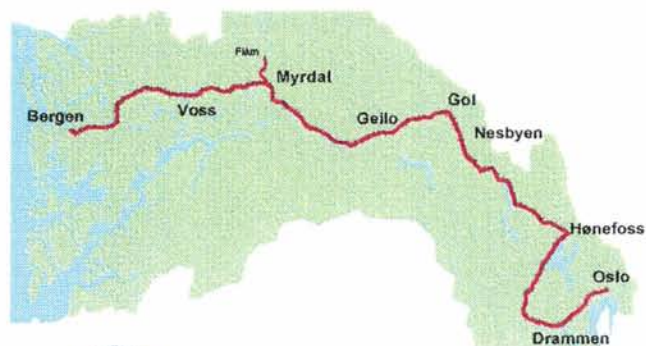
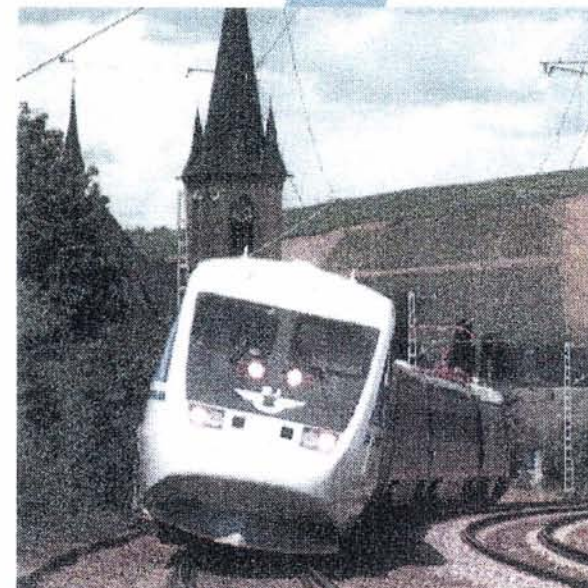
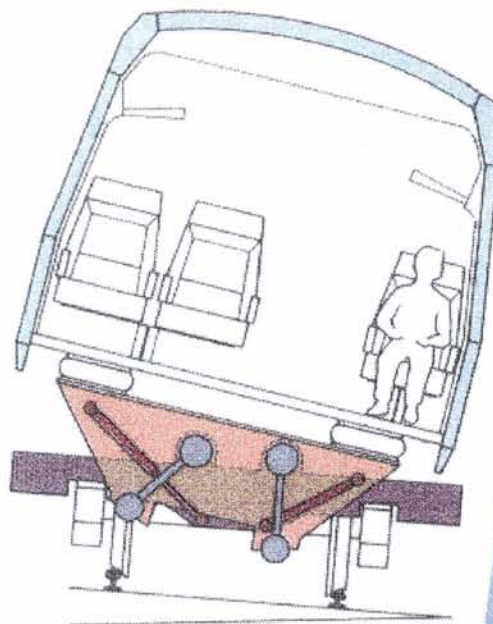


Jernbaneverket
Biblioteket



Jernbaneverket

Jernbaneverket Region Vest



Hovedplan for
krengetog
på
Bergensbanen
(Hønefoss - Bergen)
April 1997

Eks. 1

tu 656.222.2 N5B ver

N6B 97/74

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	4
1. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER	6
1.1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET.....	6
1.2 SITUASJONSBEKRIVELSE.....	6
1.2.1 <i>Trasè</i>	6
1.2.2 <i>Strømforsyning</i>	6
1.2.3 <i>Signal- og teleanlegg</i>	6
1.3 DRIFTSFORHOLD.....	7
1.4 TEKNISKE FORUTSETNINGER.....	7
1.4.1 <i>Horisontalkurvatur</i>	7
1.4.2 <i>Sporjustering</i>	7
1.4.3 <i>Ballastskuldre og drenering</i>	8
1.4.4 <i>Planoverganger</i>	8
1.4.5 <i>Signalanlegg</i>	8
1.4.6 <i>Kontaktledningsanlegg</i>	9
1.4.7 <i>Trykkendringer og trykkbølger</i>	9
1.4.8 <i>Kjøretidsberegninger</i>	9
1.5 FORHOLD TIL ANDRE PLANER.....	10
1.6 MÅLSETTING.....	12
1.6.1 <i>Overordnet mål</i>	12
1.6.2 <i>Mål for hovedplanen</i>	12
1.6.3 <i>Målet for selve planleggingen</i>	12
2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE	13
2.1 STRATEGI.....	13
2.1.1 <i>Prøvekjøring med X2 høsten 1996</i>	13
2.2 MINIMUMSALTERNATIVET.....	13
2.2.1 <i>Kjøretid Hønefoss - Bergen</i>	14
2.3 MAKSIMALALTERNATIVET.....	16
2.3.1 <i>Generelt</i>	16
2.3.2 <i>Kontaktledningsanlegg</i>	16
2.3.3 <i>Signal- og sikringsanlegg</i>	16
2.3.4 <i>Nedleggelse av planoverganger</i>	17
2.3.5 <i>Bruer uten gjennomgående ballast</i>	17

