske levetid på 50 år.

Signalanlegg

Det er ikke nødvendig med tiltak på signalanlegget p.g.a. økt hastighet.

KOSTNADER (Skorstøl - Nelaug)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemeier/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	8 stk	3.539
Nedleggelse av planovergang med varsellampe	0 stk	0
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	12 stk	36
Nye hastighetssignal	40 stk	40
Ballastrensing		
Nye traubruer (< 8,6 m)		
Nye traubruer (< 15 m)		
Skinnebytte	9000 m	6.570
Svillbytte		
Fjerne sporveksel	1 stk	200
Justering av horisontaltrasé		128
Diverse		
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	0 stk	0
Flytting av forsignal (utkjør)	0 stk	0
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	0 stk	0
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum kostnader		10.513
Ufordelte kostnader	15 %	1.577
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		12.090
Offentlige avgifter	16 %	1.934
Totale kostnader		14.024

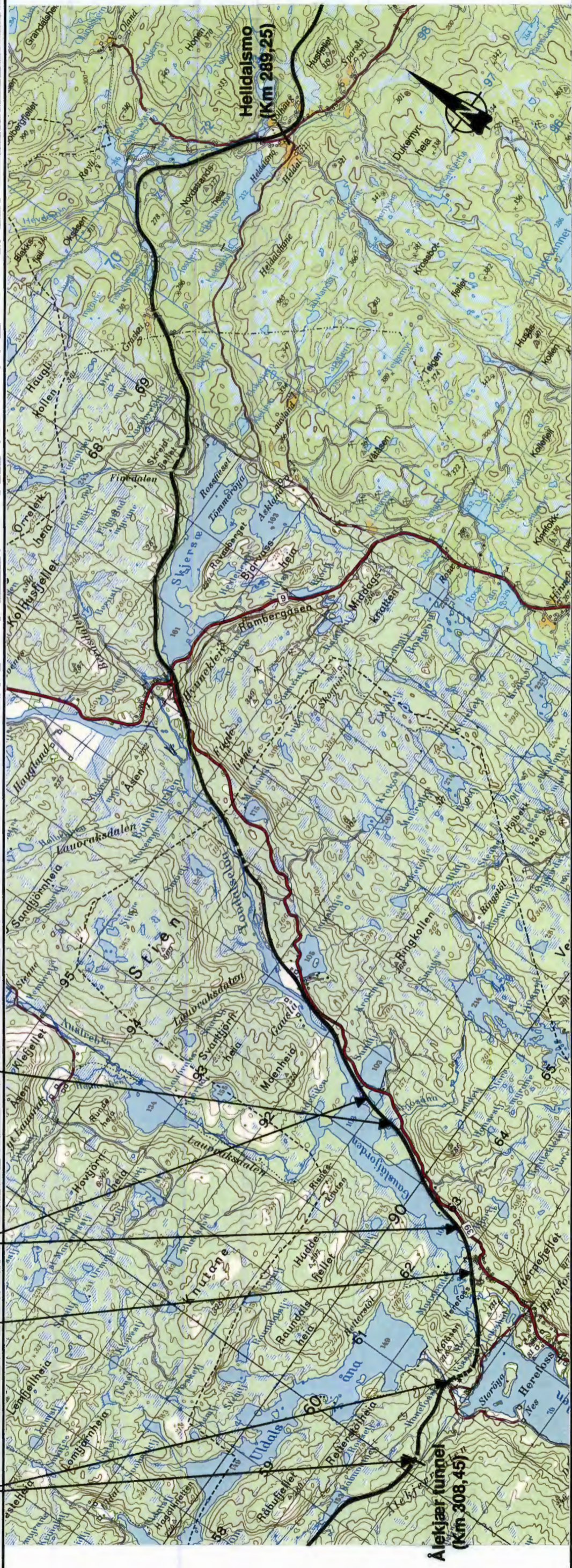


Ballastrensing 1000 m
(Km 307,50 - 308,45)

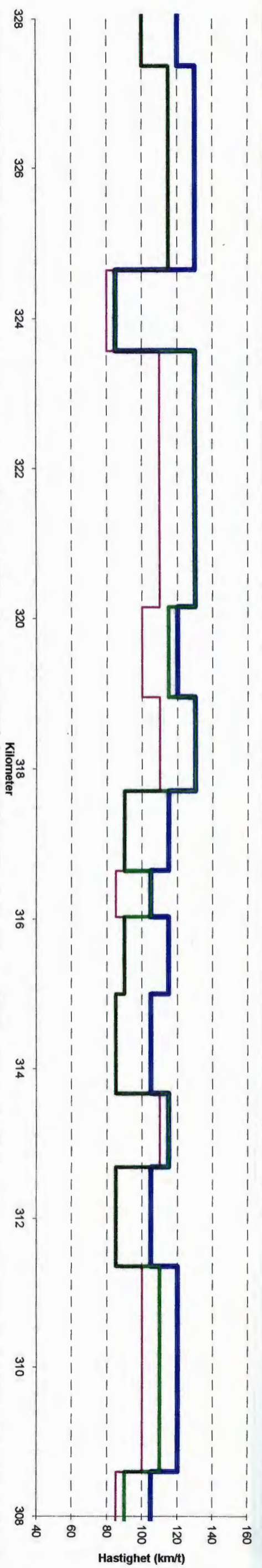
Forlengte kryssingsspor
ved Herefoss st.

Ballastrensing 2100 m
(Km 303,20 - 305,30)

Ny traubru 15 m
(Km 303,78)

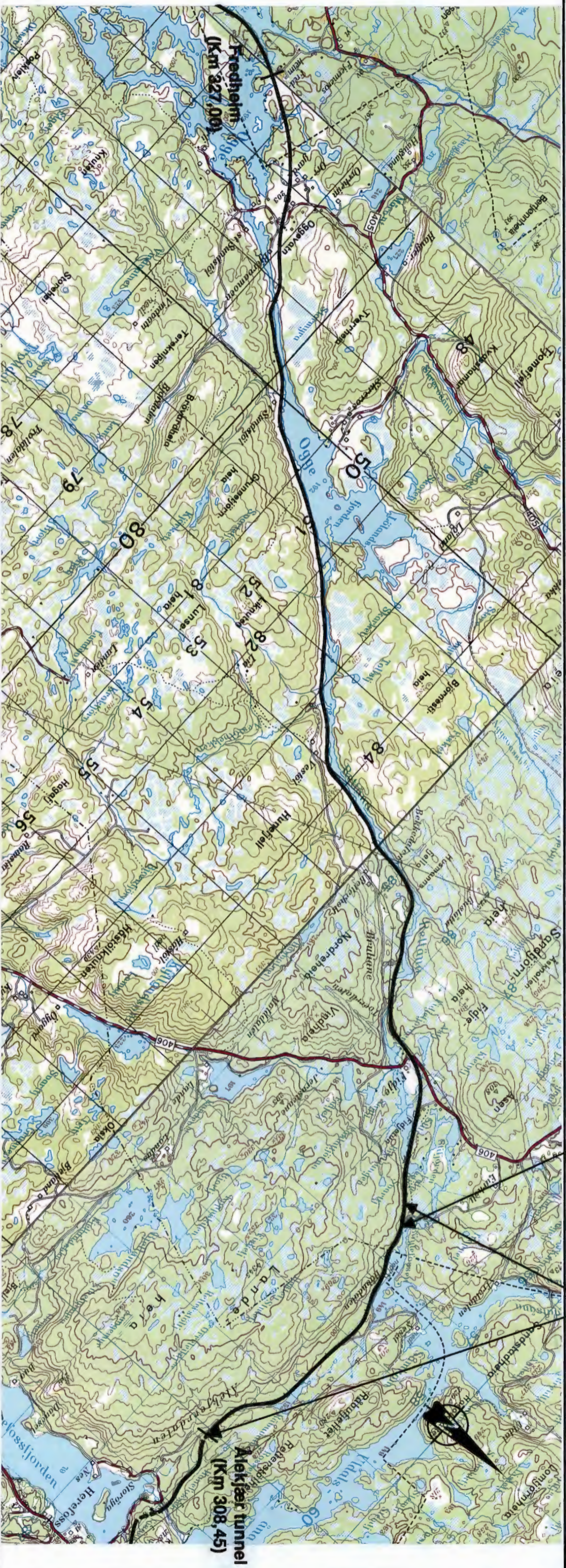


Tegnforklaring — Trase i dagen - - - Trase i tunnel	Eksisterende hastighet Minimumsalternativet Maksimalalternativet	NSB Bane Region Sør	Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen	Dato: 15.05 1996
			Parsell: Nelaug - Kristiansand	Strekning: Helldalsmo - Ålekjær tunnel



Bygge forstøttingsmur
og senke sporet
(Km 312,30 - 312,60)

Ballastrensing 4300 m
(Km 308,45 - 312,80)



Tegnforklaring

	Trasé i dagen		Eksisterende hastighet
	Trasé i tunnel		Minimumsalternativet
			Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

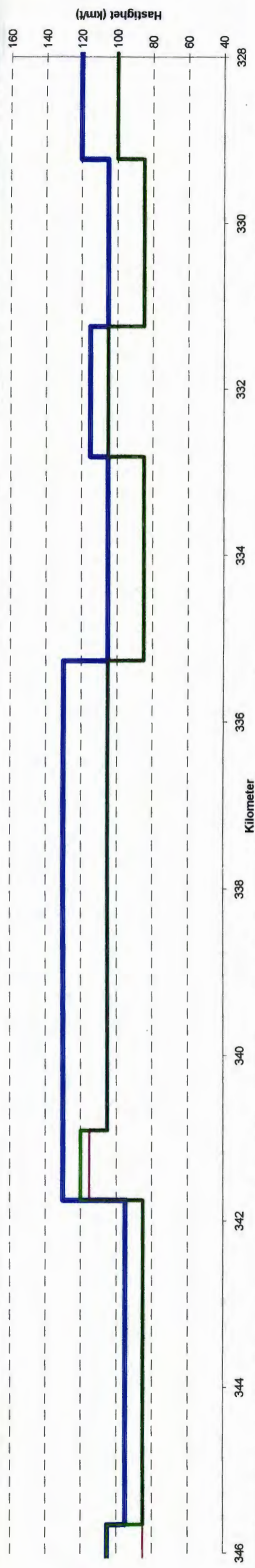
Parsell: Nelaug - Kristiansand

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

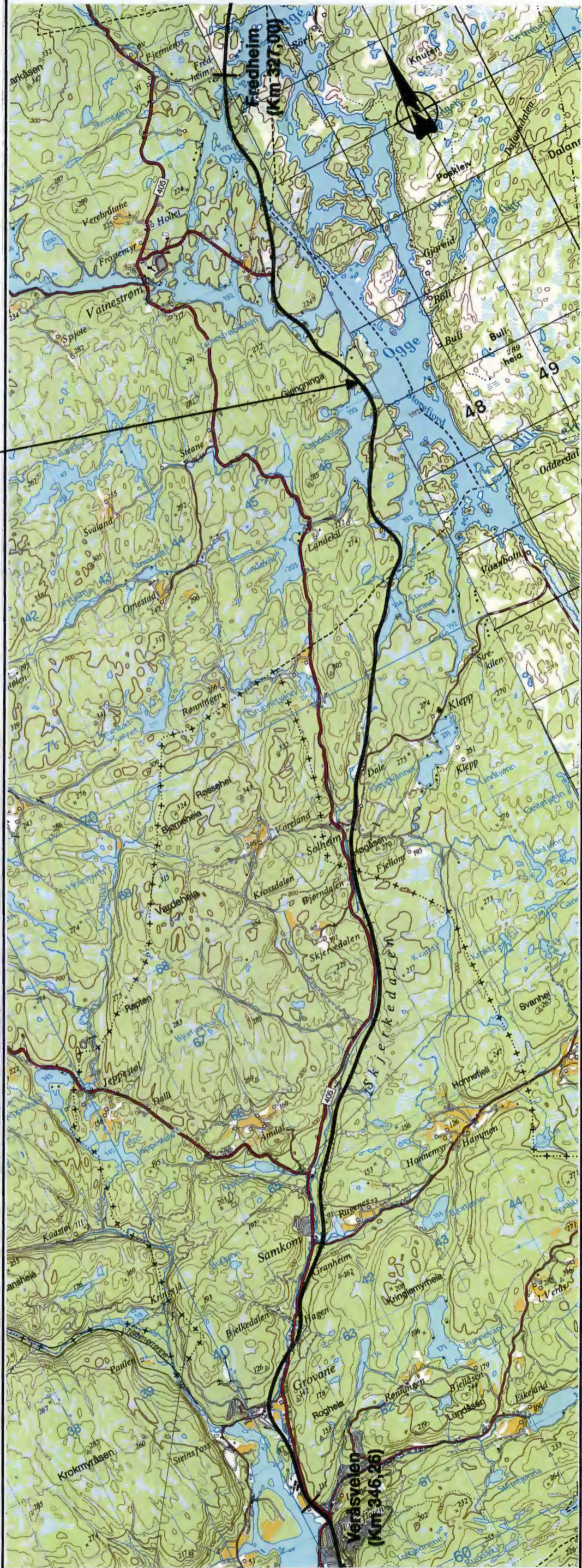
Strekning: Alekjær tunnel - Fredheim

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Svilllebytte 150 m
(Km 331,500)



Tegnforklaring

	Trasé i dagen
	Trasé i tunnel

	Eksisterende hastighet
	Minimumsalternativet
	Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

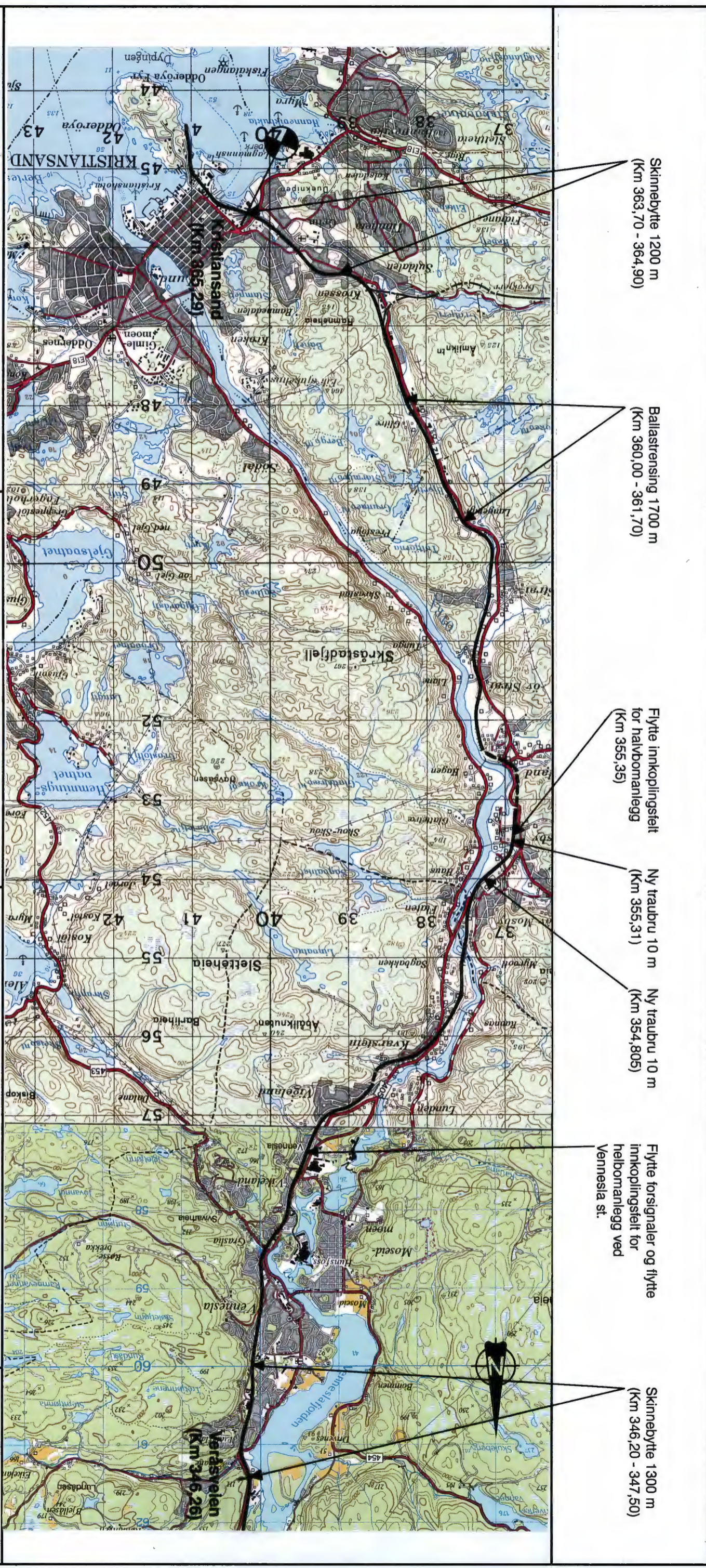
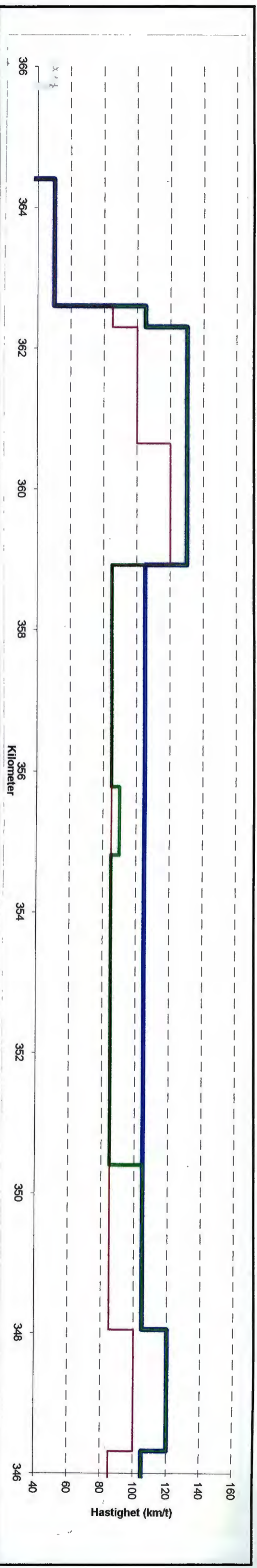
Parsell: Nelaug - Kristiansand

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Fredheim - Veråsveien (Liane)

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Tegnforklaring Trasé i dagen Trasé i tunnel Eksisterende hastighet Minimumsalternativet Maksimalalternativet	NSB Bane Region Sør	Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen	Dato: 15.05 1996

2.3.8 Nelaug - Kristiansand (km 281,41 - 365,29)

Horisontalkurvatur

Strekningen er kurverik, men radien øker noe i forhold til forrige parsell. Dette gjør at det blir flere strekninger med hastigheter opp mot 130 km/t. Strekningen avsluttes i Kristiansand, der hastigheten inn til stasjonen er lik eksisterende hastighetsnivå.

Planoverganger

Det er i dag totalt 57 planoverganger på strekningen. 42 av disse planovergangene foreslås nedlagt som følge av dårlig sikt for kryssende trafikk.

Banetekniske tiltak

Tre stålbruer foreslås utskiftet med traubruer.

Generelt må det foretas en del ballastrensing, skifte av ledeskinne ved bru samt utskifting av sviller, svillebytte, skifting av mellomlegg/flesk og skinnebytte. Ved km 312,3-312,6 må sporet senkes og det må bygges en forstøttingsmur for å øke profilet. I tillegg er det foreslått noen få justeringer av horisontaltraséen.

Kontaktledningsanlegg

Det er ikke foreslått tiltak på kl-anlegget. Men hele anlegget har passert sin teknisk/økonomiske levetid på 50 år.

Signalanlegg

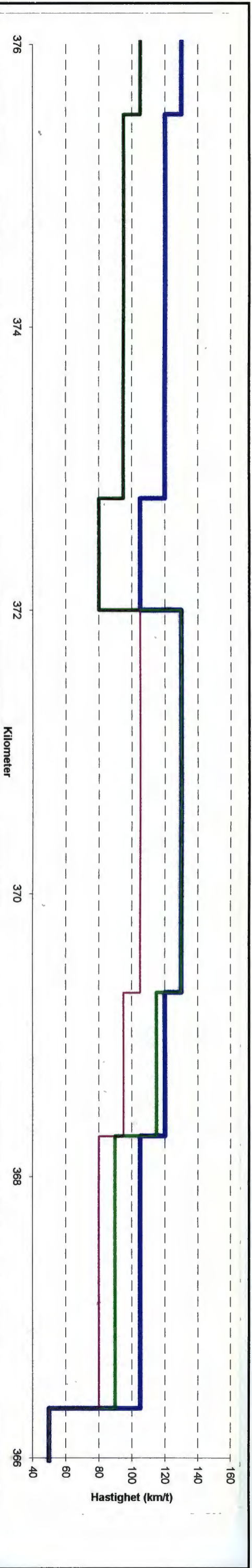
2 forsignal (utkjør) må flyttes for å tilfredsstille økt hastighet. I tillegg må 4 innkoplingsfelt for planoverganger flyttes.