2.3.6 <i>Rasforebygging og linjesikkerhet</i>	17
2.3.7 <i>Kostnadsberegning</i>	18
2.3.8 <i>Forklaring til kartpresentasjonen</i>	19
2.3.9 <i>Hønefoss - Haversting (km 89,64 - 125,33)</i>	20
2.3.10 <i>Haversting - Geilo (km 125,33 - 252,74)</i>	24
2.3.11 <i>Geilo - Myrdal (km 252,74 - 335,80)</i>	33
2.3.12 <i>Myrdal - Voss (km 335,8 - 385,32)</i>	39
2.3.13 <i>Voss - Bergen (km 385,32 - 471,25)</i>	44
2.3.14 <i>Heving av justeringsstandard</i>	51
2.3.15 <i>Sammenstilling av maksimalalternativet</i>	51
2.3.16 <i>Kjøretidsberegning</i>	51
2.4 MELLOMALTERNATIVET.....	52
3. SAMLEOPPSTILLING FOR ALTERNATIVENE	54
3.1 KJØRETID FOR DE TRE ALTERNATIVENE.....	54
3.2 KOSTNADER FORDELT PÅ INVESTERING OG REINVESTERING.....	54
3.2.1 <i>Kostnader ved minimumsalternativet</i>	54
3.2.2 <i>Kostnader ved mellomalternativet</i>	54
3.2.3 <i>Kostnader ved maksimalalternativet</i>	56
3.3 RANGERING AV PARSELLER FOR MELLOMALTERNATIVET.....	57
3.4 KJØRETIDSREDUKSJON MED TILHØRENDE KOSTNADER.....	57
4. ANDRE NØDVENDIGE INVESTERINGS- OG REINVESTERINGSPROSJEKTER	58
4.1 STRØMFORSYNINGSKAPASITET.....	58
4.2 OMBYGGING/NYE KRYSSINGSSPOR.....	58
4.3 KONTAKTLEDNINGSANLEGGET.....	59
4.4 STASJONER OG PLATTFORMER.....	59
4.5 OPPSUMMERING AV ANDRE INVESTERINGS-/ VEDLIKEHOLDSPROSJEKTER ...	60
5. KONSEKVENSVURDERING	61
5.1 INNLEDNING.....	61
5.2 FORUTSETNINGER/GRUNNLAGSDATA.....	61
5.2.1 <i>0-alternativet</i>	61
5.2.2 <i>Investeringer som følge av ruteopplegg</i>	61
5.2.3 <i>Punktlighet/forbedret kapasitet</i>	62
5.2.4 <i>«Skjult» ventetid</i>	62
5.2.5 <i>Effekter for godstrafikken</i>	62

5.3 TRAFIKKPROGNOSER	62
5.3.1 Trafikkprognoser og transportarbeid.....	62
5.4 EFFEKTER FOR NSB OG JERNBANEVERKET	63
5.4.1 Endrede vedlikeholdskostnader for Jernbanelinjen.....	63
5.4.2 Endret driftsresultat for NSB Persontrafikk	63
5.4.3 Oppsummering bedriftsøkonomiske effekter	65
5.5 EFFEKTER FOR TRAFIKANTENE	65
5.5.1 Reisehensiktsfordeling Bergensbanen.....	65
5.5.2 Tidsverdier persontrafikk	65
5.5.3 Nytte for dagens trafikk.....	65
5.5.4 Nytte for overført og nyskapt trafikk	65
5.5.5 Oppsummering av effekter for trafikantene.....	66
5.6 EFFEKTER FOR OMGIVELSENE.....	66
5.6.1 Endrede miljøkostnader p.g.a. overført trafikk fra andre transportmidler til bane.....	66
5.6.2 Støy.....	66
5.6.3 Redusert antall planovergangssulykker	66
5.6.4 Oppsummering av effekter for omgivelsene	67
5.7 NYTTE-/KOSTNADSANALYSEN.....	67
5.7.1 Forutsetninger for N/K-analysen	67
5.7.2 N/K-tall.....	67
5.8	68
5.8 FØLSOMHETSANALYSE	68
5.8.1 Investeringskostnader/trafikk i åpningsåret	68
6. SAMMENSTILLING OG ANBEFALING.....	69
7. VIDERE PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING	71
8. REFERANSELISTE.....	73

ALLE VEDLEGG ER SAMLET I EGET VEDLEGG SHEFTE

0. SAMMENDRAG

Denne hovedplanen er en beskrivelse av de tiltak som må gjennomføres for å utnytte krengeteknologien på Bergensbanen, strekningen Hønefoss - Bergen. Hovedplanen beskriver to hovedalternativer, eller ambisjonsnivå for strekningen Hønefoss - Bergen. Disse to alternativene er:

Minimumsalternativet, som 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. Maksimalhastigheten er satt til 130 km/t, med unntak av de strekningene hvor det allerede i dag er skiltet for 160 km/t.

Maksimalalternativet, som viser hva som er en mulig kjøretid dersom det kun er kurvaturen som begrenser hastigheten. Alle andre tvangspunkt er da fjernet. Maksimalhastigheten er satt til 160 km/t.

Det er i tillegg til disse to alternativene utarbeidet et såkalt mellomalternativ. Dette er tilsvarende maksimalalternativet, men kostnadstunge tiltak er kuttet ut. De kostnadstunge tiltakene vil stort sett komme når hastigheten økes utover 130 km/t. Dette alternativet vil derfor medføre at de samme tiltakene blir utført som for maksimalalternativet, med unntak av de stedene hvor hastigheten økes ut over 130 km/t.

Nøkkeltallene for innføring av krengetog på Bergensbanen presenteres i flg tabell:

	Minimumsalt.	Mellomalt.	Maksimalalt.
Kjøretid Hønefoss-Bergen	4:30	4:05	4:03
Kjøretid Oslo o/Drammen - Hønefoss	1:26*	1:22**	1:22**
Kjøretid Oslo - Bergen	5:56*	5:27**	5:25**
Investeringskostnader Hønefoss - Bergen [mill.kr.]	4	126	190
Reinvesteringskostnader Hønefoss - Bergen [mill.kr.]	34	92	92
Prosjektreserve [mill.kr.]	0	22	28
Totalkostnad [mill.kr.]	38	240	310

*Ut fra rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 47 minutter ved et minimumsalternativ. Antatt kjøretid mellom Oslo og Drammen er på 39 minutter. Stoppmønsteret er ellers lik tog 61 i ruteplan 97.1.

** Ut fra rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 43 minutter ved et maksimalalternativ. Antatt kjøretid mellom Oslo og Drammen er på 39 minutter. Stoppmønsteret er ellers lik tog 61 i ruteplan 97.1.

Dagens togrnr. 61 kjører strekningen Oslo - Bergen på 6:38 med stopp på Lysaker, Asker, Drammen, Hønefoss, Nesbyen, Gol, Ål, Geilo, Ustaoset, Finse, Myrdal, Voss, Arna og Bergen. Det er dette stoppmønsteret det er sammenlignet med siden det er tilnærmet likt det som forretningsplanen til NSB Persontrafikk legger opp til.

Det er videre antatt at høyfjellsstrekningen (Gråskallen Øst - Finse) vil stå ferdig før krengetoget settes i drift på Bergensbanen i år 2000. Dette prosjektet medfører en reisetidsreduksjon på 4 minutter for konvensjonelle ekspressstog. Eksisterende reisetid for tog 61 vil derfor være på 6:34 i år 2000.

I forhold til kjøretiden på 6:34 med tog 61 i år 2000, vil kjøretiden reduseres med 38 minutter for minimumsalternativet, 1 time og 7 minutter for mellomalternativet og 1 time og 9 minutter for maksimalalternativet.

I N/K-analysen er det valgt å kun beregne N/K-tallet for maksimalalternativet. Det er også valgt å regne alle kostnader som investeringskostnader, selv om en del av kostnadene er reinvesteringer. Det er videre tatt utgangspunkt i to ruteopplegg, beskrevet i rapporten «Driftsrapport - Strategisk ruteplan Bergensbanen, oktober 1996». Denne viser følgende ruteopplegg:

- I alternativ 2.1.A framføres 3 krengetogpar i stive ruter med 4 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 30 minutter mellom Oslo og Bergen. Det framføres i tillegg 6 godstogpar, som får en framføringstid mellom Hønefoss og Bergen på mellom 5:10 og 6:40. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog som i dag.
- I alternativ 2.1.B framføres 6 krengetogpar i stive ruter med 2 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 36 minutter mellom Oslo og Bergen. Det framføres i tillegg 6 godstogpar, som får en framføringstid mellom Hønefoss og Bergen på mellom 5:10 og 7:30. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog som i dag.

Det er antatt at rutemønsteret alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) ikke medfører noen investeringer i øvrige anlegg på Bergensbanen enn dem som investeres i forbindelse med innsetting av krengetog (310 mill.kr.).

I rutemønsteret alt. 2.1.B økes frekvensen for fjerntogene med hele 200%. Fra dagens 2 ekspressstogpar til 6 krengetogpar. Dette medfører at følgende investeringsprosjekter må gjennomføres på grunn av den sterke frekvensøkningen:

- Forsterking av strømforsyningen (1998 - 2007): 100 mill.kr.
- Utskifting av kl-anlegg (1998 - 2007): 177 mill.kr

Tilsammen 277 mill.kr.