Egne prosjekter

Ved Herefoss st foreslås det at sporveksel 1 flyttes 130 meter mot kilometerretningen slik at sporvekselen ligger på rettløp. Kryssingssporet blir samtidig forlenget med 130 meter. Lengden på kryssingssporet blir dermed økt til ca. 800 meter. Prosjektet er kostnadsberegnet til **4,25 mill.kr.**

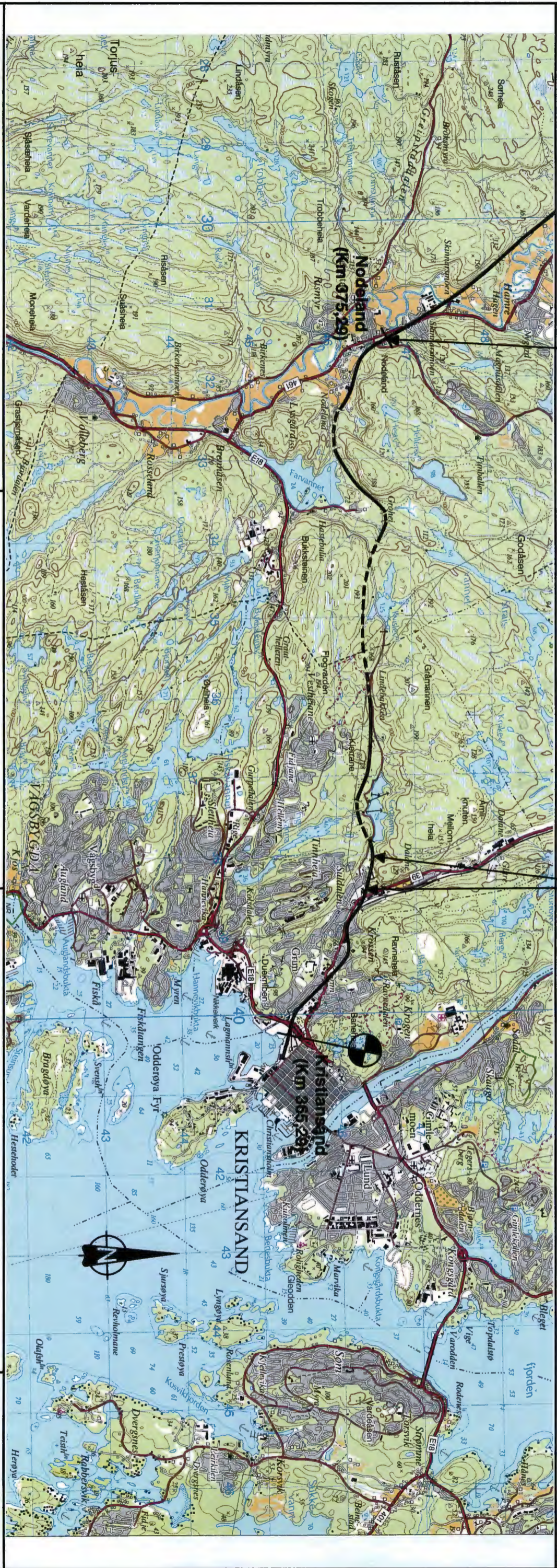
KOSTNADER (Nelaug - Kristiansand)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemeter/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	42 stk	6.269
Nedleggelse av planovergang med varselampe	0 stk	0
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	12 stk	36
Nye hastighetssignal	80 stk	80
Ballastrensing	9150 m	5.856
Nye traubruer (< 8,6 m)		
Nye traubruer (< 15 m)	3 stk	1.900
Skinnebytte	2500 m	1.875
Svillerbytte	75 m	80
Fjerne sporveksel		
Skifte sviller og ledeskinner foran bru	9	540
Skifte mellomlegg/flesk	5600 m	504
Justering av horisontaltrasè		276
Diverse		1.500
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (utkjør)	0 stk	0
Flytting av forsignal (utkjør)	2 stk	763
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	4 stk	88
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum kostnader		19.767
Ufordelte kostnader	15 %	2.965
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		22.732
Offentlige avgifter	16 %	3.637
Totale kostnader		26.369



Flytte forsignaler ved Nodeland st.

Ballastrensing 300 m (Km 367,70 - 368,00)



Tegnforklaring

	Eksisterende hastighet
	Minimumsalternativet
	Maksimalalternativet
	Trasé i dagen
	Trasé i tunnel

NSB Bane Region Sør

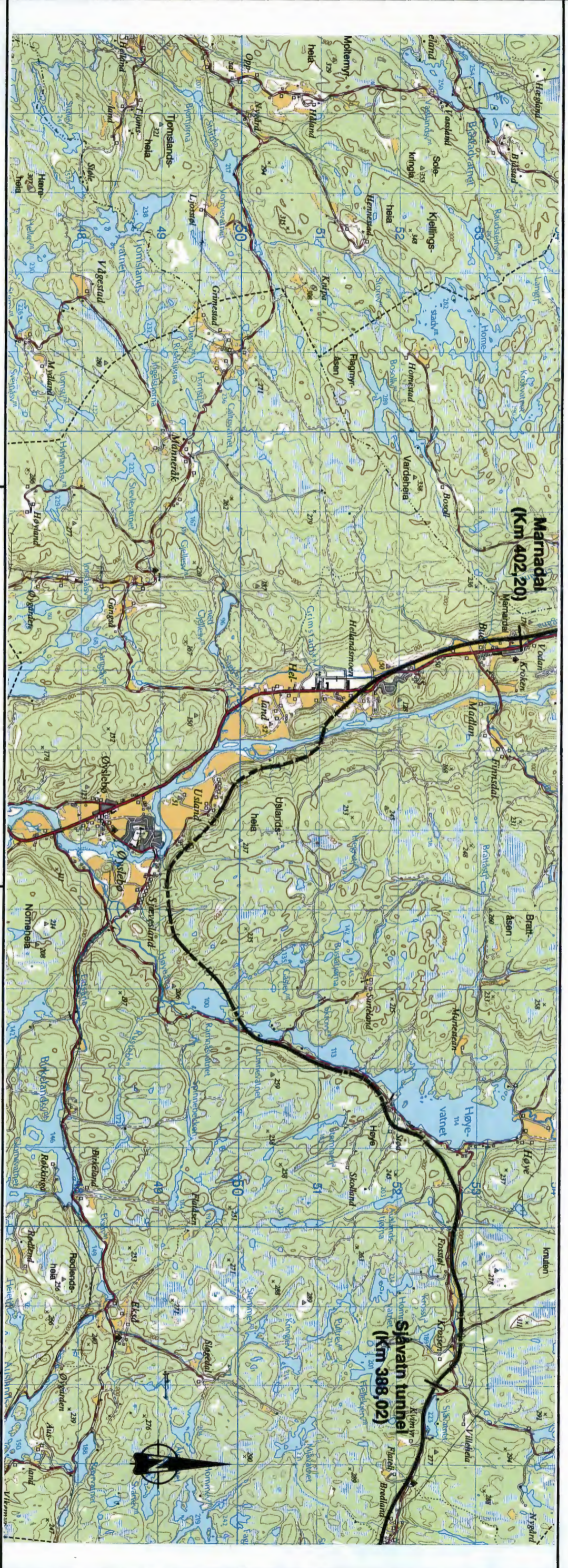
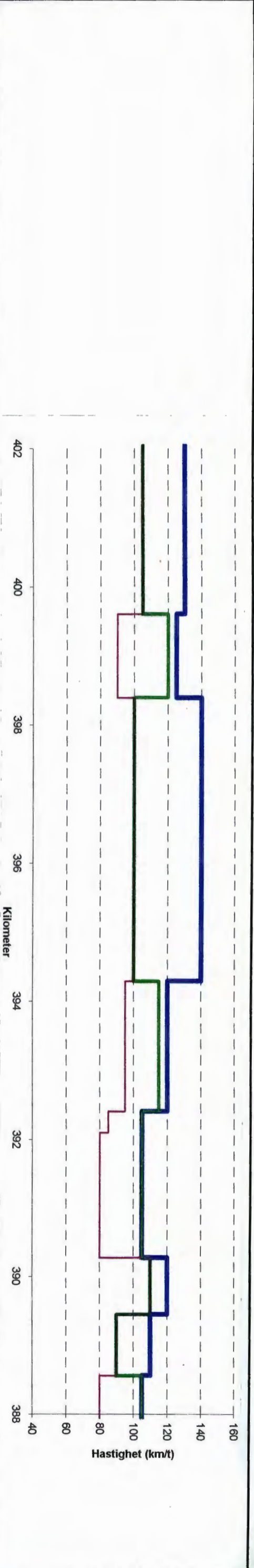
Parsell: Kristiansand - Egersund

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Kristiansand - Nodeland

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Tegnforklaring

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet
- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel

NSB Bane Region Sør

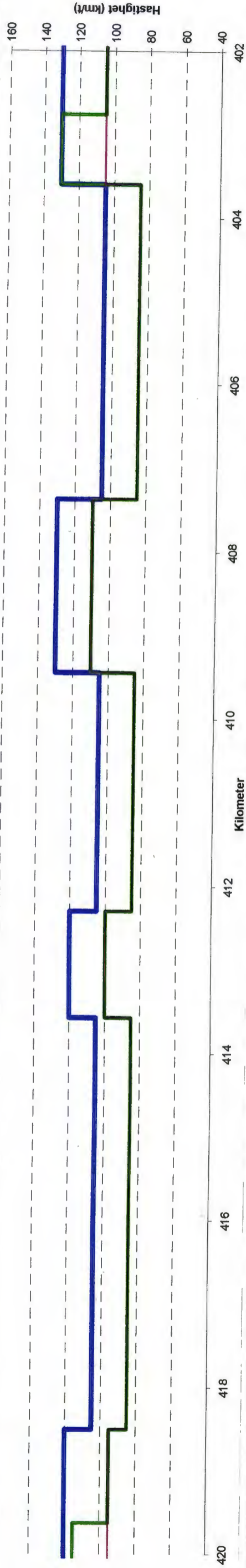
Parsell: Kristiansand - Egersund

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

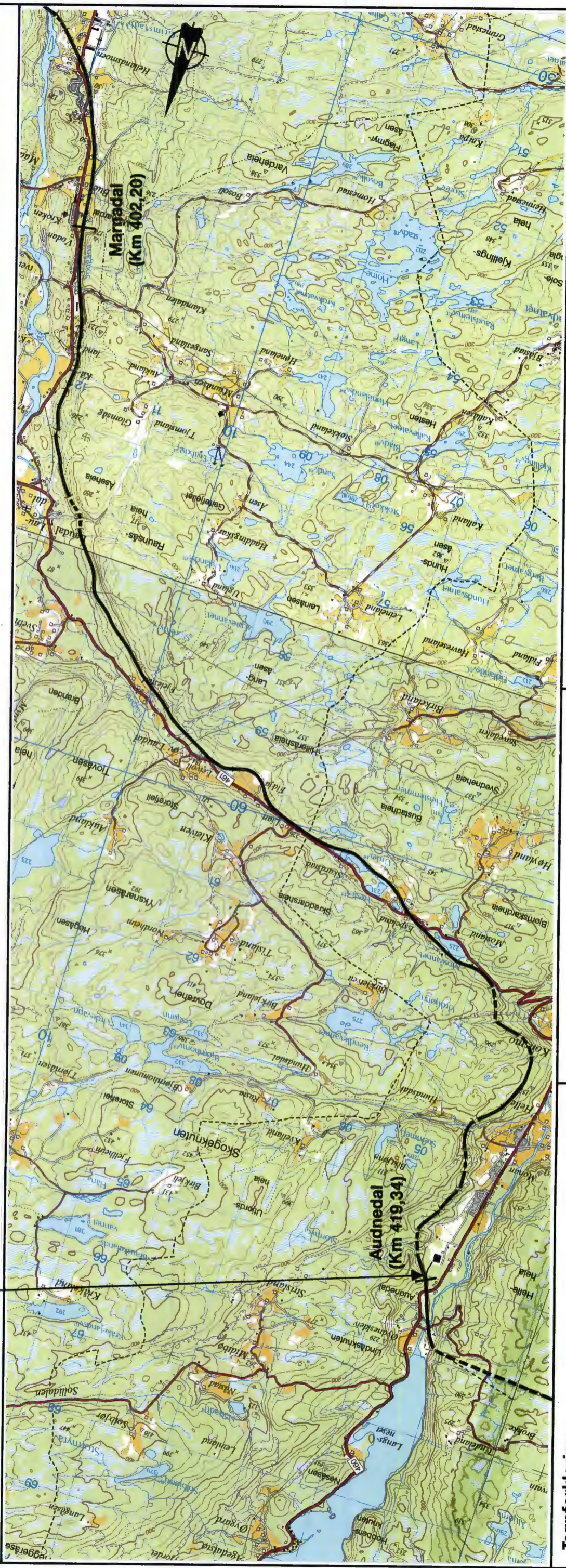
Strekning: Sjøvatn tunnel - Marnadal

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler ved Audnedal st.



Tegnforklaring

- Trase i dagen
- - - Trase i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

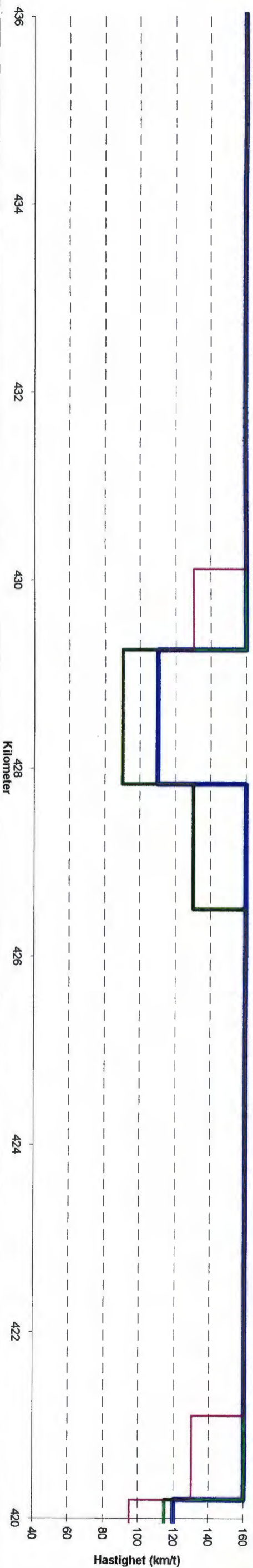
Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

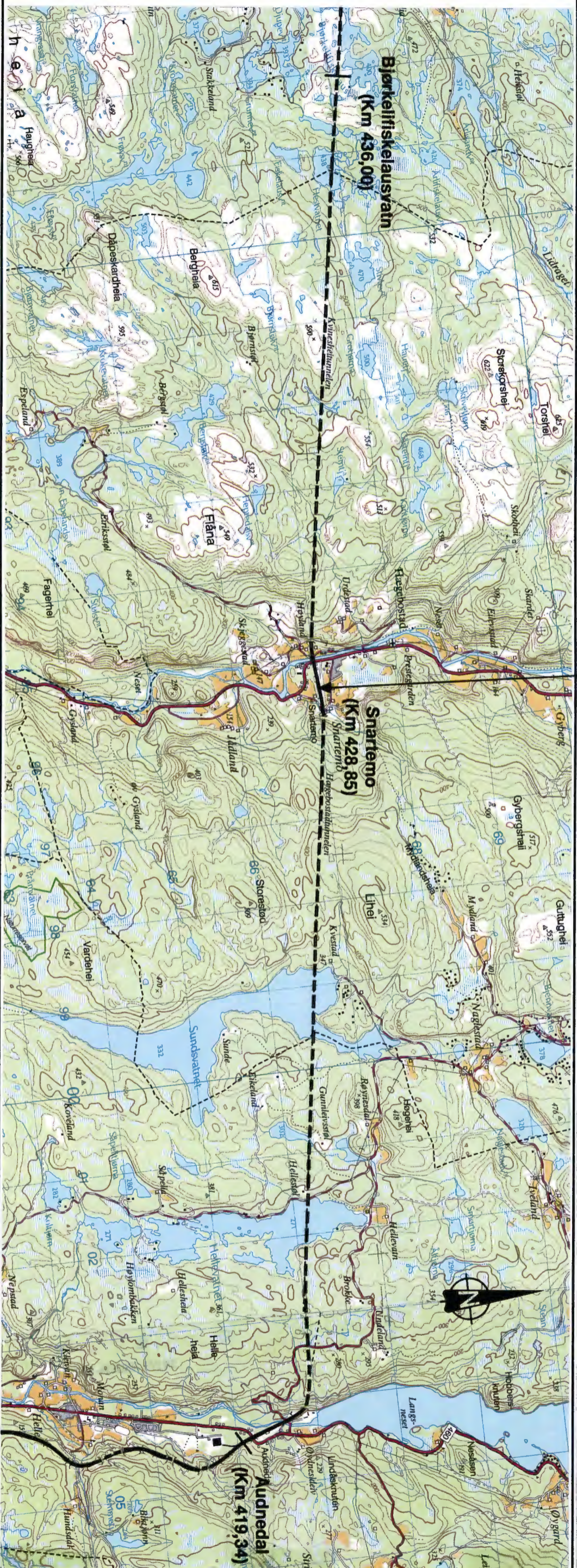
Parsell: Kristiansand - Egersund

Strekning: Marnadal - Audnedal

Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler,
renovere sporveksel 1,
bytte sviler i sporveksel 2
og fjerne sporveksel 10
ved Snartemo st.



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet



NSB Bane Region Sør

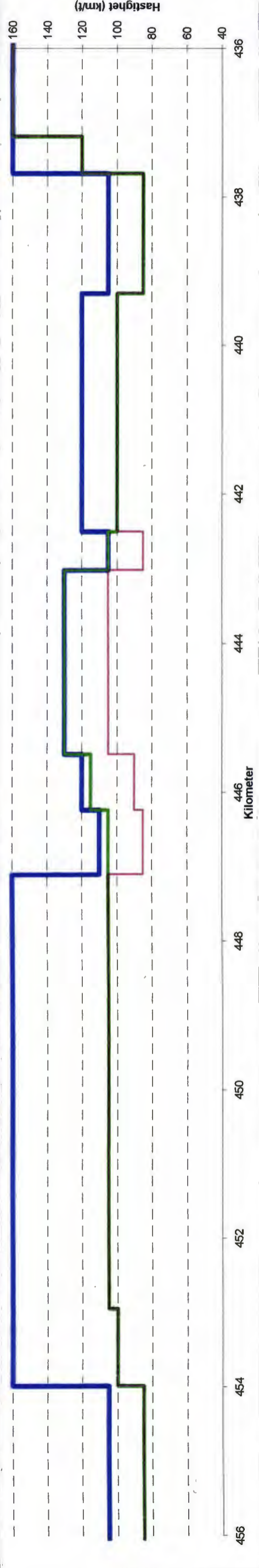
Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Kristiansand - Egersund

Strekning: Audnedal - Bjørkellifiskelausvatn

Målestokk: 1:50.000



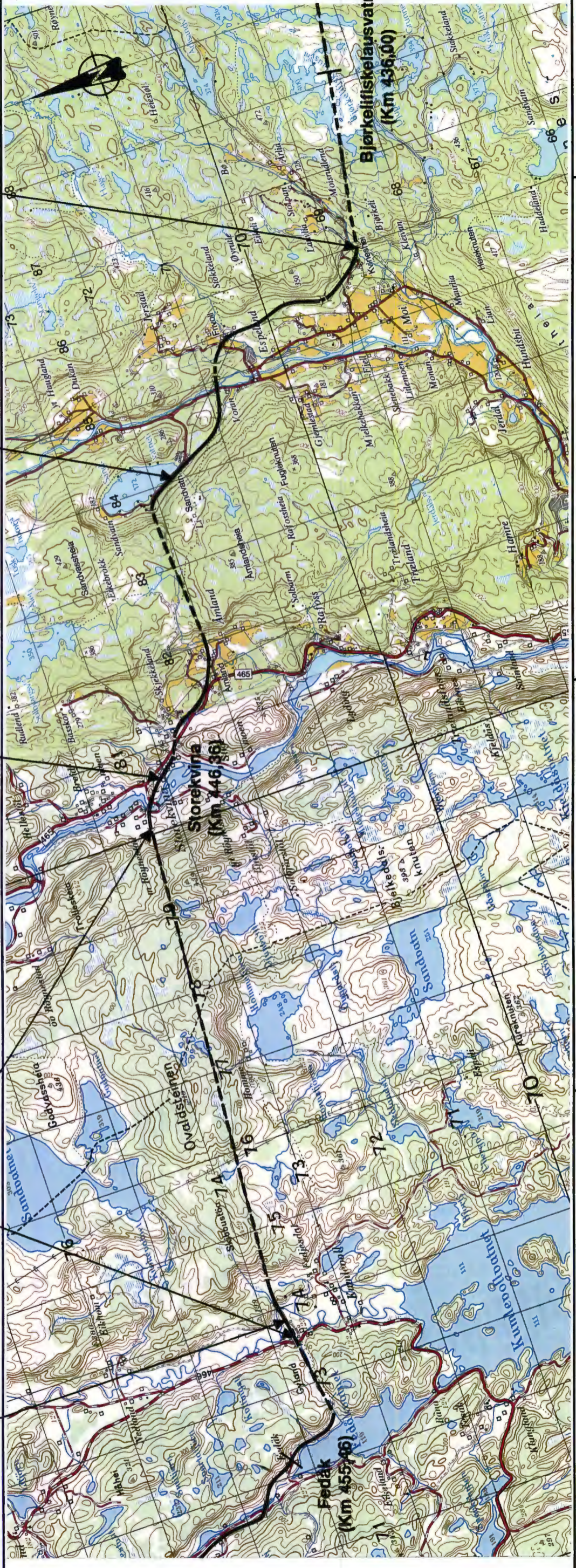
Flytte forsignaler og fjerne sporveksel 4 ved Gyland st.

Ballastrensing Gylandstunnelen og Gyland st.

Fjerne sporveksel 5 ved Storekvina hp.

Flytte forsignaler, bytte sviller i sporveksel, fjerne sporveksel 3 og ballastrensing Sandvatn st.