Det antas at disse investeringene gjennomføres innen år 2007. I dette året kan man da øke frekvensen med 200%, med en total investeringskostnad på 587 mill.kr, inklusive krengetogstilpasninger på strekningen Hønefoss - Bergen.

Nedenfor er neddiskonterte effekter over 25 år for maksimalalternativet på Bergensbanen sammenstilt:

Nyttekomponenter	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) (mill.kr/år)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens) (mill.kr/år)
Bedriftsøkonomi, Bane	-21,9	-21,9
Bedriftsøkonomi, Persontrafikk	304,4	505,7
Trafikantnytte	369,0	358,4
Miljøgevinster	37,4	103,4
Restverdi 2024	21,8	37,4
Sum nytte (inkl. restverdi)	710,7	983,0
Investeringer	330,0	572,3
N/K-forhold	2,2	1,7

Resultatene viser at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt og bedriftsøkonomisk lønnsomt for NSB. Følsomhetsanalysen viser i tillegg at forutsetningene må forverres betraktelig for at maksimalalternativet ikke skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Jernbaneverket Region Vest anbefaler at det gjennomføres utbygging etter mellomalternativet for hele strekningen. N/K-analysen viser at maksimalalternativet også er samfunnsmessig lønnsomt, slik at det på sikt bør investeres med tanke på å øke hastigheten til 160 km/t der hvor det er mulig.

Tiltakene som er foreslått under mellomalternativet og 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 mellomalternativet og maksimalalternativet være den beste løsningen på litt lengre sikt. Mellomalternativet og maksimalalternativet vil også medføre økt sikkerhet ved at et stort antall planoverganger blir nedlagt.

Det anbefales videre at tiltakene gjennomføres strekningsvis, 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 kjøretid for tog nr. 61 og mellomalternativet, samt kostnadene for mellomalternativet, eksklusive kostnader til sporjustering på 23,5 mill.kr og kostnader for prosjektreserve på 22 mill.kr. Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)*	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	29,5	0:03	9,8	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	65,0	0:15	4,3	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	48,9	0:14	3,5	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	16,4	0:09	1,8	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	35,0	0:15	2,3	2

* I tillegg kommer kostnadene til sporjustering på 23,5 mill.kr og prosjektreserve på 22 mill.kr..

For minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk i 1996 ved tellepunktet Finse, som var 695.000 personer i 1996. Rangeringen for minuttkostnad pr reisende for mellomalternativet er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min·pass)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	9,8	14,1	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	4,3	6,2	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	3,5	5,0	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	1,8	2,6	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	2,3	3,3	2

I rangeringen er det ikke tatt hensyn til lokaltrafikken Voss - Bergen. En standardheving av banen på denne strekningen vil også komme lokaltogene til nytte i form av bedre punktlighet.

Det er antatt ut fra [1] (se referanseliste side 73) at de årlige vedlikeholdskostnadene vil øke med 15 % for mellom- og maksimalalternativet. For minimumsalternativet er det antatt en økning på 8 %. Dette har sammenheng med at en økning i hastigheten bl.a. krever heving av justeringsstandarden.

1. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Bergensbanen mellom Bergen og Hønefoss ble fullført og åpnet i 1909. Forut for dette har imidlertid banen en lang historie med utbygging av delstrekninger på forskjellige steder langs banen, helt tilbake til 1883 med strekningen Bergen - Nesttun - Voss. Bergensbanen er den mest trafikkerte fjernstrekningen, og har en viktig funksjon som turistattraksjon.

1.2 Situasjonsbeskrivelse

1.2.1 Trase

Traséen fra Bergen til Hønefoss er av svært varierende standard, og ligger i vekslende topografi og klima. Strekningen kan grovt sett deles opp i 3 avsnitt regnet fra øst, skogrikt dalføre fram til Geilo, høyfjellet videre over til Mjølfjell og sidebratt vestnorsk landskap fram til Bergen.