Flytte sporfelt ut av kurven (Km 438,300)



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- - - - - Trasé i tunnel

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

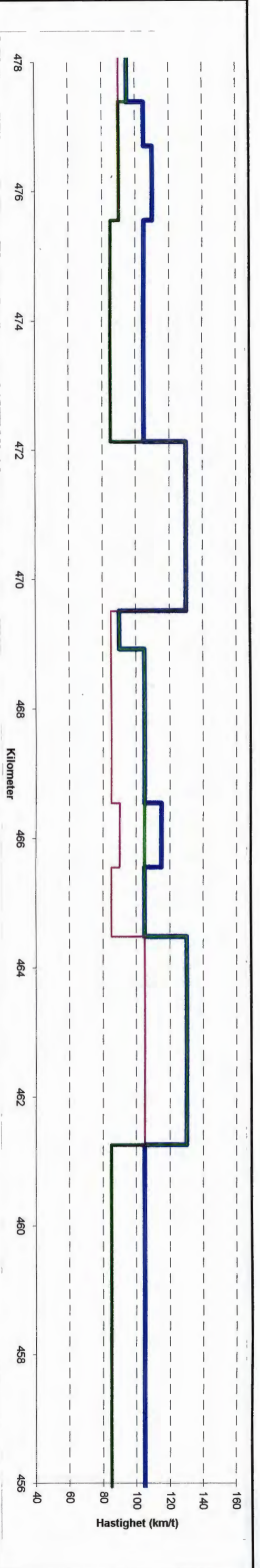
Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Kristiansand - Egersund

Strekning: Bjørkelifiskelausvatn - Fedak


Målestokk: 1:50.000

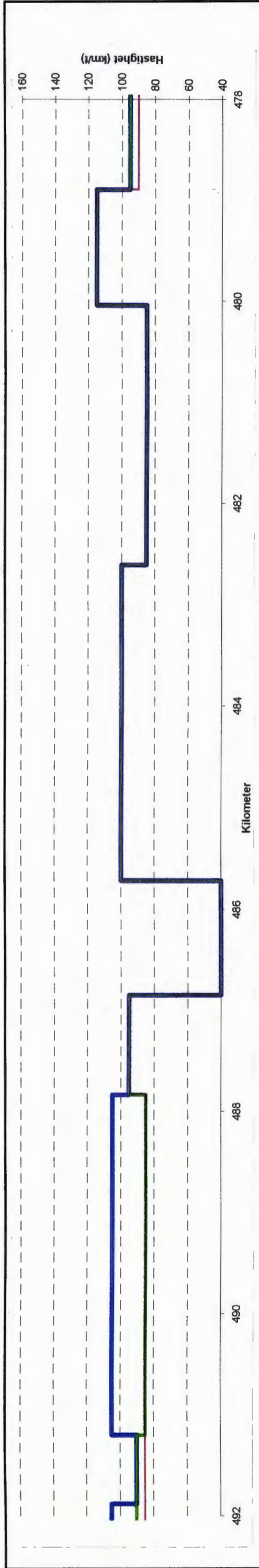


Flytte forsignaler ved Moi st.

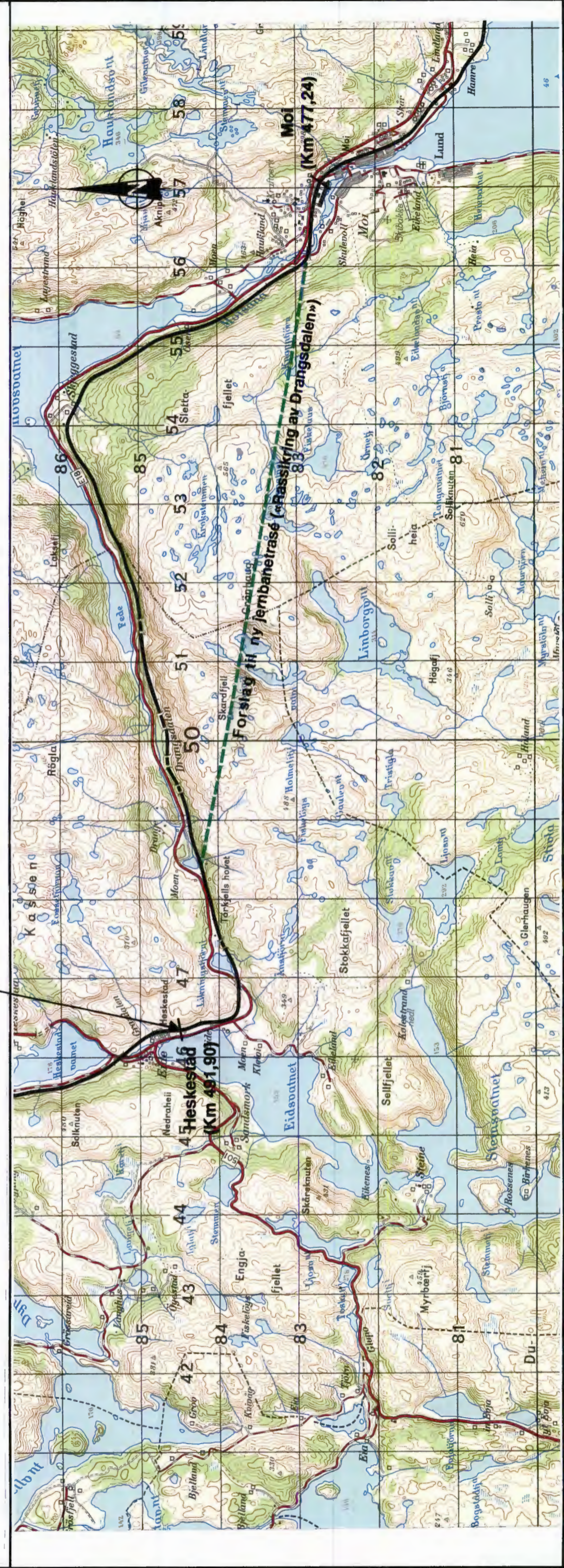
Fjerne sporveksel 6, 12 og 14 ved Sira st.



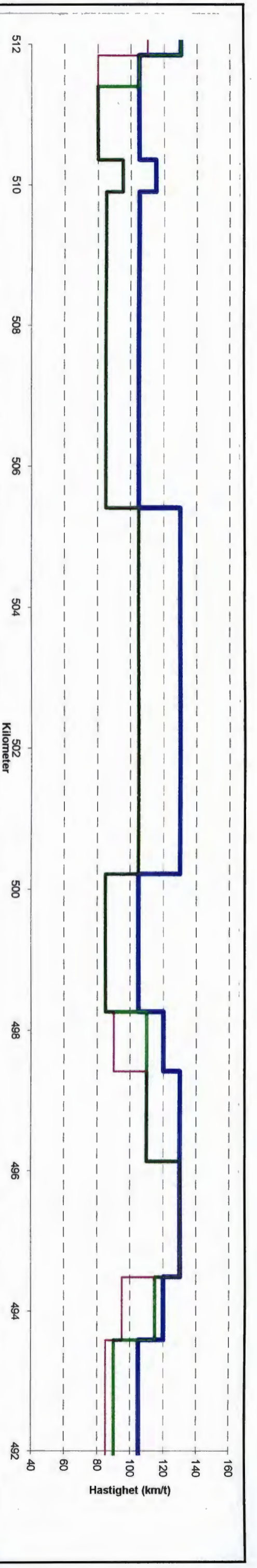
Tegnforklaring Trase i dagen Trase i tunnel Eksisterende hastighet Minimumsalternativet Maksimalalternativet		 NSB Bane Region Sør		Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen		Dato: 15.05 1996	
		Parsell: Kristiansand - Egersund		Strekning: Fedåk - Moi		Målestokk: 1:50.000	



Flytte forsignaler, skifte sporveksel 1 og ballastrense Heskestad st.



Tegnforklaring — Trasé i dagen - - - Trasé i tunnel	Eksisterende hastighet	NSB Bane Region Sør Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen	Dato: 15.05 1996
	Minimumsalternativet Maksimalalternativet		
		Målestokk: 1:50.000	



Flytte forsignaler, justere overhøyden og nedlegge planovergang ved Helleland st.

Ballastrensing 1000 m (Km 502,00 - 503,00)

Flytte innkoplingsstelt for halvbananlegg (Km 500,98)



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

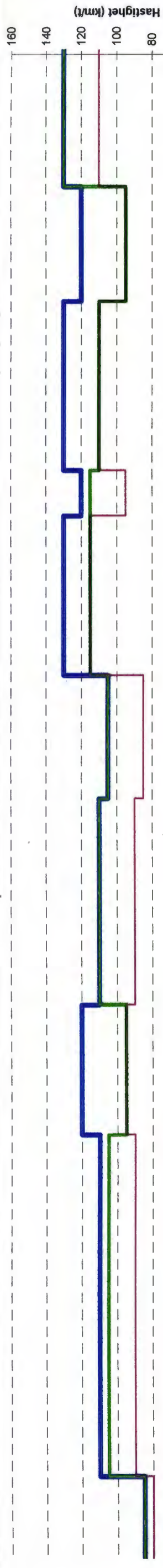
Parsell: Kristiansand - Egersund

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

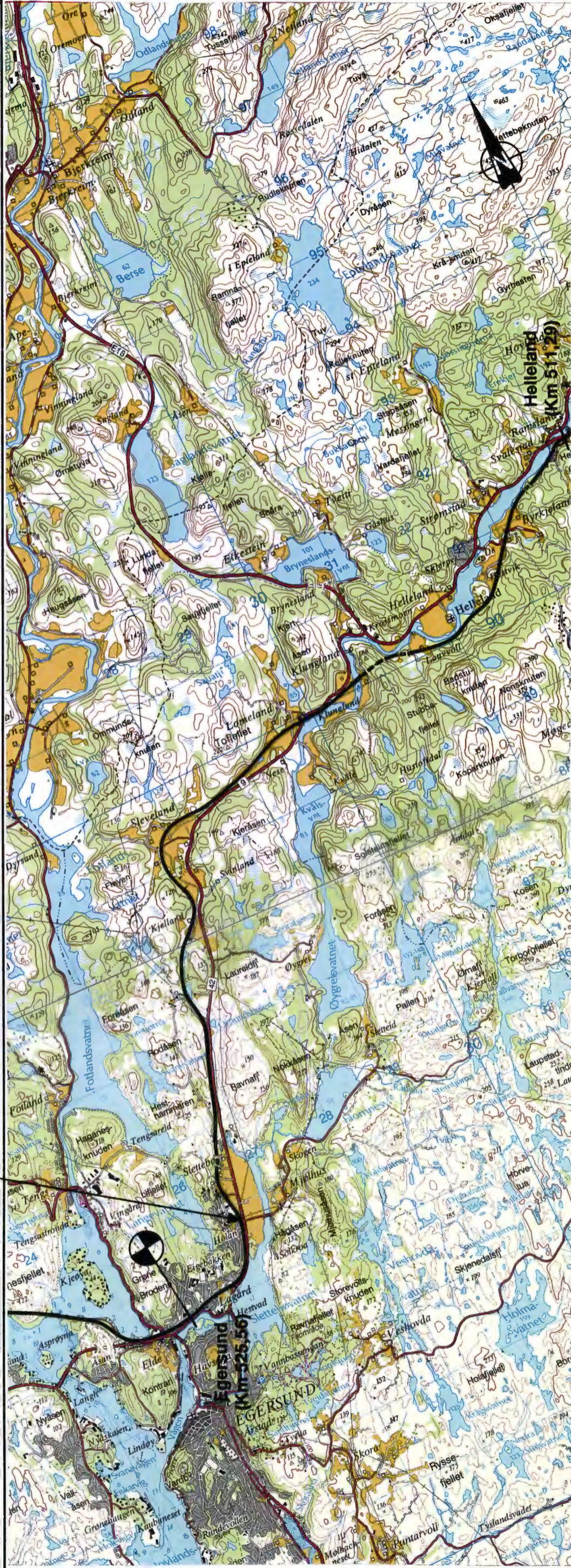
Strekning: Hestestad (Eide) - Helleland

Dato: 15.05 1996

Målestokk: 1:50.000



Flytte innkoplingsfelt for varsellampe (Km 523,76)



Tegnforklaring

- Trase i dagen
- Trase i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Kristiansand - Egersund

Strekning: Helleland - Egersund

Målestokk: 1:50.000

2.3.9 Kristiansand - Egersund (km 365,29 - 525,56)

Horisontalkurvatur

Banen mellom Kristiansand og Egersund er den nyeste delen av Sørlandsbanen, fullført i 1944, og det er flere strekninger med god horisontaltrase. Dette gjelder først og fremst de tre lengste tunnelene i Vest-Agder: Gyland, Kvineshei og Hægebostad.

Fra Kristiansand og fram til Hægebostadtunnelen varierer hastigheten mellom 105 og 130 km/t, med unntak av strekningen mellom km 381,0 og 382,0 hvor hastigheten må reduseres til 80 km/t og mellom km 394,3 - 398,4 hvor hastigheten kan økes til 140 km/t. Gjennom Hægebostadtunnelen (km. 419,9 - 428,4) og Kvinesheittunnelen (km. 429,3 - 438,4) er det i dag skillet for 160 km/t. Denne hastigheten er det også mulig å oppnå gjennom Gylandstunnelen og Gyland st (km 447,1 - 452,8), etter at hele tunnelen og stasjonsområdet er ballastrenset. Fra Gyland til Moi varierer hastigheten mellom 105 km/t og 130 km/t, med unntak av strekningen fra Sira til Littemoen (468,9 - 469,5) hvor hastigheten må ned i 90 km/t. Ved innkjøring til Moi stasjon må man ned i en hastighet på 95 km/t.

Fra Moi og til Egersund varierer hastigheten mellom 105 og 130 km/t, med unntak av nedsett hastighet gjennom det rasfarlige området i Drangsdalen hvor dagens pluss-hastighet er beholdt (km 478,9 - 487,8), og gjennom Heskestad stasjon hvor hastigheten må ned i 90 km/t (km. 491,2 - 491,9).

På strekningene km 399,6 - 402,8; 443 - 445,5; 469,5 - 472,1 er det mulig ut fra kurvaturen å øke hastigheten til 145 - 160 km/t. Men disse strekningene anses for korte til å gi noen tidsgevinst, p.g.a. akselerasjon og retardasjon.

Planoverganger

Det er i dag totalt 108 planoverganger på strekningen. 78 av disse planovergangene foreslås nedlagt som følge av dårlig sikt for kryssende trafikk. 3 planoverganger må legges ned som følge av hastigheter over 130 km/t. I tillegg foreslås det at planovergang ved km 511,114 legges ned. Overhøyden kan da justeres slik at hastigheten kan økes gjennom Helleland st.

Banetekniske tiltak

Følgende sporveksler fjernes:

- sporveksel ved Agder maskin (km 376,03)
- sporveksel nr. 10 ved Snartemo (km 428,8)
- sporveksel nr. 3 ved Sandvatn (km 442,25)
- sporveksel nr. 5 ved Storekvina (km 446,35)
- sporveksel nr. 4 ved Gyland (km 453,45)
- sporveksel nr. 6, 12 og 14 ved Sira (km 468)

På strekningen mellom Sira og Uland er det på partier (ca. 200 meter) problemer med pumpeviller. Disse 200 meterne må renses med sugebil eller gravemaskin.

Ved Kvineshei (km 438,3) må man flytte sporfeltet ut av kurven.

Det må foretas ballastrensing på 1800 meter i dagen ved Gyland st og 6800 meter gjennom Gylandstunnelen. I tillegg er det foreslått ballastrensing på noen kortere partier.

For hele strekningen sett under ett er det foreslått flere tiltak på justering av horisontaltrase. Strekningen har spesielt mange korte rettilinjer som foreslås fjernet ved å forlenge tilstøtende overgangskurver.

Kontaktledningsanlegg

Mellom Audnedal (km 419,3) og Sira (km 468,6) består kontaktledningsanlegget av system 20B, med en hastighetsstandard på 160 km/t (med en strømvaktaker). Mellom Kristiansand og Audnedal og Sira - Egersund finnes system 35 med en hastighetsstandard på 150 km/t. Det er ikke foreslått tiltak på kl-anlegget, men anlegget som består av system 35 har passert sin teknisk/økonomiske levetid på 40-50 år.

Sikringsanlegg

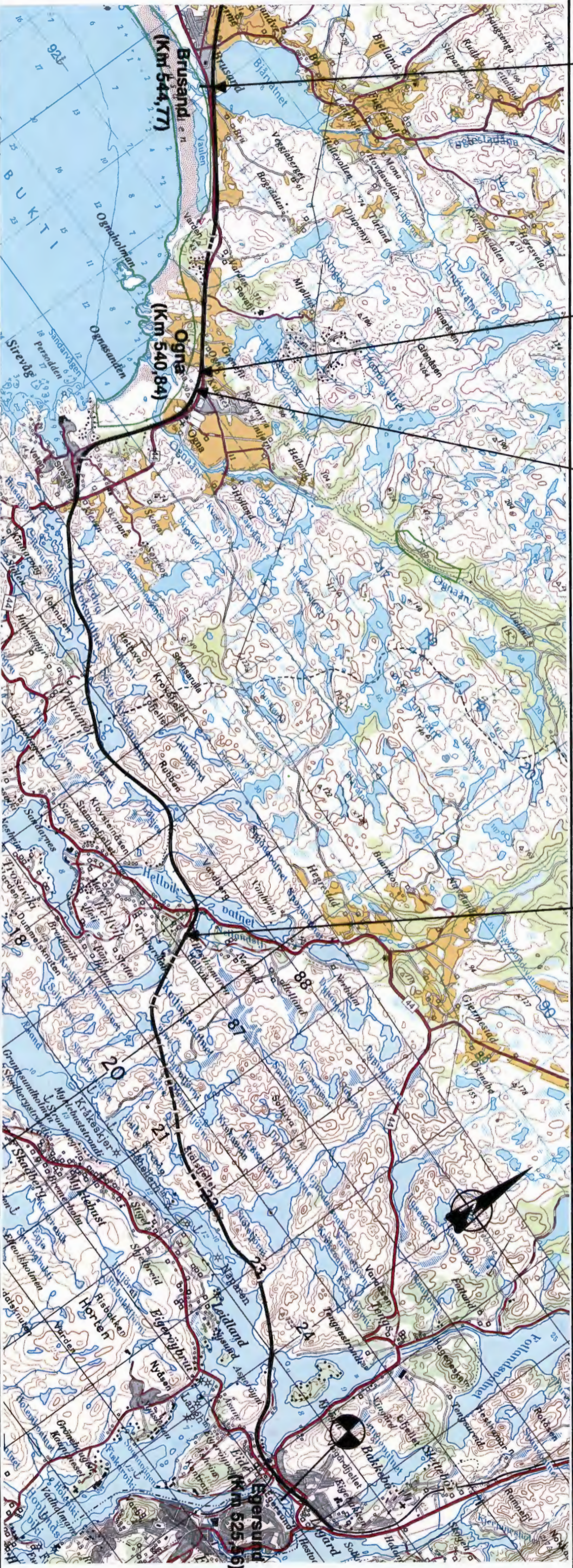
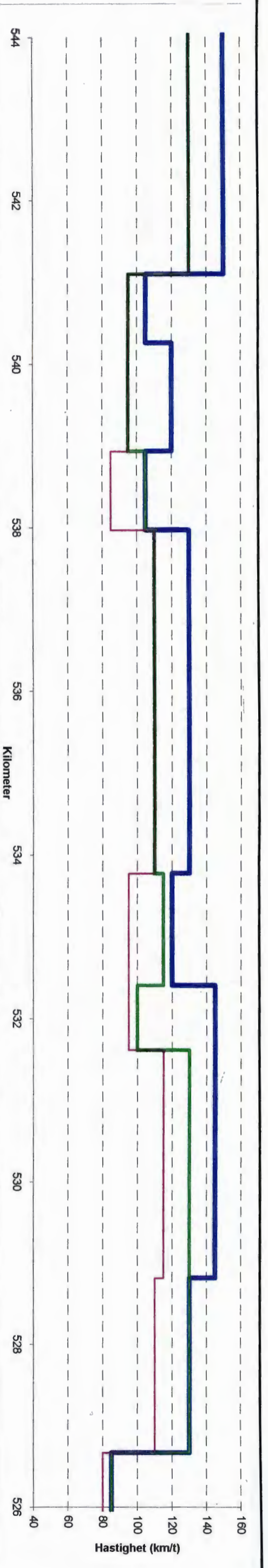
26 forsignal (innkjør/utkjør) må flyttes for å tilfredsstille økt hastighet. I tillegg må 4 innkoplingsfelt for planoverganger flyttes, og det må legges inn 3 ekstra drivmaskiner i sporveksel.

Andre prosjekter

For strekningen Egersund - Moi foreligger en mulighetsstudie (NSB Bane Region Sør 1993) som sammenlikner opprusting med dimensjonerende hastighet 160 km/t og en direkte linje med 200 km/t. Det er også utarbeidet hovedplan og reguleringsplan for strekningen Likningsstjønnna-Moi, rassikring/linjeomlegging Drangsdalen (NSB Bane Region Sør 1994), med dimensjonerende hastighet på 200 km/t.

KOSTNADER (Kristiansand - Egersund)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemetere/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	78 stk	13.889
Nedleggelse av planovergang med varselampe		
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	3 stk	1.163
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	6 stk	18
Nye hastighetssignal	154 stk	154
Ballastrensing	10900 m	7.852
Nye traubruer (< 8,6 m)		
Nye traubruer (< 15 m)		
Bytte sviller og ledeskinner foran bruer	4	240
Skinnebytte		
Svullebytte		
Svullebytte i sporveksel	3 stk	255
Fjerne sporveksel	8 stk	800
Justering av horisontaltrasè		2.708
Diverse (bl.a. en planovergang ved Helleland st)		2.062
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	8 stk	6.292
Flytting av forsignal (utkjør)	18 stk	4.815
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	4 stk	118
Ekstra drivmaskin	3 stk	252
Sum kostnader		40.618
Ufordelte kostnader	15 %	6.093
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		46.711
Offentlige avgifter	16 %	7.474
Totale kostnader		54.185



Flytte forsignaler ved Brusand st.

Ballastensning 300 m ved Ognå st.

Flytte forsignaler og forlengte kryssingssporet ved Ognå st.

Flytte forsignaler ved Hellvik st.

Tegnforklaring

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet
- Trasé i dagen
- - - Trasé i tunnel

NSB Bane Region Sør

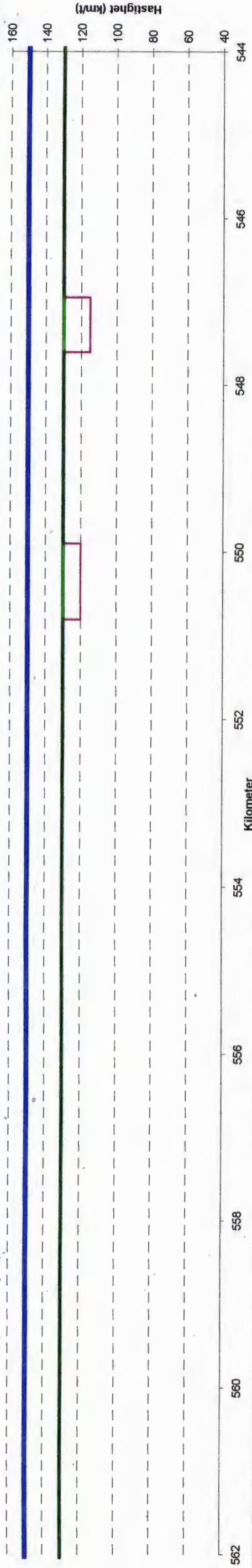
Parsell: Egersund - Stavanger

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Egersund - Brusand

Dato: 15.05 1996

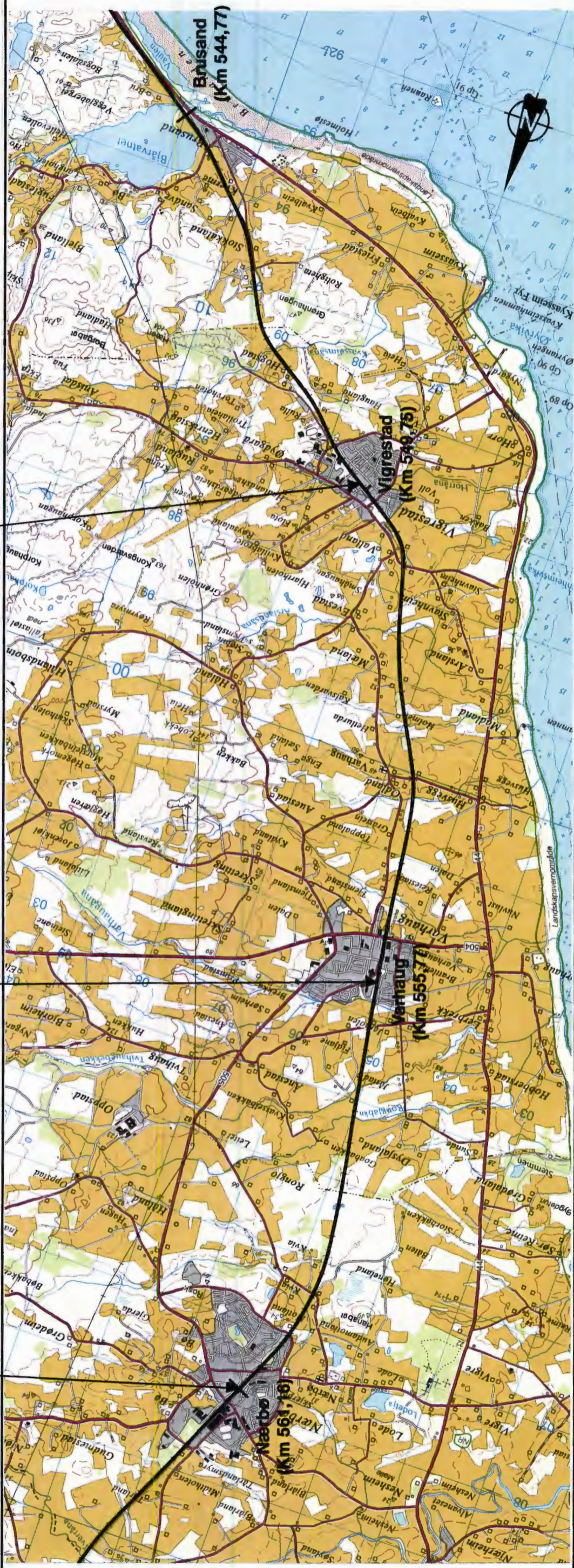
Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler og fjerne sporveksel 17 ved Nærbø st.

Flytte forsignaler ved Varhaug st.

Flytte forsignaler og fjerne sporveksel 3 ved Vigrestad st.



Tegnforklaring

- Trase i dagen
- - - Trase i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimalalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

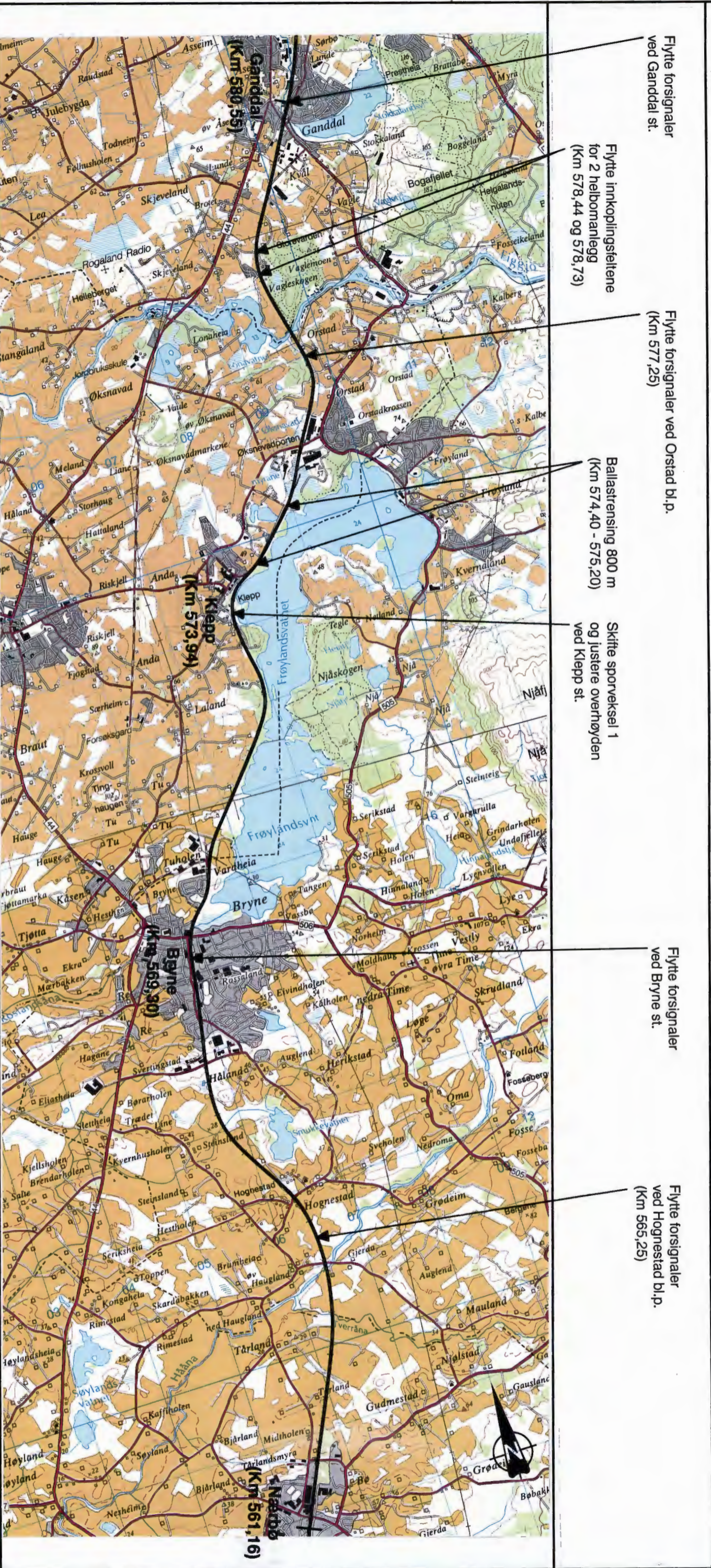
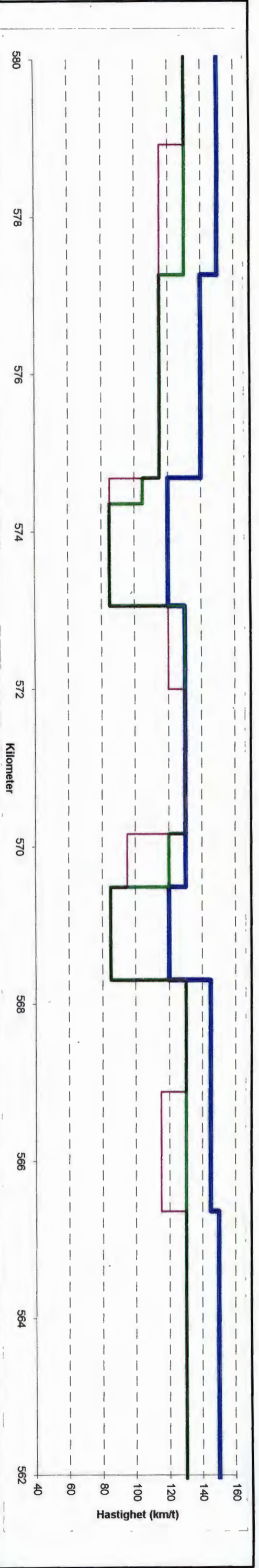
Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Egersund - Stavanger

Strekning: Brusand - Nærbø

Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler ved Ganddal st.

Flytte innkoplingssteltene for 2 heibomanlegg (Km 578,44 og 578,73)

Flytte forsignaler ved Orstad bl.p. (Km 577,25)

Ballastrensing 800 m (Km 574,40 - 575,20)

Skifte sporveksel 1 og justere overhøyden ved Klepp st.

Flytte forsignaler ved Bryne st.

Flytte forsignaler ved Hognestad bl.p. (Km 565,25)

Tegnforklaring

Trasé i dagen

Trasé i tunnel

Eksisterende hastighet

Minimumsalternativet

Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

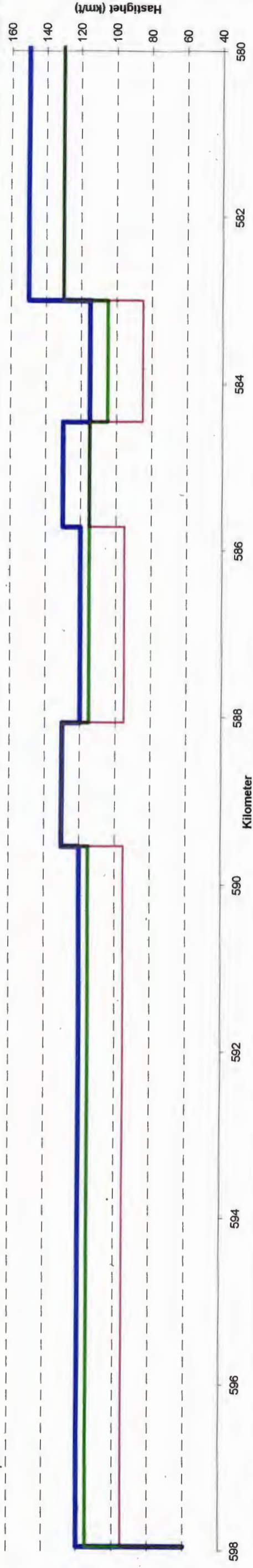
Parsell: Egersund - Stavanger

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Strekning: Nærbø - Ganddal

Dato: 15.05 1996

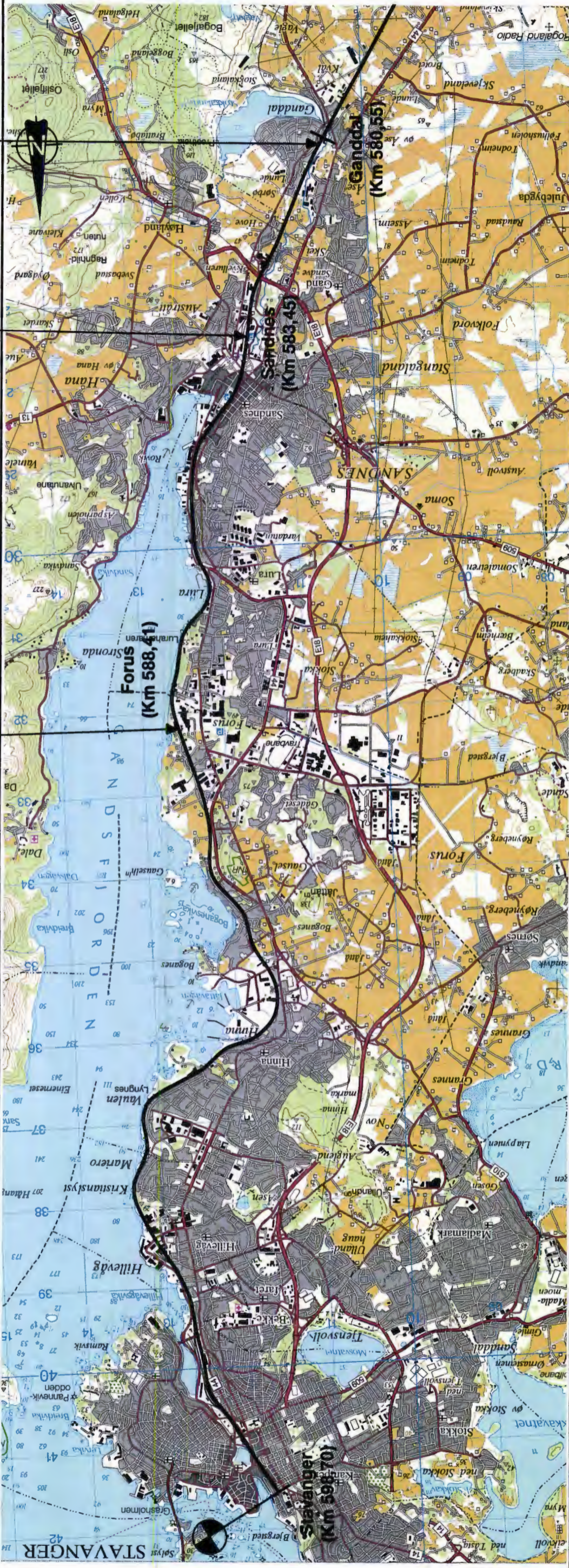
Målestokk: 1:50.000



Flytte forsignaler og fjerne sporveksel 9 ved Forus st.

Flytte forsignaler ved Sandnes st.

Flytte sporveksel ut av hovedspor og omlegging av sidespor ved Ganddal st.



Tegnforklaring

- Trasé i dagen
- - - - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Maksimalalternativet

NSB Bane Region Sør

Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen

Dato: 15.05 1996

Parsell: Egersund - Stavanger

Strekning: Ganddal - Stavanger

Målestokk: 1:50.000

2.3.10 Egersund - Stavanger (km 525,56 - 598,7)

Horisontalkurvatur

Strekningen fra Ogna til Sandnes på Jæren er en av de beste i Norge når det gjelder horisontalkurvatur. Fra Sandnes til Stavanger går banen gjennom bymessig strøk.

Fra Egersund og fram til Ogna varierer hastigheten mellom 105 og 130 km/t, med unntak av strekningen mellom Skjelbred (km. 528,8) og Hellvik (532,7) hvor det er mulig å øke hastigheten til 145 km/t. Mellom Ogna og Hognestad (km 541,1 - 565,4) tillater horisontalkurvaturen 150 - 160 km/t, men standarden på kontaktledningsanlegget tillater bare 150 km/t. Fra Hognestad og fram til Stavanger varierer hastigheten mellom 120 og 150 km/t, med unntak av Sandnes stasjon hvor hastigheten må ned i 115 km/t, samt innkjøring til Stavanger hvor hastigheten er 60 km/t.

På strekningen km 570,1 - 573,1 tillater kurvaturen hastigheter over 130 km/t, men hastighetsavsnittet anses for kort til å gi tidsgevinst av betydning.

Planoverganger

Det er i dag kun 5 planoverganger på strekningen. 2 usikra planoverganger vil måtte legges ned som følge av økt hastighet. I tillegg må en usikra planovergang ved Ganddal st nedlegges p.g.a. hastighet over 130 km/t. Men nedleggelsen av denne planovergangen må ses i sammenheng med hovedplan Ogna - Sandnes og hovedplan Godsterminal Ganddal. Det er ikke lagt inn kostnader for nedleggelse av denne planovergangen, da omfanget av tiltaket ikke blir avklart før hovedplanen for ny godsterminal er ferdig.

Banetekniske tiltak

Følgende sporveksler fjernes:

- sporveksel nr. 3 ved Vigrestad (km 549,47)
- sporveksel nr. 17 ved Nærbø (km 561,69)
- sporveksel nr. 9 ved Forus (km 588)

Sporveksel 1 ved Klepp st må byttes (km 573,782), samtidig som overhøyden i kurven heves til 100 mm.

Det må foretas ballastrensing på 1100 meter.

På strekningen mellom km 527 og 530 er det på partier (ca. 100 meter) problemer med pumpevillier. Disse 100 meterne må renses med sugebil eller gravemaskin.

Man må bytte mellomlegg/flesk på skinnestiver på 3 km mellom Egersund og Ogna.

For hele strekningen sett under ett er det foreslått flere tiltak på justering av horisontaltasè. På Jærbanen er det foreslått justering av overhøyde og forlengelse av overgangskurver for hastigheter 160-200 km/t. Dette har sammenheng med en eventuell gjennomføring av hovedplan Ogna-Sandnes. En slipper da å justere samme kurven to ganger.

Ved Ganddal stasjon foreslås det å flytte kurveveksel inn på sidespor, samtidig som sporet til omformerstasjonen legges om.

Kontaktledningsanlegg

På strekningen Egersund - Stavanger består kontaktledningsanlegget av system 35 med en hastighetsstandard på 150 km/t. Det er ikke foreslått tiltak på Kl-anlegget, men anlegget har passert sin teknisk/økonomiske levetid på 40-50 år.

Sikringsanlegg

En mulig økning av hastigheten til 160 km/t flere steder på parsellen vil medføre store kostnader for signalanlegget. 40 signal for innkjør/utkjør må flyttes. I tillegg må 4 innkoplingsfelt for helbomanlegg flyttes, og 17 sporveksel må få ekstra drivmaskin.

Egne prosjekter

Forlengelse av kryssingsspor på Ogna stasjon med 300 meter til 720 meter er kostnadsberegnet til 6,2 mill.kr. En vil da kunne fjerne en kurveveksel, og gjennomkjøringshastigheten kan heves.

Andre prosjekter

Det er laget en egen hovedplan for Ogna-Sandnes som omhandler økning av hastigheten til 160 - 200 km/t på deler av strekningen. Et eget alternativ for krengetog i 160 km/t er utarbeidet. Alternativet inneholder noe kurvetrettinger samt nødvendige vedlikeholdsprosjekter. Investeringene er på 107 mill.kr og nødvendige vedlikeholdstiltak på 86 mill.kr. Kostnadene til vedlikehold vil være riktig ut fra en teknisk/økonomisk levetidsanalyse (nytt Kl-anlegg). Deler av denne hovedplanen må gjennomføres før en kan heve hastigheten til 150 - 160 km/t mellom Ogna og Sandnes.

KOSTNADER (Egersund - Stavanger)

Tiltaksbeskrivelse	Løpeme-ter/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktikrav)	0 stk	0
Nedleggelse av planovergang med varsellampe	0 stk	0
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	2 stk	1.806
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	4 stk	12
Nye hastighetssignaler	38 stk	38
Ballastrensing	1100 m	747
Nye traubruer (< 8,6 m)		
Nye traubruer (< 15 m)		
Bytte sviller og ledeskinner foran bru		
Skinnebytte		
Svillerbytte		
Svillerbytte i sporveksel		
Skifte mellomlegg/flesk	3000 m	270
Skifte sporveksel	1 stk	800
Fjerne sporveksel	3	300
Justering av horisontaltrasè		2.246
Diverse		1.360
Sikringsanlegg		
Flytting av forsignal (innkjør)	20 stk	20.568
Flytting av forsignal (utkjør)	20 stk	4.318
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	4 stk	892
Ekstra drivmaskin	17 stk	1.427
Sum kostnader		34.784
Ufordelte kostnader	15 %	5.218
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		40.002
Offentlige avgifter	16 %	6.400
Totale kostnader		46.402

2.3.11 Heving av justeringsstandard

Antall kilometer sporjustering vil øke for maksimalalternativet i forhold til minimumsalternativet. Dette har sammenheng med at kvalitetsklassene K1 og K0 vil bli brukt for henholdsvis delstrekninger med hastigheter over 125 km/t og over 145 km/t. Samtidig vil en få en generell økning av hastigheten på store deler av strekningen. Mengden av sporjustering er vist i tabellen nedenfor. Denne økningen vil også være gjeldende for mengden av skinnesliping og sporvekseljustering.