De strekningene hvor man kan kjøre i størst hastigheter finnes på høyfjellet. Her ligger Finsetunnelen hvor skiltet hastighet i dag er 160 km/t. Gjennom Rastalia er hastigheten redusert ned mot 30 km/t p.g.a rasfare. Banen er stedvis meget svingete, med en rekke kurveradier hvor kurvenes horisontalradie for en stor del er 300 meter eller mindre. Dette medfører også at gjennomsnittshastigheten blir svært lav. Raskeste persontog har i dag en gjennomsnittshastighet på ca. 70 km/t mellom Oslo og Bergen. Manglende og for korte kryssingsspor bidrar også til at hastigheten reduseres og at sårbarheten i forhold til forsinkelser er stor. Forøvrig kan følgende tall illustrere situasjonen:

	Hønefoss-Bergen
Antall km bane	371 km
Max hastighet 0-100 km/t	61 %
Max hastighet 100-160 km/t	39 %
Største stigning	21,5 ‰
Max aksellast	22,5 tonn
Kryssingsspor	28 stk
Kryssingsspor > 700 m	7 stk

1.2.2 Strømforsyning

Strømforsyningen på Bergensbanen er i dag brukbar i forhold til trafikkbelastningen. Det finnes 6 omformerstasjoner. Disse ligger på Hønefoss, Nesbyen, Haugastøl, Mjølfjell, Dale og Bergen. I tillegg får Bergensbanen strøm fra Kjosfoss kraftstasjon. Omformerne har en nominell ytelse på 72 MVA.

Kontaktledningsanlegget er av svært varierende standard, og svært høy alder. Det eldste kl-anlegget, på strekningen Voss - Bergen, er ikke skiftet siden det ble bygget i 1954. På høyfjellet mellom Geilo og Mjølfjell er kontaktledningsanlegget på store deler av strekningen bygget uten lette direksjonsstag. På grunn av de dårlige dynamiske egenskapene, tillates ikke høyere hastighet enn 90 km/t på disse anleggene, noe som er begrensende både for dagens tog og framtidige krengetog.

Alderen på kl-anlegget mellom Voss og Bergen tilsier at det bør skiftes ut, uavhengig av økt hastighetsnivå ved bruk av krengetog.

1.2.3 Signal- og teleanlegg

Fjernstyring av Bergensbanen ble ikke innført før i 1979 på strekningen Arna - Dale. I perioden 1980 - 1986 ble resten av strekningen fullført. For Bergensbanen er det et elektronisk fjernstyrt system (ECTC) som er valgt.

Utbygging av togradio på dagstrekninger vil være fullført i 1996. Innen utgangen av 1997 vil det være anlagt fiberkabel langs hele Bergensbanen.

Avstanden mellom hovedsignal og forsignal skal ut fra regelverket være minimum 800 meter for hastigheter opp til og med 130 km/t. Dette tilfredsstilles for alle innkjøringsignaler, men er ikke tilfelle for 5 utkjøringsignaler. Den korteste avstanden mellom forsignal utkjør og hovedsignal utkjør er helt nede i 583 meter ved Hol stasjon. 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. Fjerntogene trafikkerer hele strekningen mellom Oslo - Hønefoss - Bergen. Regiontogene trafikkerer strekningene Oslo - Geilo og Myrdal - Bergen. Lokaltogstrekningen er Voss - Bergen.

Reisetiden mellom Oslo og Bergen varierer mellom 6:29 og 7:45 alt etter antall stopp og kjørehastighet (ruteplan 97.1).

Få og korte kryssingsspor gjør at reisetiden øker ut over det kurvaturen tillater. Spesielt er kryssing med lange godstog et problem.

1.4 Tekniske forutsetninger

For planlegging av kjøring med krengetog på Bergensbanen er «Sporets trasè - 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.

Gjennom tvangspunkter som kurveveksel og bruer uten gjennomgående ballast i kurver, beregnes maksimal hastighet ved hjelp av ligning (1) med $I_{\max}=180$ mm. I forbindelse med prøvekjøring med krengetog på Sørlandsbanen høsten 1996 ble bruene kontrollert mht. horisontalkrefter. Kontrollen viste at horisontalkreftene ved kjøring med krengetog over bruer med $I_{\max}=180$ mm ikke medfører økte krefter i forhold til kjøring med EL14 [2]. Det kan også nevnes at kurveveksel var et av tre problemområder ved innføring av krengetog i Sverige.

Av hensyn til komforten bør gjennomkjøringstiden være minst 2 sekunder for sirkelkurver og rettlinjer. Etter en grov gjennomgang av horisontalkurvaturen på Bergensbanen, 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 gjennomkjøringstid på ca. 1 sekund. En økning utover dette vil medføre store ekstra kostnader, da det blir en stor forskyvning fra eksisterende trasè. 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 og flytte kl-anlegget. Med de topografiske forhold som er på store deler av Bergensbanen, vil dette i mange tilfeller bety sprengning/større fyllinger. Ut fra samme argumentasjonen er maksimal lengde på rettlinjer, som blir fjernet, satt til ca. 20 meter.

Selv en grense på 20 meter for rettlinjer/sirkelkurver, vil medføre store kostnader. En forlengelse/fjerning av enkelte elementer vil medføre utvidelse av tunnelprofil over lengre strekninger og ombygging av lange stål- og betongbruer. En forlengelse/fjerning av disse elementene vil da bli så kostnadskrevenne at det ikke vil være lønnsomt å gjøre noe med dem. Ut fra dette er det valgt å se bort fra tiltak som medfører større ombygginger av kurver/rettlinjer i hovedplanen, selv om de er under 20 meter.