Tiltak	Drammen - Kr.sand		Kr.sand - Stavanger	
	Mengde	Kostnad	Mengde	Kostnad
Sporjustering	302,5 km	5,70 mill.kr	217,5 km	4,10 mill.kr
Ballastfordeler	302,5 km	1,64 mill.kr	217,5 km	1,18 mill.kr
Sliping	215,5 km	4,28 mill.kr	184 km	3,65 mill.kr
Pukksupplering	45.380 m ³	7,03 mill.kr	32620 m ³	5,06 mill.kr
Sporvekseljustering	110 stk	1,33 mill.kr	95 stk	1,15 mill.kr
Enhetskostnad		19,98 mill.kr		15,14 mill.kr
Ufordelte kostnader	15 %	3,00 mill.kr	15 %	2,27 mill.kr
Enhetskostnad (inkl. ufordelte kostnader)		22,98 mill.kr		17,41 mill.kr
Offentlige avgifter	16 %	3,68 mill.kr	16 %	2,79 mill.kr
Total kostnad		26,66 mill.kr		20,20 mill.kr

Kostnader for tiltak på overbygningen, som er lagt inn under de ulike parsellene, vil være med på å nå målet for kvalitetsklasser.

2.3.12 Sammenstilling av maksimalalternativet

Nedenfor er det presentert en sammenstilling av kostnadene (investering og vedlikehold) for alle parsellene mellom Drammen og Stavanger. I tillegg er det tatt med kostnader for heving av justeringsstandard på strekningen.

Nødvendige tiltak for kjøring med krengetog	Km	Parsell	Kostnad
			(mill.kr)
	52,86-70,22	Drammen - Hokksund	60,78
	70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	59,24
	145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	55,60
	248,90-281,41	Skorstøl - Nelaug	14,02
	281,41-365,29	Nelaug - Kristiansand	26,37
	365,29-525,56	Kristiansand - Egersund	54,19
	525,56-598,70	Egersund - Stavanger	46,40
	52,86-365,29	Heving av justeringsstandard	26,66
	365,29-598,70	Heving av justeringsstandard	20,20
Totale kostnader (direkte relatert til krengetog):			363 mill.kr

2.3.13 Kjøretidsberegning

Tabellen nedenfor viser en oversikt over kjøretider mellom de stasjonene som dagens ekspressstog stopper ved. Stasjonsoppholdet er satt til 1 minutt, og det er beregnet 4 % slakk i forhold til teoretisk kjøretid. Reduseres antall stopp, vil en spare 1 minutt i stasjonsopphold og 0,5 - 1 minutt i kjøretid for hvert stopp. Spart kjøretid vil være avhengig av hastigheten før og etter stasjonen, samt hastighetsnivået gjennom stasjonen. Kjøretiden tar hensyn til en frekvensøkning.

Km	Stasjon	DRAMMEN - STAVANGER		STAVANGER - DRAMMEN	
		Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid	Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid
52,9	Drammen	0:00	0:00	0:26	5:36
99,4	Kongsberg	0:26	0:26	0:01	5:10
99,4	Kongsberg	0:01	0:27	0:29	5:09
145,9	Nordagutu	0:29	0:56	0:01	4:40
145,9	Nordagutu	0:01	0:57	0:11	4:39
163,4	Bø	0:11	1:08	0:01	4:28
163,4	Bø	0:01	1:09	0:34	4:27
220,7	Neslandsvatn	0:34	1:43	0:01	3:53
220,7	Neslandsvatn	0:01	1:44	0:11	3:52
237,1	Gjerstad	0:11	1:55	0:01	3:41
237,1	Gjerstad	0:01	1:56	0:26	3:40
281,3	Nelaug	0:26	2:22	0:01	3:14
281,3	Nelaug	0:01	2:23	0:52	3:13
365,2	Kristiansand	0:52	3:15	0:05*	2:21
365,2	Kristiansand	0:05*	3:20	0:37	2:16
428,9	Snartemo	0:37	3:57	0:01	1:39
428,9	Snartemo	0:01	3:58	0:26	1:38
477,2	Moi	0:26	4:24	0:01	1:12
477,2	Moi	0:01	4:25	0:30	1:11
525,6	Egersund	0:30	4:55	0:01	0:41
525,6	Egersund	0:01	4:56	0:21	0:40
569,3	Bryne	0:21	5:17	0:01	0:19
569,3	Bryne	0:01	5:18	0:08	0:18
583,5	Sandnes	0:08	5:26	0:01	0:10
583,5	Sandnes	0:01	5:27	0:09	0:09
598,7	Stavanger	0:09	5:36	0:00	0:00

* Redusert oppholdstid på Kristiansand st til 5 minutter p.g.a. motorvognsett.

Totalt vil kjøretiden for Drammen - Stavanger - Drammen bli 5:36. Dagens kjøretid (R95) med tilsvarende stoppmønster er på 6:51 for raskeste tog. En reduserer da kjøretiden med 75 minutter.

3. ANDRE NØDVENDIGE INVESTERINGS-/ VEDLIKEHOLDSPROSJEKTER

I tillegg til de kostnadene som direkte kan relateres til innsetting av krengetog, er det nedenfor vist en oversikt over investeringsprosjekter som er nødvendig å gjennomføre før innføring av krengetog på Sørlandsbanen, dersom frekvensen skal økes. I tillegg er det vist tiltak som er nødvendig å gjennomføre på litt lengre sikt.

Prosjektene er nødvendig å gjennomføre for både minimums- og maksimalalternativet.

3.1 Strømforsyningskapasitet

I forbindelse med innføring av krengetog forventes det en økning av frekvensen på Sørlandsbanen. Strømforsyning er i dag et kritisk punkt, spesielt samtrafikken mellom to godstog og godstog/personstog. Strekningen Kristiansand - Stavanger er den mest kritiske. Bygging av omformerstasjon på Kjelland vil være ferdig i starten av 1998 (kostnadsberegnet til 62 mill.kr). Dette vil gi tilstrekkelig kapasitet på strekningen Sira-Stavanger. Mellom Kristiansand og Sira er det foreslått omformerstasjon på Leivoll (kostnadsberegnet til 20 mill.kr). P.g.a. problemer med konsesjon for framføring av høyspentkabel, er det forventet at dette anlegget ikke blir ferdig før ved årsskifte 1999/2000. Ved innføring av krengetog på Sørlandsbanen antas det at begge disse prosjektene er ferdigstilt, noe som gjør at strømforsyningen ikke er begrensende mellom Kristiansand og Stavanger.

Mellom Kongsberg og Kristiansand er det begrensninger på togtfølgetiden på 15-30 minutter (avhengig av togtyper). Dagens effektuttak ligger på grensen av hva som er anbefalende med den installerte effekten det er på strekningen. BrS Teknikk - anbefale at det bygges ny omformerstasjon på Neslandsvatn (kostnadsberegnet til ca. 110 mill.kr) før en eventuell frekvensøkning med personstog. Krengetog (BM71/X2) har tilnærmet samme effektuttak som dagens lok (EL17/EL14), p.g.a. at krengetogene har bedre akselerasjonsevne. Det foreslås at ny omformerstasjon på Neslandsvatn bygges etter Leivoll omformerstasjon. Med en anleggstid på 3 år og anleggstart ved årsskifte 1999/2000 vil omformerstasjonen være ferdig ved årsskifte 2002/2003. Ved å beregne effektuttaket for den forventede frekvensøkningen for person- og godstog (8 personstog og 6 godstog), finner en at persontogene vil bruke 42 % av den installerte effekten på Neslandsvatn omformerstasjon. Resten vil økningen i godstrafikken bruke. Det antas at Neslandsvatn omformerstasjon er i drift i 2003, og at 42 % av investeringene belastes persontogene (ca. 46 mill.kr). Tiltaket gir mulighet for å øke frekvensen til 14 tog (7 tog i hver retning pr dag) mellom Oslo og Kristiansand. Det tas forbehold om at kryssingsmønsteret blir noenlunde det samme som dagens situasjon. En eventuell økning av godstrafikken vil også

inkludere flere tiltak på strømforsyningen. Det vises forøvrig til «Hovedplan for strømforsyning, Asker - Kristiansand».

Det er viktig å merke seg at bedring av strømforsyningen ikke bare er avhengig av nye omformerstasjoner/trafostasjoner, men det er også avhengig av fornying av kl-anlegget. Fornyning av kl-anlegget er omtalt i kapittel 3.3.

En oppgradering av anlegg for returstrøm og sugetratoer anses som nødvendig før EL18 innføres på Sørlandsbanen. Dette tiltaket vil også komme et eventuelt krengetog til nytte. Tiltaket er kostnadsberegnet til ca. 30 mill.kr.

3.2 Ombygging/nye kryssingsspor

For å bedre punktligheten og øke frekvensen på Sørlandsbanen, er det nødvendig med bygging av nye/forlengte eksisterende kryssingsspor. Kryssingssporene Kreking, Hjukebø, Heretoss og Ognå foreslås forlengt i forbindelse med fjerning av kurveveksel. Disse tiltakene har ingen innvirkning på reisetiden av betydning, men vil av komfortmessige årsaker være viktig å gjennomføre. Det kan nevnes at kurveveksel var et av tre problemområder ved innføring av krengetog i Sverige.

Fra utredningen «På kryss og tvers av Sørlandsbanen» er det sett nærmere på tiltak for kryssingsspor i forbindelse med innføring av krengetog på Sørlandsbanen.

Rapporten konkluderer med at det er nødvendig å bygge to nye kryssingsspor, ved Lyser og Leivoll. I tillegg anses det som nødvendig å forlengte kryssingssporene ved Nordagutu, Helleland og Varhaug.

Siden det ikke er aktuelt å øke frekvensen mellom Oslo og Kristiansand, anses det ikke nødvendig med utbygging på denne strekningen ved innføring av krengetog i 1999/2000. Men en utbygging av kryssingsspor og samtidig innkjør vil gi mulighet for redusert kjøretid. Det antas at Lyser kryssingsspor er ferdig utbygd til 1999. Dette vil først og fremst være til nytte for godstrafikken. Ved økning av frekvensen i 2003, vil det være nødvendig å forlengte Nordagutu kryssingsspor til 700 m (investeringskostnader på 12 mill.kr).

For strekningen Kristiansand - Stavanger vil det bli foreslått en frekvensøkning.

Dette gjør at det er nødvendig å gjennomføre følgende tiltak på kryssingssporene (investeringskostnader):

- Bygging av Leivoll kryssingsspor (700 m) 36 mill.kr
- Forlengte Helleland kryssingsspor (550 m) 18 mill.kr
- Forlengte Varhaug kryssingsspor (600 m) 6 mill.kr

Dette gir et investeringsbehov på 60 mill.kr. For nye kryssingsspor er samtidig innkjøp inkludert i kostanden, mens ved forlengelse av eksisterende kryssingsspor regnes dette som vedlikehold (nødvendig med helt nytt sikringsanlegg).

3.3 Kontaktledningsanlegget

Ut fra systembeskrivelsen for system 35 («Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95) er hastigheten for kl-anlegget maksimum 150 km/t for hele strekningen med en strømvatner. (Dette forutsetter ferdigstillelse av strekningen Lunde-Neslandsvatn). Selv om andre jernbanetekniske tiltak tilsier en økning av hastigheten til 160 km/t, er maksimal hastighet redusert til 150 km/t. Det er dermed ikke behov for utskifting av kl-anlegg ut fra hastighetsstandard. Men alderen på anlegget varierer mellom 40-50 år mellom Neslandsvatn-Audnedal (km 220,8 - 419,3) og Sira-Stavanger (km 468,6 - 598,7). Den teknisk/økonomiske levetiden er dermed passert på disse to strekningene, og anleggene bør fornyes. En frekvensøkning vil også øke slitasjen på anlegget. Tabellen nedenfor gir et forslag til fornying.

Km	Strekning	Antall km	Kostnad	Prioritet
248,9 - 419,3 og 468,6 - 598,7	Skorstøl - Audnedal og Sira - Stavanger	300 km	290 mill.kr *	1
177,5 - 248,9	Lunde - Skorstøl	71 km	95 mill.kr **	2
Total kostnad			385 mill.kr	

* Kostnadene for nytt kl-anlegg i investeringsprosjektene «Rassikring av Drangsdalen», «Linjeutretting Ogna - Sandnes» og «Nytt 2.spor Mariero - Stavanger» er skilt ut fra denne kostnaden.

** På strekningen Lunde - Neslandsvatn er det montert nye master.

Sett i lys av sammenkoplingen mellom Vesfoldbanen og Sørlandsbanen er strekningen Skorstøl - Stavanger prioritert foran Lunde - Skorstøl. En videre detaljering, med bl.a. flere delstrekninger, er ikke gjort her.

3.4 Oppsummering av andre investerings-/vedlikeholdsprosjekter

Oppsummert vil følgende investeringsprosjekter være nødvendig å gjennomføre før frekvensen økes på Sørlandsbanen:

	KM	KOMMENTAR	KOSTNAD
Andre nødvendige investeringsprosjekter	Kjelland omformerstasjon	Ferdig 1997/1998	
	Leivoll omformerstasjon	Ferdig 1999/2000	
	Lyser kryssingsspor	Ferdig 1999	
	Nytt kryssingsspor ved Leivoll	Ferdig 1999	36,00
	Forlengte kryssingsspor ved Helleland	Ferdig 1999	18,00
	Forlengte kryssingsspor ved Varhaug	Ferdig 1999	6,00
	Neslandsvatn omformerstasjon	Bygging 2000-2002	46,00
Totale kostnader (nødvendige investeringsprosjekter)			118 mill.kr

I tillegg vil følgende prosjekter være av positiv betydning ved innføring av krengetog på Sørlandsbanen:

- Gjennomføre tiltak på stasjoner for å fjerne kurveveksel («egne prosjekter»).
- Ombygging av Krekling st (5 mill.kr), ombygging av Hjuksebø st (6 mill.kr) og forlengte kryssingsspor ved Herefoss st (4,25 mill.kr) og Ogna st (6,2 mill.kr). Disse tiltakene er kostnadsberegnet til 21,5 mill.kr.
- Oppgradering av anlegg for returstrøm og sugetrafoer på strekningen Drammen - Stavanger. Kostnadsberegnet til ca. 30 mill.kr.
- Utskifting av kl-anlegg der den teknisk/økonomiske levetiden er passert (385 mill.kr). Strekkninger det er planlagt nyanlegg er holdt utenfor.

Kostnaden for disse tiltakene er beregnet til ca. 437 mill.kr.

4. SAMLEOPPSTILLING FOR ALTERNATIVENE

Tabellen nedenfor viser kjøretiden på definerte strekninger for eksisterende tog (raskeste tog i ruteplan 95), maksimal- og minimumsalternativet. «Redusert kjøretid» er differansen mellom eksisterende kjøretid (R95) og maksimalalternativet.

Km	Parsell	Eks. kjøretid	Kjøretid maks.alt.	Redusert kj.tid (eks. - maks.alt.)	Kjøretid min.alt.
52,86-70,22	Drammen-Hokksund	0:12	0:09	0:03	0:10
70,22-145,95	Hokksund-Nordagutu	0:58	0:48	0:10	0:54
145,95-248,90	Nordagutu-Skorstøl	1:20	1:06	0:17*	1:17
248,90-281,41	Skorstøl-Nelau	0:26	0:20	0:06	0:22
281,41-365,29	Nelau-Kristiansand	1:00	0:52	0:08	0:56
	Kjøretid Drammen-Kristiansand	3:56	3:15	0:41	3:39
	Stasjonsstopp Kristiansand	0:10	0:05	0:05	0:05
365,29-525,56	Kr.sand-Egersund	1:55	1:36	0:19	1:49
525,56-598,70	Egersund-Stavanger	0:50	0:40	0:10	0:43
	Kjøretid Kristiansand-Stavanger	2:45	2:16	0:29	2:32
	Kjøretid Drammen-Stavanger	6:51	5:36	1:15	6:16

* Ca. 5 minutter av kjøretidsreduksjon er p.g.a. nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvahn samt foreslåtte tiltak mellom disse stasjonene.

4:35

4.1 Rangering av parseller

Som kriterium for rangering mellom parsellene har vi benyttet *kostnad pr. innspart minutt (minuttkostnad)* eller *kostnad pr. innspart personminutt (minuttkostnad pr. reisende)*. For beregning av minuttkostnaden har en brukt forskjellen i kjøretid mellom eksisterende og maksimalalternativet, samt kostnadene for maksimalalternativet.

For beregning av minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk i 1996 ved tellepunktene Lunde (440.000) for strekningen Drammen - Kristiansand, og Sira (270.000) for strekningen Kristiansand - Stavanger. Trafikkallene er eksklusiv nattogene. De beregna minuttkostnadene i tabellen nedenfor blir da delt på strekningsbelastningen, noe som gir minuttkostnad pr reisende. Lokaltrafikken Drammen - Kongsberg og Egersund - Stavanger er holdt utenfor. Det antas at de foreslåtte tiltakene ikke vil ha større betydning for denne trafikken.

Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	60,78	0:03	20,26	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	59,24	0:10	5,92	6
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	55,60	0:17	3,27	3*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelau	14,02	0:06	2,34	1
281,41-365,29	Nelau - Kristiansand	26,37	0:08	3,30	4
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	54,19	0:19	2,85	2
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	46,40	0:10	4,64	5

* Parsellen faller ned på en femtepllass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvahn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

Rangeringen for minuttkostnad pr reisende er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min-pass)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	20,26	46,05	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	5,92	13,45	5
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	3,27	7,43	2*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelau	2,34	5,32	1
281,41-365,29	Nelau - Kristiansand	3,30	7,50	3
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	2,85	10,56	4
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	4,64	17,19	6

* Parsellen faller ned på en femtepllass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvahn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

4.2 Fordeling mellom investering og vedlikehold for minimums- og maksimalalternativet

Før innføring av krengetog på eksisterende bane må man gjennomføre en rekke tiltak som begrenser hastigheten. Mange av disse tiltakene er vedlikeholdstiltak som uansett ville blitt gjennomført om noen år, mens andre tiltak er investeringer som gir en høyere standard på banen og som må gjennomføres fordi man ønsker å kjøre krengetog med høyere hastighet enn dagens tog. Nedenfor er gjort en skjønnsmessig fordeling av kostnadene på investering og vedlikehold.

Banetekniske tiltak

Alle banetekniske tiltak anses som vedlikehold. Unntaket er nye hastighetsskit og nye traubruer som blir regnet som investering.

Planovergangnedleggelse
Alt regnes som investering.

Signal- /sikringsanlegg

Alt regnes som investering. Dette gjelder flytting av forsignal og innkopplingsfelt for planoverganger, samt ekstra drivmaskiner for sporveksel.

Heving av justeringsstandarden

All spor- og sporvekseljustering samt sliping anses som vedlikehold.

Minimumsalternativet

Fordeling mellom investering og vedlikehold for minimumsalternativet er oppsummert i tabellen nedenfor.

Km	Parsell	Investering (mill.kr)	Vedlikehold (mill.kr)	Sum (mill.kr)
52,86-365,29	Drammen - Kristiansand	7,20	15,90	23,10
365,29-598,70	Kristiansand - Stavanger	2,88	19,32	22,20
Total kostnad	Drammen - Stavanger	10,08	35,22	45,30

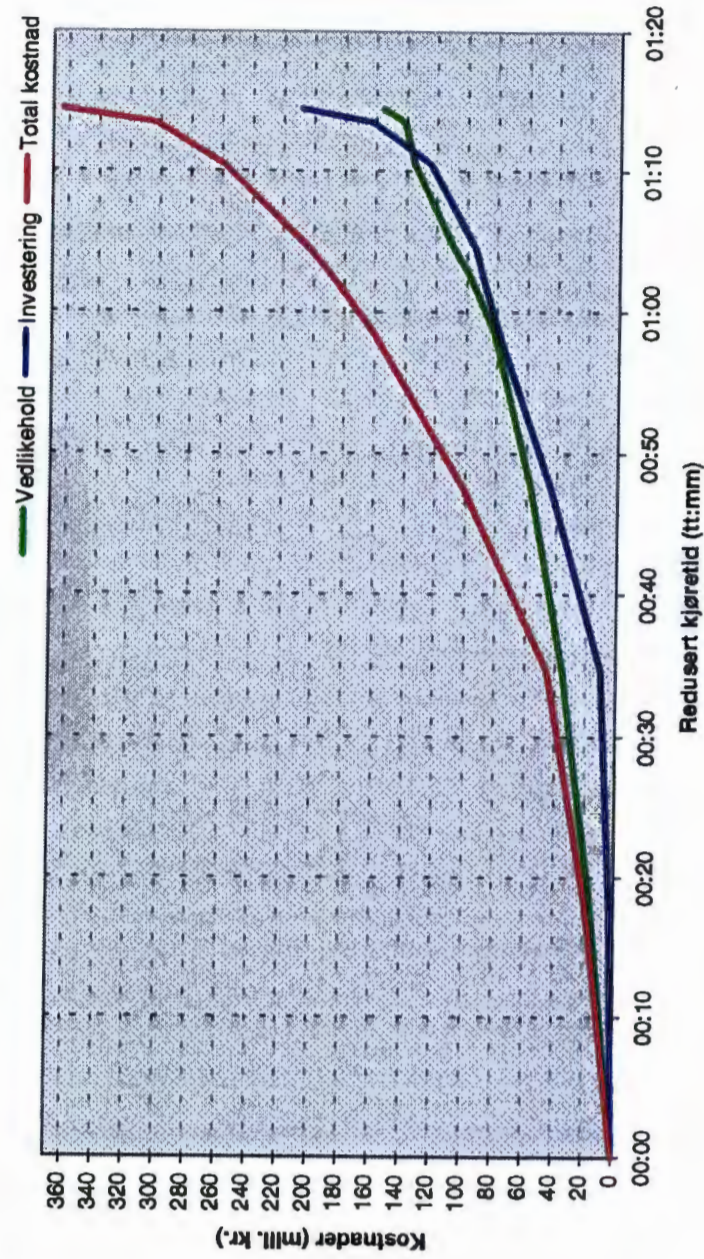
Maksimalalternativet

Fordeling mellom investering og vedlikehold for maksimalalternativet er oppsummert i tabellen nedenfor.