Dette vil føre til noe dårligere komfort i enkelte korte kurver, men i forhold til en investering på ca. 200 mill.kr antas det at denne reduserte komforten kan aksepteres.

Overgangskurvene bør av komfortmessige hensyn tilfredsstillende kravene til rykk ($\Delta I_{\max}=140$ 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 består i en forlengelse av overgangskurven eller en justering av overhøyden.

1.4.2 Sporjustering

I følge «Overbygning - regler for vedlikehold» vil det ved en hastighetsøkning stilles større krav til sporjustering. Store deler av Bergensbanen 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, K4 og K5. Ved innsetting av krengetog vil gjennomsnittshastigheten øke med 15 - 20 km/t. Dette medfører at justeringsstandarden på Bergensbanen 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 skal falle sammen med overhøyderampen i overgangskurver, og at overhøyden skal være konstant gjennom sirkelkurven. Dette er flere steder ikke tilfredsstillende. Disse punktene vil bli utbedret gjennom tiltak på horisontaltraséen. Aktuelle tiltak er reduksjon av overhøyden og gjennomgående sporjustering.

Tilfredsstillende drenering vil bli gjennomført for å redusere problemer med telehiv og sporfeil. Det vil også bli foretatt masseutskifting på de strekningene hvor man har problemer med setninger.

Der hvor ballastskulderen er for smal vil det bli supplert med pukk eller profilet vil bli 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 405 planoverganger mellom Hønefoss og Bergen som er usikre. I tillegg er det 32 planoverganger som er sikret med varsellampe, lyd/lysanlegg eller halvbananlegg. Dette gir tilsammen 437 planoverganger mellom Hønefoss og Bergen. Av de usikre planovergangene er det hele 240 stykker hvor lemmen ikke ligger inne i sporet og hvor planovergangene sjelden eller aldri brukes. Disse planovergangene belastes ikke med kostnader ved innsetting av krengetog, siden registreringer viser at planovergangene ikke har vært brukt de siste 10 årene, og at man dessuten må kontakte Jernbaneverket for å få lagt inn lemmen.

Av de resterende 165 usikrede planovergangene som er i bruk er det 98 som nedlegges ved maksimalalternativet på grunn av utilfredsstillende sikt ut fra siktkrav i «Retningslinjer for krengetog». Det er også 41 planoverganger som nedlegges ved maksimalalternativet som en følge av at hastigheten økes utover 130 km/t. En fjerning av disse 139 planovergangene er kostnadsberegnet til **ca. 75 mill.kr.** Det vises forøvrig til egen hovedplan, «Planoverganger i JrV», som forventes ferdigstilt våren 1997. Denne hovedplanen vil forslå tiltak for å legge ned samtlige planoverganger.

En nedleggelse av planoverganger vil ta tid, og kan ikke forventes gjennomført fullt ut før planlagt innsetting av krengetog i år 2000. Et alternativ til nedleggelse er å forbedre sikten der hvor det kun er vegetasjon som begrenser sikten. Dette er ikke vurdert i denne hovedplanen da datamaterialet ikke har vært detaljert nok. Det henvises til hovedplanen for nedleggelse av planoverganger.

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

1.4.5 Signalanlegg

Aktuelle tiltak på signalanlegget vil være en økning av forsignalavstanden for både innkjør- og utkjørsignal. Følgende kriterier er lagt til grunn for forsignalavstand:

- Det vil ikke bli gjort tiltak på signalanlegget på strekninger som ikke har noen økning av hastigheten utover dagens pluss-hastighet.
- Der ny krengetoghastighet er 130 km/t eller lavere tillates forsignalavstand ned til 800 meter. På enkelte stasjoner er forsignalavstanden mindre enn 800 meter. Disse regnes som en del av ombygd strekning, og må dermed bygges om i henhold til nytt regelverk, med minimum forsignalavstand på 1200 meter.
- På strekninger der hastigheten er større enn 130 km/t er det lagt inn kostnader for innlegging av fremskutt forsignal i forbindelse med forsignal for innkjør. Det legges her inn kostnader for fullt utrustet ATC.
- Der forsignalavstanden 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 ut over dagens pluss-hastighet, samt ved de stasjonene hvor hastigheten økes ut over 130 km/t. Det legges også her inn kostnader for fullt utrustet ATC.
- 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 halvbananlegg er det lagt inn kostnader for flytting av innkoplingsfeltene der det er nødvendig. For planoverganger sikret med varsellampe flyttes innkoplingsfeltene slik at krav til 60 sekunders varslingsstid tilfredsstilles.

For sporveksel som ligger på strekninger med en foreslått hastighet på over 130 km/t legges det inn ekstra drivmaskin. Sporveksel som ikke tåler 130 km/t skiftes ut.

1.4.6 Kontaktledningsanlegg

Tabellen nedenfor viser data for kontaktledningsanlegget på Bergensbanen. Hastighetsstandarden forutsetter at det kjøres med en strømvaktaker.

KM	Strekning	System	Elektrifisert	Hastighetsstandard
90,6 - 252,7	Hønefoss-Geilo	Tabell 54 og 105	1963	130 km/t
252,7-254,5	Høyfjellsystem	Tabell 61	1964	90 km/t
254,5-257,7		Siemens	1993	160 km/t
257,7-267,4	Høyfjellsystem	Tabell 61	1964	90 km/t
267,4-270,7		Siemens	1994	160 km/t
270,7-293,6	Høyfjellsystem	Tabell 61	1964	90 km/t
293,6-297,8		Siemens	1995/96	200 km/t
297,8-302,6	Høyfjellsystem	Tabell 61	1964	90 km/t
302,6-314,3	Finsetunnelen	Siemens	1993	160 km/t
314,3-336,0	Høyfjellsystem	Tabell 61	1964	90 km/t
336,0-342,0	Myrdal-Upsete	Myhrvold	1964	130 km/t
342,0-354,8	Upsete-Mjølfjell	Tabell 61	1964	90 km/t
354,8-462,5	Mjølfjell-Arna	Tabell 44, 54, 105, K&M og System 35	1954-1990	130 km/t
462,5-465,7	Ulriken tunnel	Siemens	1995/96	160 km/t
465,7-471,3		Tabell 44	1954/1964	130 km/t

På høyfjellet mellom Geilo og Mjølfjell er kontaktledningsanlegget på store deler av strekningen bygget uten lette direksjonsstag. På grunn av de dårlige dynamiske egenskapene tillates ikke høyere hastighet enn 90 km/t på disse anleggene, noe som er begrensende både for dagens tog og framtidige krengetog.

En stor del av dagens kontaktledningsanlegg har, eller vil snart, passere den teknisk/økonomiske levetiden på 40 - 50 år. Det vil si at alle strekningene som ikke er bygget om er modne for modernisering, eller vil bli det i nær framtid.

Det er stor usikkerhet forbundet med oppgitt hastighetsstandard. De hastighetene som er oppgitt i tabellen er maksimalverdier for systemene. Målevognkjøring kan vise at denne hastigheten kan økes eller må senkes. Grenseverdien for dynamiske krefter (F_{kt}) mellom strømvaktager 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

Hastighetsstandarden vil også være avhengig av hvor mange tilpasninger som er gjort utover det systembeskrivelsen angir. Kontakttrådshøyden ble på de gamle anleggene senket under overgangsbruer og gjennom tunneler. Hvor mye den er blitt senket, og hvor raskt 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. Forslag til eventuell forlengelse vil først bli lagt fram når problemet er belyst nærmere gjennom en målevognkjøring.

1.4.7 Trykkendringer og trykkbølger

Trykkendringer vil være ubehagelige for passasjerer når en får en stor endring over et relativt kort tidsintervall. For enkeltsporet tunnel vil trykkendring ved innkjøring i tunnelen være begrensende for 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 innover i tunnelen med stor hastighet. Trykkverdiene er forholdsvis lave og at det er store variasjoner i trykkbølger for ulike materiell og tunneler. Det er sannsynlig at de nye krengetogene vil være trykktette.

Trykkendringen ved innkjøring til tunneler vil være dimensjonerende, siden det bare er enkeltsporet tunneler mellom Hønefoss og Bergen. Trykkendringen bør ikke være for stor ved stadig inn- og utkjøring av tunneler, ut fra hensyn til komforten.

Det er sannsynlig at NSB velger å satse på trykktettet materiell. Dette gjør at krengetog kan kjøre i 160 km/t ved innkjøring i tunnel uten at komforten blir dårligere enn for dagens tog.

1.4.8 Kjøretidsberegninger

Ved hjelp av dataprogrammet «Togkjør» er det 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 EL18 med 6 B7-vogner. Ved å bruke dagens oppholdstid på 2 minutter, gir dette et slakk i dag på 3 % mellom Hønefoss og Bergen.

Stoppmønsteret har tatt utgangspunkt i persontrafikks forretningsplan, som forutsetter stopp på følgende stasjoner mellom Hønefoss og Bergen:

Nesbyen, Gol, Ål, Geilo, Ustaoset, Haugastøl, Finse, Myrdal, Voss og Arna.