Km	Parsell	Investering (mill.kr)	Vedlikehold (mill.kr)	Sporjustering (mill.kr)	Sum (mill.kr)
52,86-70,22	Drammen-Hokksund	46,98	13,80		60,78
70,22-145,95	Hokksund-Nordagutu	35,00	24,24		59,24
145,95-248,90	Nordagutu-Skorstøl	34,84	20,76		55,60
248,90-281,41	Skorstøl-Nelaug	4,72	9,30		14,02
281,41-365,29	Nelaug-Kristiansand	12,03	14,34		26,37
Total kostnad	Drammen-Kr.sand	133,57	82,44	26,66	242,67
365,29-525,56	Kr.sand-Egersund	35,39	18,80		54,19
525,56-598,70	Egersund-Stavanger	38,70	7,70		46,40
Total kostnad	Kr.sand-Stavanger	74,09	26,50	20,20	120,79
Total kostnad	Drammen-Stavanger	207,66	108,94	46,86	363,46

4.3 Kjøretidsreduksjon med tilhørende kostnader

Figuren nedenfor viser grafisk kostnaden (investering og vedlikehold) for ulike kjøretidsreduksjoner.



Tabellen nedenfor viser investering, vedlikehold og totale kostnader for kjøretidsreduksjon i intervall på 20 minutter.

Kjøretidsreduksjon	Investering (mill.kr)	Vedlikehold (mill.kr)	Totale kostnader (mill.kr)
20 minutter	3,73	17,82	21,55
40 minutter	23,03	43,64	66,67
60 minutter	81,31	85,85	167,16
75 minutter	208,46	155,27	363,73

5. KONSEKVENSVURDERING

5.1 Innledning

Dette kapitlet dokumenterer den samfunnsøkonomiske nytten ved fjerning av tvangspunkt for innføring av krengetog på Sørlandsbanen.

Beregningene er utført etter gjeldende metoder så langt det har vært mulig. Der det er tatt i bruk metoder og enhetskostnader som ikke står i NSB's Metodehåndbok for Nytte-/kostnadsanalyse eller ECON Rapport 105/94, er det lagt vekt på å dokumentere dette.

Det er utført nytte-/kostnadsanalyse for både minimums- og maksimalalternativet.

Beregningene er utført i samarbeid med Baneregion Nord.

5.2 Forutsetninger/grunnlagsdata

5.2.1 0-alternativet

0-alternativet er definert med grunnlag i nødvendig tiltak på Sørlandsbanen som ville kommet uavhengig av tilpasninger for krengetog eller ikke. Dette gjelder bl.a. bygging av kryssingsspor og større linjeomlegginger. NSB planlegger å sette inn krengetog på hele Sørlandsbanen i løpet av 1999. I N/K-beregningen er første hele driftsår satt til år 2000.

Investeringsprosjekter på Sørlandsbanen, i inneværende eller neste planperiode fram til 1999, inngår i 0-alternativet. Dette gjelder følgende prosjekter:

- Lyser kryssingsspor (antatt ferdigstilt i 1998)
- Bjørkevoll kryssingsspor (under bygging, ferdig 1996)
- Kjelland omformerstasjon (under bygging, ferdig 1997/1998)
- Leivoll omformerstasjon (antatt ferdigstilt 1999/2000)

Disse fire prosjektene vil ikke føre til redusert kjøretid for persontog, men vil gi en nytte for godstrafikken. I tillegg vil det gi mulighet for økt frekvens mellom Kristiansand og Stavanger. Fram til 1999 antas det ingen reduksjon i kjøretiden. Rutetider tar utgangspunkt i R95, mens rutemønster/frekvens tar utgangspunkt i R96. Dette har sammenheng med at det blir noen forandringer i rutemønster fra R95 til R96. Dette ønsker en å fange opp, siden det antas at dette kan bli en framtidig situasjon (0-alternativ).

5.2.2 Investeringskostnader

Investeringskostnadene er beregnet til 10 mill.kr for minimumsalternativet og 208 mill.kr for maksimalalternivet. Det antas at alle investeringer skjer i årene 1997, 1998 og 1999, og at investeringene fordeles likt over perioden. I tillegg er det nødvendig å gjennomføre følgende investeringsprosjekter:

- Leivoll kryssingsspor (1999): 36 mill.kr
- Forlengte Helleland kryssingsspor (1999): 18 mill.kr
- Forlengte Varhaug kryssingsspor (1999): 6 mill.kr

Det antas at disse investeringene gjennomføres i 1999, med en total investeringskostnad på 60 mill.kr.

I 2003 er det antatt at Neslandsvatn omformerstasjon er bygget, der 46 mill.kr belastes persontog (krengetog). Investeringskostnaden fordeles likt over år 2000, 2001 og 2002. I tillegg forlenges Nordagutu kryssingsspor til 700 meter i 2002, til en kostnad på 12 mill.kr, total 58 mill.kr. For å forenkle nytte-/kostnadsanalysen er disse investeringene lagt inn i årene 1997-1999. Samtidig er det tatt ut full effekt i form av trafikkvekst i år 2000.

5.2.3 Materieil/ruteopplegg

Det er ikke fattet vedtak om hvilket materieil som skal settes inn på Sørlandsbanen i 1999. For kjørtidsberegningene har en brukt X2/BM71 som eksempler på krengetog. Så langt som mulig er det brukt BM71 (Gardermotogene med en ekstra mellomvogn) som eksempel på kostnader for drift, vedlikehold etc. BM71, utrustet for krengeing og en mellomvogn, er en sannsynlig togtype på Sørlandsbanen.

Ved innsetting av krengetog i 1999 vil alle fjerntog og regiontog mellom Kristiansand og Stavanger bli erstattet med krengetog. Planen tilsier at det skal anskaffes 7 togsett. Antar en da 1 togsett i reserve/vedlikehold vil det til enhver tid være 6 togsett i drift på Sørlandsbanen.

Fra og med 02.06.96 vil det trafikkere 4 fjerntog (Oslo-Stavanger), 1 fjerntog (Oslo-Kristiansand) og 2 regiontog (Kristiansand-Stavanger). I tillegg kommer innsatstogene og nattogene. Dette vil si at antall dagtog vil reduseres fra 7 til 6 togsett. Men ved å kombinere redusert kjøretid med bedre utnyttelse av materieillet kan en øke frekvensen på Sørlandsbanen.

Ruteplan 96 legger opp til 4 avganger for dagtog fra Oslo og 5 avganger fra Stavanger. 2 av disse avgangene (i hver retning) trafikkerer hele strekningen, mens de resterende togene stanser i Kristiansand. I tillegg kommer innsatstogene.

Frekvensøkning

Ved å bedre utnyttelsen av materiellet og redusere kjøretiden er det mulig å øke frekvensen på Sørlandsbanen. Mye av dagens materiell er svært gammelt, noe som gjør at det krever mye vedlikehold. Utnyttelsesgraden blir da også lav. Ved å beholde dagens B7-vogner og skifte ut resten av materiellet kan en oppnå en frekvensøkning med samme antall togsett. Utnyttelsesgraden kan økes p.g.a. redusert vedlikehold og bedre driftsstabilitet. Men krengetoget vil ha mulighet for en enda høyere utnyttelsesgrad, siden gjennomsnittshastigheten er høyere.

Oslo - Kristiansand

Siden strømforsyningen begrenser antall tog mellom Oslo - Kristiansand, foreslås det en frekvensøkning på 25 % til 5 avganger i hver retning. Dette er den samme frekvensen som på fredager i R96. I 2003 vil frekvensen kunne økes til 7 tog i hver retning, dersom Neslandsvatn omformerstasjon er bygget og Nordagutu kryssingsspor er forlenget.

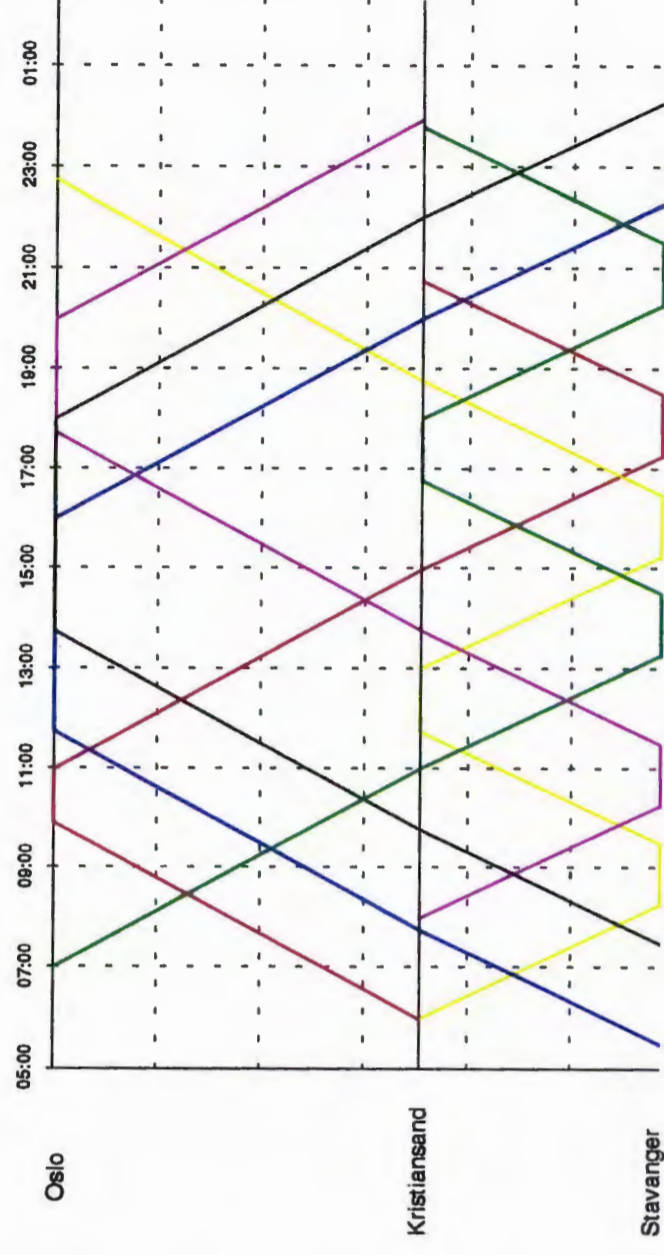
Oslo - Stavanger

Av de 5 avgangene i hver retning på strekningen Oslo - Kristiansand, vil 4 av disse avgangene trafikere hele strekningen Oslo - Stavanger. Dette vil si at frekvensen øker med 100 % for reisende Oslo - Stavanger.

Kristiansand - Stavanger

For strekningen Kristiansand - Stavanger vil en ikke ha samme begrensning på strømforsyningen som for Oslo - Kristiansand. Frekvensen økes fra 5 til 8 avganger i hver retning (inkl. togene Oslo - Stavanger). Dette er en frekvensøkning på 60 %.

Nedenfor er det vist et eksempel på ny grafisk rute for Sørlandsbanen i 1999/2000. En har brukt kjøretidene for maksimalalternativet, med en snutid på 1 - 4 timer. For minimumsalternativet kan det settes opp et tilsvarende eksempel, men da med kortere snutider.



Lokaltogene Drammen - Kongsberg og Egersund - Stavanger antas opprettholdt etter dagens ruteopplegg. Det samme antas for regiontog Oslo-Bø.

5.2.4 Punktlighet/forbedret kapasitet

Det er ikke beregnet noen punktlighetsgevinst p.g.a. tvangspunktsanering og innsetting av krengetog. Det er imidlertid mulig at nytt materiell vil gi en punktlighetsgevinst.

5.2.5 «Skjult» ventetid

Ved å øke frekvensen vil en kunne redusere den «skjulte» ventetiden for passasjerene. Som «skjult» ventetid menes det at økt frekvens vil gi basistrafikken et bedre tilbud, slik at reisen kan gjennomføres på et tidspunkt som er mer tilpasset den enkelte passasjer. Det er ikke gjort noe forsøk på å tallfeste denne nytten.

5.2.6 Effekter for godstrafikken

Det er ikke regnet noen effekt av tiltakene for godstrafikken. De foreslåtte tiltakene på strømforsyning og kryssingsspor antas å gi samme fremføringssituasjon som i dag.

5.3 Trafikkprognoser

5.3.1 Bakgrunn

Rassikring av Drangsdalen, linjeutretting Ogna - Sandnes og nytt 2.spor Mariero - Stavanger er tre prosjekter som vil redusere kjøretiden på Sørlandsbanen (mellom Kristiansand og Stavanger). Rassikringssiltak i Drangsdalen vil gi 6 minutter innspar tid for krengetog. Tiltakene mellom Ogna og Sandnes er delvis lagt inn i hovedplan krengetog på Sørlandsbanen. En full gjennomføring av anbefalt alternativ for linjeutretting Ogna-Sandnes vil gi ytterligere 1 minutt innspar tid. 1 minutt innspar tid vil en også få ved bygging av nytt 2.spor mellom Mariero og Stavanger. Trafikkveksten fra disse prosjektene er lagt inn som generell trafikkvekst etter år 2000.

Etablering/forlengelse av kryssingsspor med samtidig innkjør vil gi kjøretidsreduksjon og/eller mulighet for frekvensøkning. Det er antatt at utbygging/forlengelse av kryssingsspor i kap. 3.2 vil gi mulighet for økt frekvens for persontogene, og at godstogene får samme fremføringssituasjon som i dag. Det er ikke tatt ut noen kjøretidsgevinst ved realisering av prosjektet.

Bygging av nytt dobbeltspor Skøyen - Asker, og hastighetsøkning til 160 km/t mellom Asker og Drammen, er lagt inn i trafikkveksten etter år 2000. Disse investeringene gir en samlet kjøretidsgevinst på 5 minutter.

Tabellen nedenfor viser redusert kjøretid ved gjennomføring av hovedplan for krengetog og andre prosjekter på Sørlandsbanen. Det er antatt følgende framdrift for de prosjektene som vil redusere kjøretiden på Sørlandsbanen (Oslo - Stavanger):

- 1997-1999: Gjennomføring av hovedplan krengetog minimums-/maksimalalternativet
- 2001: Nytt 2.spor Mariero-Stavanger
- 2003: Asker - Drammen 160 km/t
- 2005: Rassikring av Drangsdalen
- 2007: Linjeutretting Ogna - Sandnes
- 2007: Nytt dobbeltspor Skøyen - Asker

For krengetog er det antatt en kjøretid Oslo - Drammen på 39 minutter (det samme som tog 71 i ruteplan 95), inkl. stasjonsopphold. Når nytt dobbeltspor Skøyen - Asker er ferdig og prosjektet Asker - Drammen 160 km/t er gjennomført, reduseres denne kjøretiden til 34 minutter. En eventuell prioritering av krengetog på strekningen Oslo - Drammen gir mulighet for ytterligere reduksjon i kjøretid.

Eksisterende kjøretid	Tiltak	
	Kjøretid (t:mm)	Prosent reduksjon
Eksisterende kjøretid Oslo - Kristiansand	4:35	0 %
Eksisterende kjøretid Kristiansand - Stavanger	2:45	0 %
Eksisterende kjøretid (Oslo-Stavanger)	7:30*	0 %
Fjerning av tvangspunkter Oslo - Kristiansand	4:18	6 %
Fjerning av tvangspunkter Kristiansand - Stavanger	2:32	7 %
Ny kjøretid (Oslo-Stavanger)	6:55*	7 %
Fjerning av tvangspunkter Oslo - Kristiansand	3:54	15 %
Fjerning av tvangspunkter Kristiansand - Stavanger	2:16	18 %
Ny kjøretid (Oslo-Stavanger)	6:15*	17 %
Nytt 2.spor Mariero-Stavanger	0:01	
Asker - Drammen 160 km/t	0:01	
Rassikring av Drangsdalen	0:06	
Linjeutretting Ogna-Sandnes	0:01**	
Nytt dobbeltspor Skøyen - Asker	0:04	
Ny kjøretid (Oslo-Stavanger)	6:02*	20 %

* 10 min oppholdstid på Kristiansand stasjon for dagens tog. Det antas at oppholdstiden kan reduseres til 5 min for krengetog (motorrognsett), fordi lokskifte unngås.

** Deler av hovedplan Ogna-Sandnes er gjennomført under maksimalalternativet.

I N/K-analysen er innspar kjøretid som følge av de større investeringsprosjekter holdt utenfor. Trafikkøkning fra disse prosjektene er tatt med som trafikkvekst fra 2001 til 2007.

5.3.2 Trafikkprognoser og transportarbeid

Fra Persontrafikk Sør har en fått oppgitt forventet trafikk tall i 1996. Trafikken i 0-alternativet er framskrevet fra dagens situasjon til 1999 med en trafikkvekst på 2,5 % pr år (fra «Nytt regiontogtilbud i Sørvest-Norge»). Trafikkprognoser er hentet fra samme rapport. Det er beregnet trafikk for framtidig situasjon (tiltak for tilpasning av krengetog) i år 2000, som antas å være første hele driftsår.

Maksimalalternativet

I «Nytt regiontogtilbud i Sørvest-Norge» er trafikkveksten beregnet til 26 % ved innføring av krengetog mellom Kristiansand og Stavanger. Det er da antatt en frekvensøkning på 60 % og kjøretid lik maksimalalternativet (2:16). Det antas at

disse tallene kan overføres til strekningen Oslo - Kristiansand. Ved å anta at 33 % av trafikkveksten har sammenheng med frekvensøkning, og 67 % av trafikkveksten har sammenheng med redusert kjøretid, blir trafikkveksten på 21 % (lineær økning) mellom Oslo og Kristiansand. Frekvensøkningen er på 25 %.

For reisende Oslo - Stavanger antas det samme trafikkvekst som for reisende Oslo - Kristiansand på 21 %. Frekvensøkningen er på 100 %.

Dette gir følgende trafikkøkning:

- Oslo - Kristiansand: 21 %
- Oslo - Stavanger: 21 %
- Kristiansand - Stavanger: 26 %

Det antas videre at trafikkøkningen fordeler seg likt på dagens reisemønstre.

Minimumsalternativet

For minimumsalternativet halveres reisetidsreduksjon, mens frekvensøkningen blir den samme. Ved å bruke de samme forutsetningene som ovenfor for trafikkøkning, gir det følgende resultat:

- Oslo - Kristiansand: 12 %
- Oslo - Stavanger: 12 %
- Kristiansand - Stavanger: 17 %

Det antas videre at trafikkøkningen fordeler seg likt på dagens reisemønstre.

Trafikkøkning i 2003

I 2003 er det antatt at Neslandsvatn omformerstasjon er bygget, der 46 mill.kr belastes persontog (krengetog). Investeringskostnaden fordeles lik over år 2000, 2001 og 2002. I tillegg forlenges Nordagutu kryssingsspor til 700 meter i 2002, til en kostnad på 12 mill.kr. Det antas at disse tiltakene gir mulighet for økning av frekvensen til 7 tog i hver retning mellom Oslo og Kristiansand, uten at fremføringssituasjonen for gods blir forverret. Frekvensen øker med ytterligere 40 % mellom Oslo og Kristiansand, noe som gjør at den totale frekvensøkningen blir 65 %. Dette er omlag samme frekvensøkning som strekningen Kristiansand - Stavanger. Siden det antas at den totale trafikkøkningen blir den samme på begge strekningene, vil en få en trafikkøkning på 5 % for både maksimumsalternativet og minimumsalternativet for reisende Oslo - Kristiansand/Stavanger i 2003.

Generell trafikkøkning

Etter innsetting av krengetog i år 2000, antas det i tillegg at følgende investeringsprosjekter vil bli gjennomført fram til år 2007:

- 2001: Nytt 2.spor Mariero-Stavanger

- 2003: Asker - Drammen 160 km/t
- 2005: Rassikring av Drangsdalen
- 2007: Linjeutretting Ognå - Sandnes
- 2007: Nytt dobbeltspor Skøyen - Asker

Disse prosjektene reduserer den totale kjøretiden på Sørlandsbanen med 13 minutter. Ved å bruke forutsetningene for beregning av trafikkvekst under maksimumsalternativet, gir dette en trafikkvekst på 2,3 % fra 2001 til 2007. Årlig trafikkvekst blir i gjennomsnitt 0,3 %. I tillegg har «Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie» beregnet en generell trafikkvekst på 0,35 % etter innføring av krengetog. I årene 2001 - 2007 vil man derfor få en årlig trafikkvekst på 0,65 %. Etter år 2007 vil veksten bli 0,35 % pr. år.

Oppsummering

For å forenkle nytte-/kostnadsanalysen er investeringene i perioden 2000-2002 lagt inn i årene 1997-1999. Samtidig er det tatt ut full effekt i form av trafikkvekst i år 2000.

Tabellene under oppsummerer trafikkprognosene, og viser trafikkvekst og økt trafikkarbeid.

Trafikk	0-alternativet 1999*		Krengetog år 2000* (minimumsalternativet)		Krengetog år 2000* (maksimalalternativet)	
	Trafikk	Pers.km	Trafikk	Pers.km	Trafikk	Pers.km
Oslo-Kristiansand	473.832	153.780.000	554.384	179.922.596	597.029	193.762.795
Kristiansand-Stavanger	290.760	60.952.000	340.190	71.313.841	366.358	76.799.522

* Nattogtrafikken er holdt utenfor.

Reisende mellom Oslo og Stavanger er fordelt på de to delstrekningene i tabellen, med 17 % trafikkvekst for minimumsalternativet og 26 % trafikkvekst for maksimumsalternativet.

Trafikkveksten og økt trafikkarbeid som følge av krengetog og fjerning av tvangspunkt er oppsummert i tabellen nedenfor.

Trafikk	Trafikkvekst (minimumsant.)	Økt ant. pers.km (minimumsant.)	Trafikkvekst (maksimalant.)	Økt ant. pers.km (maksimalant.)
Oslo-Kristiansand	80.522	26.142.596	123.197	39.982.795
Kristiansand-Stavanger	49.430	10.361.841	75.598	15.847.522

5.4 Effekter for NSB

Effekter for NSB's bedriftsøkonomi er beregnet for to hovedkomponenter:

- Endrede vedlikeholdskostnader for bane.
- Endret driftsresultat for persontrafikken.

5.4.1 Endrede vedlikeholdskostnader for bane

Krengetog stiller strengere krav til sporjusteringsstandard, p.g.a. hastighetsøkning. På samme måte stilles det strengere krav til kvaliteten på ballasten. Flere av tiltakene som gjennomføres i forbindelse med krengetog på Sørlandsbanen er forserte vedlikeholdstiltak, som kan redusere framtidige vedlikeholdskostnader (maksimalalternativet). Følgende vedlikeholdstiltak vil bli endret (reduksjon/økning) ved innsetting av krengetog:

- Økt krav til justeringsstandard vil gi økt vedlikeholdsbehov inkl. ballastrensing.
- Utskifting av ståbruer til betongtrau vil redusere omfanget av brumaling.
- Tiltakene på overbygningen (maksimalalternativet) vil gi lavere vedlikeholdskostnader.
- Fjerning av planoverganger vil gi lavere vedlikeholdskostnader.

[1] antyder en økning av vedlikeholdsbehovet på 15 % ved en hastighetsøkning på 15-20 km/t. Dette gjelder for gjennomsnittshastigheter mellom 80 - 120 km/t, noe som stemmer bra med hastighetene på Sørlandsbanen. Årgangsanalysen for overbygning/underbygning gir et økt vedlikeholdsbehov på ca. 100 % ut fra dagens vedlikeholdsinnsats (fra 60.000 kr/km til 130.000 kr/km). En stor del av disse kostnadene er tiltak på elementer som har passert den teknisk/økonomiske levetiden med flere år. En velger da å bruke 15 % økning i vedlikeholdsbehovet for maksimalalternativet. Denne økningen kan relateres direkte til krengetoget, p.g.a. økt hastighet. Men for Sørlandsbanen sett under ett er det behov for 100 % økning. Det antas at nødvendig tiltak som følge av krengetog også vil inngå som nødvendig tiltak i årgangsanalysen.

For minimumsalternativet halveres økningen, siden det kjøres med krengehastighet på bare halve strekningen (krav til sikt ved planoverganger reduserer hastigheten).

En får da 8 % økning av vedlikeholdsbehovet (minimumsalternativet) på Sørlandsbanen ved å bruke de samme forutsetningene som ovenfor.

Ved å sanere planoverganger vil en kunne spare kostnader for vedlikehold av disse. Brn anslår dette til 7.500 kr/år forutsatt at det ligger trelem i sporet hele året. Disse kostnadene er forbundet med snørydding, pakking, vedlikehold av lem/grinder o.s.v.

Totalt er det foreslått å sanere 330 (av 421) planoverganger i forbindelse med innføring av krengetog på Sørlandsbanen (maksimalalternativet). Mange av disse er

imidlertid sjelden i bruk og krever dermed ikke noe vedlikehold av betydning. Det er omlag 72 planoverganger som er mye i bruk og som er foreslått sanert (lem ligger ute i sporet hele året). Nye planskilte kryssinger er praktisk talt vedlikeholdsfrie de første 25 - 30 årene.

5.4.2 Endret driftsresultat for persontrafikken

Ved beregning av endret driftsresultat for persontrafikken er ruteplan/driftsopplegg for 1996 lagt til grunn for beregningen fordi vi ikke har hatt noe annet tilgjengelig. I Effekt 600 har man beregnet at man kan redusere driftskostnadene med 24% fram til år 2000 (før det settes inn krengetog). Det gjøres derfor en enkel forutsetning om at driftskostnadene for Sørlandsbanen reduseres med 20% i løpet av 1999 i forhold til dagens situasjon.

Økte billettinntekter:

Billettinntekter er beregnet med grunnlag i takster fra Metodehandboka. Disse er som følger:

Marked/strekning	Kr/personkm. (96-kroner)
Ekspress	0,707
l/c	0,741

Drift og vedlikehold av rullende materiell:

Energikostnader avhenger først og fremst av vekten på materiellet. I dette tilfellet får man økt forbruk av kjørestrøm p.g.a. frekvensøkningen. Elektriske tog bruker i gjennomsnitt 0,03 kwt per bruttotonkilometer. NSB betaler i følge [3] 25 øre per kwt. Om dette regnes om til togkm vil et krengetog (nytt BM71) bruke 5,7 kwt per togkm, mens et EI 17 med 6 vogner vil bruke 8,4 kwt per togkm.

Persontrafikk oppgir enhetsverdier for vedlikehold av rullende materiell vist i tabellen nedenfor. Dette gir følgende drift og vedlikeholdskostnader for rullende materiell (kr/togkm):

Enhetskostnad	Vedlikehold rullende matr.	Energi-kostnader	Sum (kr/togkm)
Ekspress tog, lok m/6 vogner	25,6	2,1	27,7
Ekspress tog, krengetog m/4 vogner	7,0	1,4	8,4
BM 69 (Metodehåndboka)			11,8

Dette betyr at vedlikeholdskostnadene for ekspressstog på Sørlandsbanen vil reduseres betraktelig om man erstatter dagens lok og vogner med motorvognsett.

Personalkostnader:

Enhetsverdiene i Metodehåndboka er gitt for alt personale eksklusive lokførere. Kostnader til lokfører er inkludert i driftskostnadene. Enhetsverdien er bestemt ut fra 1,5 ganger kjøretiden i henhold til rutetabellen. Det regnes ikke med endringer i framtidig situasjon. Enhetsprisene i Metodehåndboka er som følger, 1996-kroner:

- Ekspress- og nattog: 947 kr/time
- Region- og lokal tog: 699 kr/time

Kapitalkostnader:

Det forutsettes at det brukes motorvognsett med 4 vogner som krengetog på Sørlandsbanen.

På ekspressstogene er det i dag et gjennomsnitt på 6 vogner pr. vognsett. Som 0-alternativ i 1999 er det beregnet kapitalkostnader for 2 togsett med B7-vogner (EL18-lok) og 2 togsett med B5-vogner for ekspressstogene (EL14-lok). For ekspressstog Oslo - Kristiansand er det 1 togsett med 6 stk B5-vogner (EL14-lok). For regiontog Kristiansand - Stavanger er det antatt 2 stk BM69-sett i 1999 (BM68-sett i dag). Det antas at i løpet av 1999 er alle fjern- og regiontog erstattet med krengetog.

Kapitalkostnadene er beregnet slik at det avskrives et like stort beløp over en periode på 25 år (annuitet). Beløpene blir som følger:

Type materiell	Innkjøp (kr)	Kostnad (kr/år)
Krengetog	60.000.000	4.500.000
EI 18	30.000.000	2.250.000
EI 14 ¹	10.000.000	750.000
BM 69	25.000.000	1.875.000
B7	12.000.000	900.000
B5		691.236

I nytte-/kostnadsanalysen er forskjellen i kapitalkostnader (kr/år) over 25 år lagt inn som en effekt for Persontrafikk. Dette vil gi en negativ nytte for Persontrafikk, siden kapitalkostnaden er høyere for krengetog enn for dagens materiell. En har dermed tatt høyde for den investeringen som følger med innføring av krengetog på Sørlandsbanen.

En får følgende lokomotiv- og vognbehov for fjerntog/regiontog:

¹ Kapitalkostnad (kr/år) for EL14 er skjønsmessig satt til 750.000.

Materiellbehov	0-alt. i 1999 (lok/vognsett)	Krengetog år 2000 (motorvognsett)
Ekspressstog, Oslo - Kr.sand	1	
Ekspressstog, Oslo - Stavanger	4	
Regiontog, Kr.sand -Stavanger (BM69)	2	
Krengetog, Sørlandsbanen	7	7
Totalt antall togsett	7	7

Når det innføres krengetog på Bergensbanen/Dovrebanen kan en øke utnyttelsen av materiellet ved å kjøre Stavanger - Trondheim/Stavanger - Bergen. Også behovet for reservemateriell kan reduseres, siden det er innført krengetog på andre fjernstrekninger (antatt et sett ved innføring av krengetog i 1999). Dette gjør at en kan øke frekvensen mellom Oslo og Kristiansand ved kortere snutid og utnyttelse av det syvende togsettet.

Øvrige tillegg for transportvolumøkninger:

Når transportvolumet øker, øker også utgifter som ikke har med togframføringen å gjøre. Disse skal, etter å ha konferert med Persontrafikk, beregnes på følgende måte:

I følge budsjett -95 er det satt av 23,5 % av trafikkinntektene til utgiftsprovisjon. Dette beløpet inkluderer markedsføring, billettsalg og diverse felleskostnader. Dvs. at:

- økte personal-, kapital- og framføringskostnader som følge av transportvolumøkninger beregnes som for øvrig trafikk.
- Kostnader til administrasjon, markedsføring osv. settes til 23,5 % av trafikkinntektene.

5.4.3 Oppsummering bedriftsøkonomiske effekter

Oppsummert gir dette følgende bedriftsøkonomiske førstearseffekter i 2000:

Bane	Min.alt. (mill.kr/år)	Maks.alt. (mill.kr/år)
Vedlikehold (inkl. planoverganger)	-2,45	-4,4

Persontrafikk	Min.alt. (mill.kr/år)	Maks.alt. (mill.kr/år)
Billettinntekter	25,8	39,5
Drift og vedlikehold rullende materiell	13,8	13,8
Personalkostnader	-12,5	-10,8
Kapitalkostnader	-4,5	-4,5
Tillegg for transportvolumøkning	-4,9	-7,4
Sum	17,7	30,6

5.5 Effekter for trafikantene

Det interessante for trafikantene er reduksjonen i generaliserte reisekostnader som følge av baneinvesteringer. Generaliserte reisekostnader defineres gjerne som alle oppførelse den reisende har med å gjennomføre en reise. Hovedsakelig består dette av billettpris og reisetid.

5.5.1 Reisehensiktsfordeling Sørlandsbanen

Fra rapportene «Nytt regiontogtilbud for Sørvest-Norge» og «Nytt togtilbud i Telemark og Aust-Agder» er det hentet prosent fordeling av reisehensikten. Tabellene nedenfor viser fordelingen for Oslo - Kristiansand og Kristiansand - Stavanger.

Reisehensikt	Fordeling (%), Oslo-Kr.sand	Fordeling (%), Kr.sand-Stavanger
I arbeid	14	13
Til/fra arbeid	7	17
Andre reiser	79	70

5.5.2 Tidsverdier persontrafikk

I Norge benytter man i dag samme verdi for innspart tid ved N/K-analyser av baneprosjekter som ved tilsvarende analyser av vegprosjekter. Disse er som følger (1996-kroner):

Reisehensikt	Ordinære reisende
I arbeid	157,0 kr/t
Til/fra arbeid	47,9 kr/t
Andre reiser	32,3 kr/t

Med tidsverdiene som er skissert over får passasjerer på Sørlandsbanen følgende gjennomsnittlig tidsverdi som funksjon av reisehensiktsfordelingen:

Reisehensikt	Fjerntrafikk, Oslo - Kristiansand	Fjern- og regiontrafikk, Kr.sand - Stavanger
I arbeid	14 %	13 %
Til/fra arbeid	7 %	17 %
Privatreiser	79 %	70 %
Gjennomsnittlig tidsverdi (kr/t)	50,9	51,2

5.5.3 Nytte for dagens trafikk

Det forutsettes at billettprisene ikke endres som følge av tiltaket. Trafikantene vil ha nytte av de aktuelle tiltakene i form av kortere reisetid.

I planene for Sørlandsbanen er det foreslått at nattogene skal legges ned fra 1999. Om dette blir gjennomført kan det medføre at noe av trafikken blir overført til dagtogene. I nytte-/kostnadsberegningen er det ikke tatt hensyn til en eventuell økning av trafikken p.g.a. overgang fra nattog til dagtog. Dersom nattog vil fortsette å trafikker Sørlandsbanen vil de ikke ha vesentlig nytte av de tiltak som blir gjennomført for krengetoget.

5.5.4 Nytte for overført og nyskapt trafikk

Nye togreiser, som en følge av bedret tilbud på Sørlandsbanen, kommer hovedsakelig fra andre transportmidler i banens influenssområde. Man vil også få noe nyskapt trafikk, dvs. reiser som ikke gjennomføres før en får et nytt og bedre togtilbud.

Om det forutsettes en lineær etterspørselskurve har de nye trafikantene et konsumentoverskudd som kan uttrykkes ved:

5.5.5 Oppsummering av effekter for trafikantene

Oppsummert gir dette følgende førsteårseffekter for trafikantene:

Effekter for trafikantene	Min.alt. (mill.kr/år)	Maks.alt. (mill.kr/år)
Tidskostnader dagens trafikk	10,0	24,2
Tidskostnader overført og nyskapt trafikk	0,9	3,2
Sum	10,9	27,4

5.6 Effekter for omgivelsene

Følgende prissatte miljøkonsekvenser er vurdert:

- Redusert forurensing, vegvedlikeholdskostnader og ulykkesfrekvens p.g.a. overført trafikk fra andre transportmidler til bane.
- Redusert antall personer (ekvivalent med antall boliger) utsatt for støy over 55 dBA.
- Redusert antall planovergangssulykker.

5.6.1 Endrede miljøkostnader p.g.a. overført trafikk fra andre transportmidler til bane

Overgang fra andre transportmidler til bane gir samfunnsøkonomiske gevinster. For vegtrafikken inkluderer dette reduserte vegvedlikehold, ulykkeskostnader og forurensing.

Overført trafikk:

Redusert miljøkostnad for overført personbiltrafikk er verdsatt til 12 øre/perskm ut fra [4]. Trafikk overført fra andre reisemiddel verdsettes til samme som for bil. Dette gjøres p.g.a. usikkerhet omkring prising av overført trafikk og er en forenkling av virkeligheten. Det betyr imidlertid lite for beregning av endrede miljøkostnader. Ved å anta samme miljøkostnad for all overført trafikk, er det ikke nødvendig å fordele den overførte trafikken på ulike reisemiddel.

Det antas at 90% av den nye trafikken med tog er overført fra andre reisemiddel, mens resten er nyskapt trafikk.

5.6.2 Støy

Det blir ikke betydelig høyere togtetthet som følge av dette prosjektet. Det vil i tillegg bli brukt moderne støysvake materiell i stedet for eldre materiell. Støynivået vil etter all sannsynlighet ikke bli høyere enn i 0-alternativet.

5.6.3 Redusert antall planovergangssulykker (maksimalalternativet)

Metodeverktøyet som er brukt for å verdsette antall reduserte planovergangssulykker er hentet fra Metodehåndboka, bortsett fra gjennomsnittlig ulykkeskostnad som er satt til 3,4 mill.kr [5].

Det er foreslått tiltak på alle planoverganger som ikke tilfredsstiller kravet til sikt («Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95). I tillegg skal alle planoverganger fjernes/sikres med helbomanlegg når hastigheten overstiger 130 km/t.

Ulykkesfrekvensen på disse planovergangene med dårlig sikt antas å være dobbelt så høy som gjennomsnittlig ulykkesfrekvens angitt i Metodehåndboka. Nedенfor følger andre data som er brukt ved beregning av reduserte planovergangssulykker:

	Mengde
Redusert ant. planoverganger	330
Antall plo bedret sikt	0
Gjennomsnittlig togmeter/døgn	10.000
ADT usikrede planoverganger	50
ADT sikrede planoverganger	500

5.6.4 Oppsummering av effekter for omgivelsene

Oppsummert gir dette følgende prissette førsteårseffekter for omgivelsene:

Effekter for omgivelsene	Min.alt. (mill.kr/år)	Maks.alt. (mill. kr/år)
Overført trafikk fra veg til bane	3,9	6,0
Støy	0	0
Redusert antall planovergangssulykker	0	2,5
Sum	3,9	8,5

5.7 Nytte-/kostnadsanalysen

5.7.1 Forutsetninger for N/K-analysen

- Kalkulasjonsrente 7%.
- Alle sammenligninger foretas som endringer i forhold til 0-alternativet.
- Avgifter er inkludert i kostnadene.
- Ved beregning av restverdien forutsettes det at investeringene avskrives lineært over teknisk levetid.
- Det er brukt en gjennomsnittlig levetid for alle investeringer på 40 år.
- Alle kostnader er i 1996-kroner, og år 1996 er brukt som sammenligningsår. Det er brukt en prissitgning på 3 %.
- Det er brukt en trafikkvekst på 26 % for maksimalalternativet, og 17 % for minimumsalternativet i år 2000. Fra 2001-2007 er det brukt en generell årlig trafikkvekst på 0,65 %. Etter år 2007 er det antatt en årlig generell vekst på 0,35. «Nytt regiontilbud i Sørvest-Norge» og «Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie» er lagt til grunn i vurderingene.
- Det er lagt til grunn en frekvensøkning på 60 %.

5.7.2 N/K-tall

Nedenfor er neddiskonterte effekter over 25 år for tvangspunktsanering på Sørlandsbanen sammenstilt:

Nyttekomponenter	Min.alt. (mill.kr)	Maks.alt. (mill.kr)
Bedriftsøkonomi, Bane	-23,3	-41,5
Bedriftsøkonomi, Persontrafikk	186,1	315,7
Trafikantnytte	108,1	272,6
Miljøgevinster	39,3	83,4
Restverdi 2024	7,0	17,4
Sum nytte (inkl. restverdi)	317,2	647,6
Investeringer	107,8	281,0
N/K-forhold	2,9	2,3

Beregningsutskrift og formel som er brukt i beregningen er vedlagt i eget vedleggshette.

5.8 Følsomhetsanalyse

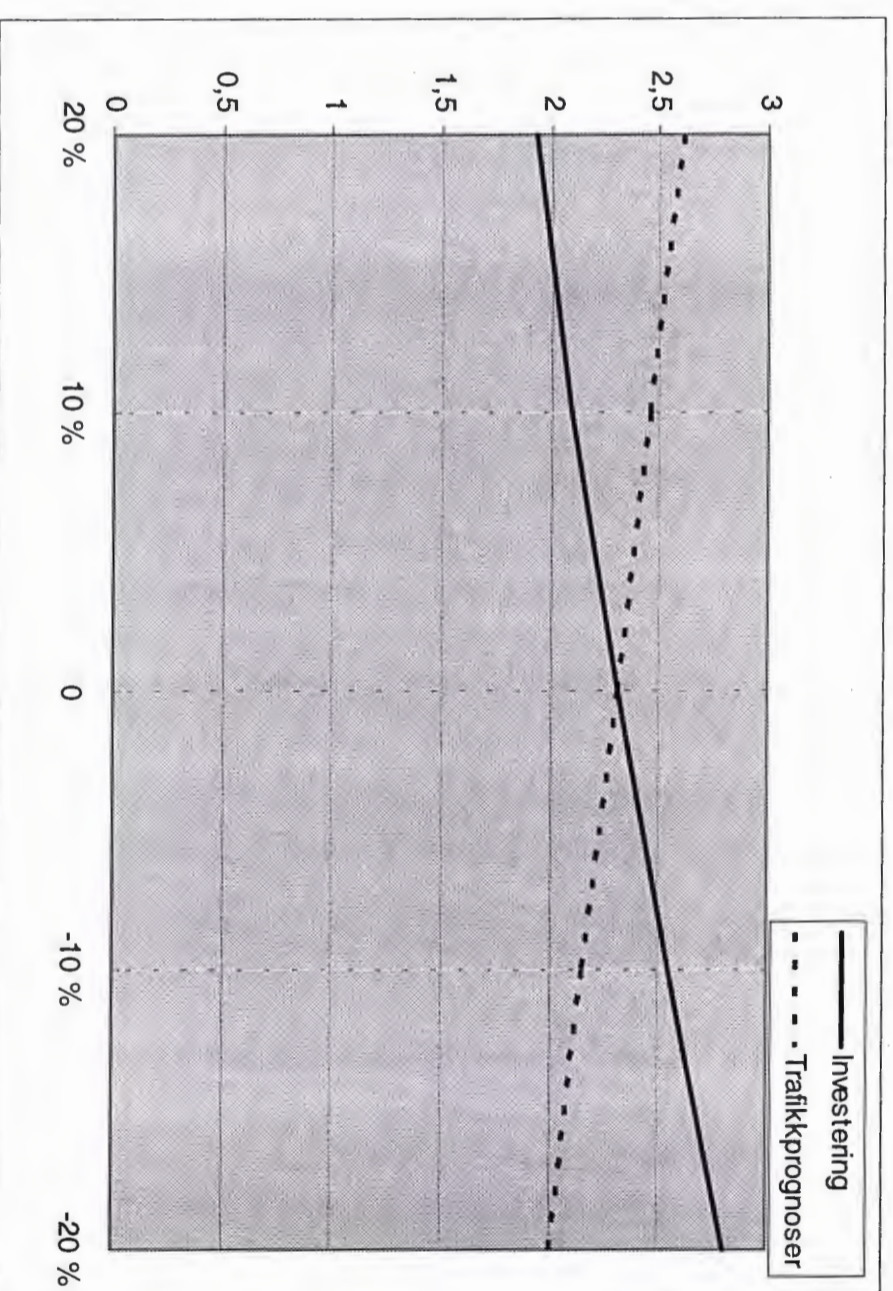
En følsomhetsanalyse tar utgangspunkt i å variere de parametre som er mest usikre og mest følsomme for endringer i forutsetningene. Det er foretatt en følsomhetsanalyse for å undersøke hvordan N/K-forholdet varierer som funksjon av:

- Investeringskostnader.
- Trafikkveksten i åpningsåret (trafikkprognoser).
- Vedlikeholdsutgiftene er inkl. i investeringene.
- 100 % økning i vedlikeholdskostnadene.

5.8.1 Investeringskostnader/trafikk i åpningsåret

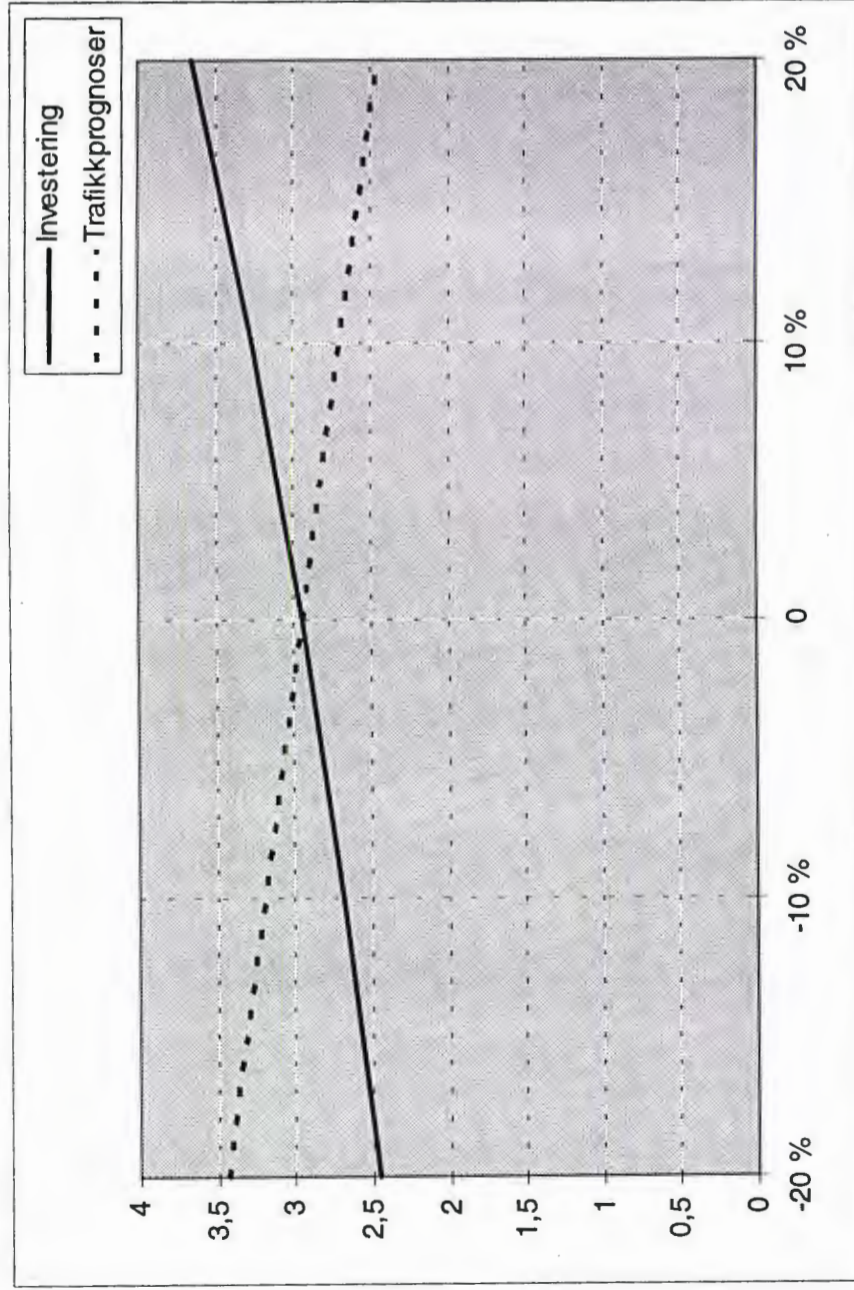
Kostnader er beregnet på hovedplannivå. Om investeringskostnadene varierer i området $\pm 20\%$ viser figurene nedenfor variasjonen av N/K-tallet. Figurene viser også en variasjon i området $\pm 20\%$ for trafikkveksten i åpningsåret (trafikkprognoser).

For maksimalalternativet får en følgende variasjon:



Ut fra figuren ser man at dersom investeringskostnadene øker med 20 % synker N/K-tallet til 1,9. Dersom trafikprognosene synker med 20 % reduseres N/K-tallet til 2,0.

For minimumsalternativet får en følgende variasjon:



5.8.2 Vedlikeholdsutgifter inkl. i investeringskostnadene

Det er også gjort en følsomhetsanalyse når vedlikeholdskostnadene er inkludert i investeringskostnadene. Dette er gjort for å vise N/K-tallet ved å definere alt som investering.

Nyttekomponenter	N/K-tall (min.alt.)	N/K-tall (maks.alt.)
Vedlikeholdskostnader inkl. i investeringskostnadene	2,3	1,6

5.8.3 100 % økte vedlikeholdsutgifter

Det er i basisalternativet forutsatt en økning på 15% i vedlikeholdsutgifter for maksimalalternativet og 8% i minimumsalternativet. Men årgangsanalysen viser at det er behov for 100 % økning i vedlikeholdskostnadene. N/K-tallene er vist nedenfor for begge alternativene.

Nyttekomponenter	N/K-tall (min.alt.)	N/K-tall (maks.alt.)
100 % økning av vedlikeholdskostnadene	0,3	1,4

5.8.4 Oppsummering

N/K-analysen viser at minimumsalternativet kommer best ut (nytte/kostnad på 2,9 mot 2,3 for maksimalalternativet). Men minimumsalternativet utnytter ikke potensialet i krengeteknologien på mer enn halve strekningen. Dette gjør at reisetiden bare reduseres med det halve i forhold til maksimalalternativet. Følsomhetsanalysen viser i tillegg at forutsetningene må forverres betraktelig for at maksimalalternativet ikke skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt (minimumsalternativet får N/K-tall på 0,3 ved 100 % økning i vedlikeholdskostnadene).

Tiltakene som er foreslått under maksimalalternativet gir en nødvendig standardheving av banen etter et opparbeidet etterslep på vedlikeholdsinnsatsen over flere år. For minimumsalternativet vil en forskyve problemet fram i tid. Ut fra dette vil maksimalalternativet være den beste løsningen på litt lengre sikt. Maksimalalternativet vil også medføre økt sikkerhet ved at et stort antall planoverganger blir nedlagt (ca. 330 stk).

6. SAMMENSTILLING OG ANBEFALING

Nedenfor er det presentert en oppsummering av kostnader og konsekvenser ved innføring av krengetog på Sørlandsbanen.

Baneregion Sør legger fram to alternativer for Sørlandsbanen. Minimumsalternativet viser hva som er mulig kjøretidsreduksjon ved å sette krengetog på banen uten å gjøre noen større tiltak. Dårlig sikt for kryssende trafikk ved planoverganger er den faktoren som gir størst begrensning for økning av hastigheten utover dagens nivå.

I maksimalalternativet har en fjernet tvangspunktene slik at krengeteknologien kan utnyttes fullt ut.

I tillegg inneholder hovedplanen en oversikt over investerings- /vedlikeholdsprosjekter som vil ha betydning ved innføring av krengetog på Sørlandsbanen. Disse prosjektene omfatter følgende tiltak:

- Gjennomføre tiltak på stasjoner for å fjerne kurveveksel («egne prosjekter»). Ombygging av Krekling st (5 mill.kr), ombygging av Hjuksbø st (6 mill.kr) og forlengte kryssingssporene ved Heretoss st (4,25 mill.kr) og Oгна st (6,2 mill.kr). Disse tiltakene er kostnadsberegnet til 21,5 mill.kr.
- Oppgradering av anlegg for returstrøm og sugetrafoer på strekningen Drammen - Stavanger. Kostnadsberegnet til ca. 30 mill.kr.
- Utskiing av kl-anlegg der den teknisk/økonomiske levetiden er passert (385 mill.kr). Strekinger det er planlagt nyanlegg er holdt utenfor.

Kostnaden for disse tiltakene er beregnet til ca. 437 mill.kr.

Nøkkeltallene for innføring av krengetog på Sørlandsbanen presenteres i tabellen nedenfor.

	Minimumsalternativet	Maksimalalternativet
Kjøretid (Oslo-Kristiansand)	4:18	3:54
Kjøretid (Kristiansand-Stavanger)	2:32	2:16
Kjøretid (Oslo-Stavanger)	6:55*	6:15*
Kostnader		
Investeringskostnader (Krengetog)	10,1 mill.kr	207,7 mill.kr
Andre nødvendige inv.prosjekter	118,0 mill.kr	118,0 mill.kr
Vedlikeholdskostnader (Krengetog)	35,2 mill.kr	155,8 mill.kr
Totalt kostnad	163,3 mill.kr	481,5 mill.kr
Bedriftsøkonomi		
Effekter for bane	-23,3 mill.kr	-41,5 mill.kr
Effekter for persontrafikk	186,1 mill.kr	315,7 mill.kr
Andre effekter		
Trafikkantnytte	108,1 mill.kr	272,6 mill.kr
Omgivelsene (miljø)	39,3 mill.kr	83,4 mill.kr
Nytte-/kostnadsforholdet	2,3 (inkl. vedl.)	1,6 (inkl. vedl.)
N/K-tall	2,9	2,3

* For krengetog er det antatt en kjøretid Oslo - Drammen på 39 minutter (det samme som tog 71 i ruteplan 95), inkl. stasjonsopphold. Når nytt dobbeltspor Skøyen - Asker er ferdig, og prosjektet Asker - Drammen 160 km/t er gjennomført, reduseres denne kjøretiden til 34 minutter. En eventuell prioritering av krengetog på strekningen Oslo - Drammen gir mulighet for ytterligere reduksjon i kjøretiden. Stoppmønsteret er ellers lik tog 71 i ruteplan 95. Det forventes en reduksjon av oppholdstiden på Kristiansand st fra 10 til 5 minutter, p.g.a. motorvogntsett (lokskrite unngås).

I forhold til dagens kjøretid på 7:30 vil kjøretiden reduseres med 35 minutter for minimumsalternativet og 75 minutter for maksimalalternativet.

Resultatene viser at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt og bedriftsøkonomisk lønnsomt for NSB.

I «Andre nødvendige investeringsprosjekter» inngår tiltak som er nødvendig å gjennomføre for å kunne øke frekvensen og opprettholde dagens fremførings situasjon for godstrafikken. Tiltakene er som følger:

- Leivoll kryssingsspor (1999): 36 mill.kr
- Forlengte Helleland kryssingsspor (1999): 18 mill.kr
- Forlengte Varhaug kryssingsspor (1999): 6 mill.kr
- Neslandsvath omformerstasjon (2000-2002): 46 mill.kr
- Forlengte Nordagutu kryssingsspor (2002): 12 mill.kr

Neslandsvatn omformerstasjon er kostnadsberegnet til ca. 110 mill.kr. Det er beregnet at frekvensøkningen for persontog vil bruke 42 % av den installerte effekten i denne omformeren. Resten skal ta høyde for en framtidig økning av godstrafikken.

Baneregion Sør anbefaler at det gjennomføres utbygging etter maksimalalternativet for hele strekningen. N/K-analysen viser at minimumsalternativet kommer best ut (nytte/kostnad på 2,9 mot 2,3 for maksimalalternativet). Men minimumsalternativet utnytter ikke potensialet i krengeteknologien på mer enn halve strekningen. Dette gjør at reisetiden bare reduseres med det halve i forhold til maksimalalternativet. Følsomhetsanalysen viser i tillegg at forutsetningene må forverres betraktelig for at maksimalalternativet ikke skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt (minimumsalternativet får N/K-tall på 0,3 ved 100 % økning i vedlikeholdskostnadene).

Tiltakene som er foreslått under maksimalalternativet gir en nødvendig standardheving av banen etter et opparbeidet etterslep på vedlikeholdsinnsatsen over flere år. For minimumsalternativet vil en forskyve problemet fram i tid. Ut fra dette vil maksimalalternativet være den beste løsningen på litt lengre sikt. Maksimalalternativet vil også medføre økt sikkerhet ved at et stort antall planoverganger blir nedlagt (ca. 330 stk).

Det anbefales videre at tiltakene gjennomføres strekningsvis, med minuttkostnad eller minuttkostnad pr reisende som parameter for prioriteringen. For beregning av minuttkostnaden har en brukt forskjellen i kjøretid mellom eksisterende og maksimalalternativet, samt kostnadene for maksimalalternativet. For minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk i 1996 ved tellepunktene Lunde for strekningen Drammen - Kristiansand, og Sira for strekningen Kristiansand - Stavanger. Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	60,78	0:03	20,26	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	59,24	0:10	5,92	6
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	55,60	0:17	3,27	3*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelaug	14,02	0:06	2,34	1
281,41-365,29	Nelaug - Kristiansand	26,37	0:08	3,30	4
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	54,19	0:19	2,85	2
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	46,40	0:10	4,64	5

* Parsellen faller ned på en femteplass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvatn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

Rangeringen for minuttkostnad pr reisende er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min-pass)	Rangering
52,86-70,22	Drammen - Hokksund	20,26	46,05	7
70,22-145,95	Hokksund - Nordagutu	5,92	13,45	5
145,95-248,90	Nordagutu - Skorstøl	3,27	7,43	2*
248,90-281,41	Skorstøl - Nelaug	2,34	5,32	1
281,41-365,29	Nelaug - Kristiansand	3,30	7,50	3
365,29-525,56	Kr.sand - Egersund	2,85	10,56	4
525,56-598,70	Egersund - Stavanger	4,64	17,19	6

* Parsellen faller ned på en femteplass når vedlikeholdskostnaden for nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvatn er inkludert i parsellen Nordagutu - Skorstøl (55 mill.kr).

I rangeringen er det ikke tatt hensyn til lokaltrafikken Oslo - Kongsberg og Egersund - Stavanger. En standardheving av banen på disse strekningene vil også komme lokaltoget til nytte i form av bedre punktlighet.

Det er antatt ut fra [1] at de årlige vedlikeholdskostnadene vil øke med 15 % for maksimalalternativet og 8 % for minimumsalternativet. Dette har sammenheng med at en økning i hastigheten bl.a. krever heving av justeringsstandarden.

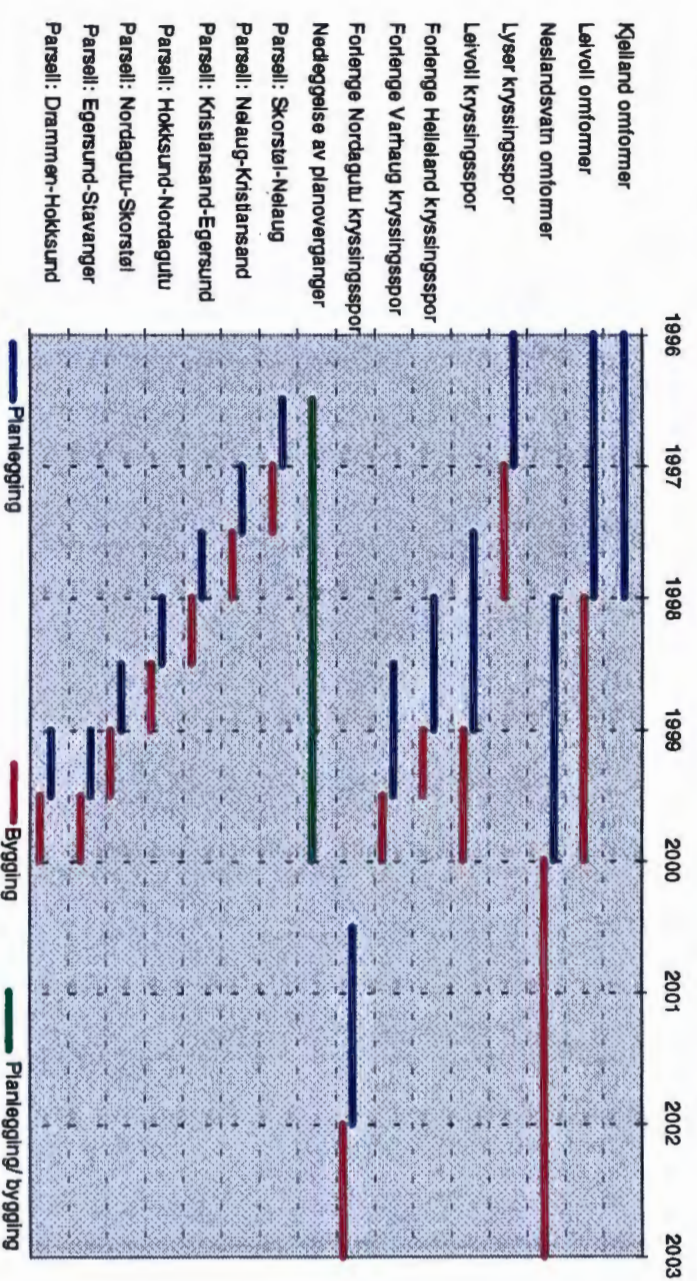
7. VIDERE PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING

De fleste tiltakene utføres på eksisterende bane som ikke krever noen form for offentlig saksbehandling. På temaet planovergangssanering vil man i enkelte tilfeller måtte gjennom en prosess som omfatter planer etter plan- og bygningsloven (PBL). I alle tilfeller står man foran en omfattende forhandlingsprosess mot rettighetshavere på planovergangene.

Offentlig planlegging etter PBL settes i gang så snart foreløpig godkjenning av hovedplanen foreligger.

Detail- og byggeplaner for øvrige investerings- og vedlikeholdstiltak vil starte opp i 1996 og gjennomføres suksessivt i takt med tiltakenes framdrift.

Nedenfor er det vist en framdriftsplan for gjennomføring av maksimalalternativet og andre nødvendige investeringsprosjekter. For rangering av parseller er det valgt å bruke minuttkostnad pr. reisende. Nytt kl-anlegg mellom Lunde og Neslandsvatn er inkludert i parsellen Nordagutu-Skorstøl. I tillegg er nedleggelse av planoverganger skilt ut som egen aktivitet. Dette har sammenheng med de omfattende forhandlingsprosessen som må gjennomføres med rettighetshavere. Nedleggelse av planoverganger foreslås gjennomført i samme rekkefølge som parsellene. Det forutsettes at planlegging/gjennomføring av hovedplanen starter opp medio 1996.



Tiltakene planlegges gjennomført i perioden 1997 - 1999 og forutsettes finansiert gjennom ordinære investeringsmidler og ordinære vedlikeholdsmidler i perioden.

8. REFERANSELISTE

- [1] UIC 715 I
Informative leaflet
2nd Edition 1-1-79
- [2] «Krengetog, vurdering av bruer på Sørlandsbanen»
Bane Ingeniørtjenesten, mai 1996
- [3] Hovedplan «Elektrifisering Trondheim - Steinkjer, Hell - Storlien»
NSB Bane / Ingeniørtjenesten 1994
- [4] Dokumentasjonsrapport «Nytte-/kostnadsanalyse Nordlandsbanen»
NSB Bane Region Nord 1995
- [5] Hovedoppgave «Nytte-/kostnadsberegning for jernbaneanlegg»
Lars Petter Hoven
NTH desember 1994
- «Nytt togtilbud i Telemark og Aust-Agder»
NSB Persontrafikk 1994
- «Nytt regiontilbud i Sørvest-Norge»
NSB Persontrafikk 1994
- «Reisetidsreduksjon på eksisterende infrastruktur»
NSB 1994
- «Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie»
NSB Plansekretariatet 1995
- «Modernisering av Sørlandsbanen - forstudie»
Delrapport Bane
NSB Bane Region Sør 1994
- Hovedplan «Tvangspunktsanering på Dovrebanen Fåberg - Trondheim»
Høringsutkast
NSB Bane Region Nord 1996
- Hovedoppgave «Optimalt tunnelvertsnitt»
Sven Narum
NTH desember 1994
- Metodehåndbok for nytte-/kostnadsanalyse
NSB Banedivisjonen 1994
- Nytte-/kostnadsanalyse av jernbaneinvesteringer
ECON Analyse AS
ECON rapport 105/94
- NSBs Kjørevegsavgift
TØI rapport 278/1994
- «Sporets trasè - regler for eksisterende baner»
NSB Banedivisjonen 1993
- «Overbygning - regler for vedlikehold»
NSB Banedivisjonen 1993
- «Retningslinjer for krengetog - kapittel 1 - tillatt hastighet»
Foreløpige
NSB Banedivisjonen 1995
- «På kryss og tvers av Sørlandsbanen» (utredning)
Høringsutkast
NSB Bane Region Sør, mai 1996
- «Hovedplan for banestrømforsyning, Asker - Kristiansand»
Høringsutkast
NSB Bane Region Sør, april 1996