Dette er de samme stoppene som dagens ekspressstog nummer 61 har, med unntak av Haugastøl. I kjøretidsberegningene er det derfor valgt å se bort fra stopp på Haugastøl, for å få sammenligningen mellom dagens ekspressstog nummer 61 og morgendagens krengetog så god som mulig. Stopp på Haugastøl vil medføre 3 minutter lenger kjøretid enn det kjøretidsberegningene viser (2 minutter i stopp og 1 minutt i retardasjon og akselerasjon).

Det er videre forutsatt at prosjektet Gråskallen Øst - Finse er ferdigstilt innen krengetog settes i drift på Bergensbanen i år 2000. Dette vil medføre en innspart tid for dagens ekspressstog på 4 minutter. Dagens kjøretid for tog 61 er derfor redusert med 4 minutter mellom Ustaoset og Finse i forhold til det som står i rutebok 97.1. Dette medfører at tog 61 forutsettes å ha en kjøretid Oslo - Bergen på 6:34 i år 2000, mens det i dag har en kjøretid på 6:38.

Stasjonsoppholdstiden ved innsetting av krengetog er satt til 2 minutter for alle stasjoner mellom Hønefoss og Bergen. En eventuell reduisering av denne til 1 minutt, slik som det er valgt for Sørlandsbanen, kan være aktuelt for noen stasjoner, men er ikke gjort her.

I kjøretidsberegningene er det brukt BM71 med toglengde 107 meter og togvekt 162 tonn.

1.5 Forhold til andre planer

Krengetog på Bergensbanen

Bane Region Vest utarbeidet en rapport i desember 1994 som belyste potensialet ved å sette krengetog på Bergensbanen. Bane Region Vest har siden 1991 utarbeidet ulike-standardkrav for ombygging av banen. Alt fra dimensjonerende hastighet på 200 km/t til å satse på dagens trase med minimale kurveutrettinger, men med opprustning av de tekniske anleggene er utredet.

Kostnadene ved en ombygget Bergensbane etter dimensjonerende hastighet på 200 km/t vil komme på mellom 8 og 12 mrd.kr. Dette vil gi en kjøretid på 3 - 3:30 mellom Oslo og Bergen.

Rapporten konkluderer med at man kan spare ca. 1 time ved å sette krengetog på Bergensbanen. Kostnadene til dette ble stipulert til ca. 300 mill.kr.

Reisetidsreduksjon på eksisterende infrastruktur

I forbindelse med prøvekjøring av Pendolino og X2000 i 1993, ble det i 1994 utgitt en rapport som oppsummerte prøvekjøringen. Rapporten inneholdt også beregnede kjøretider og kostnader for krengetog på fjernstrekningene. Teoretisk kjøretid ble beregnet til 3:30 mellom Hønefoss og Bergen (uten stasjonsopphold og slakk), og kostnadene ble estimert til 88 mill.kr. Resultatene bygger på en grov vurdering av antall tvangspunkt og kostnadene ved å fjerne disse.

4% slakk og 2 min. oppholdstid på de 9 stasjonene mellom Hønefoss og Bergen gir en kjøretid på ca. 4 timer.

Planutredning - Tilpassing for krengetog Hønefoss - Bergen

I denne rapporten av 14.06.96 oppsummerer Bane Region Vest grovt hvilke tiltak som må gjøres på strekningen Hønefoss - Bergen for å ta ut kjøretidspotensialet til krengetoget. Rapporten konkluderer med en kjøretidsgevinst mellom Oslo og Bergen på ca. 1 time, og en kostnad på 270 mill.kr.

Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss

Bane Region Sør la i september 1996 fram denne hovedplanen som beskriver hvilke tiltak som må gjennomføres på strekningen Drammen - Hønefoss for å ta ut potensialet til krengetoget. Det er utarbeidet to alternativer. Ett såkalt minimumsalternativ som viser hva som er en mulig kjøretidsreduksjon ved å sette krengetog på banen uten å gjøre noen større tiltak, og ett maksimalalternativ hvor man har fjernet tvangspunktene slik at krengeteknologien kan utnyttes fullt ut. Rapporten konkluderer med en kostnad på ca. 5 mill.kr. for minimumsalternativet og ca. 92 mill.kr. for maksimalalternativet. Kjøretiden vil bli på 0:47 for

minimumsalternativet og 0:43 for maksimalalternativet, henholdsvis 6 og 10 minutter mindre enn dagens raskeste ekspress tog.

Hovedplan forlengelse av Gulsvik kryssingsspor

Hovedplanen er foreløpig godkjent. Kryssingssporet skal bedre kapasiteten i nedre Hallingdal. Kryssingsporet forlenges til 700 meter samtidig innkjør, noe som muliggjør kryssing med to godstog. Det er beregnet en reisetidsreduksjon på 1 minutt for person- og godstrafikken. Tiltaket er kostnadsberegnet til 30 mill.kr (1996).

Planutredning for Ringeriksbanen

En ny Ringeriksbane vil forkorte reisetiden mellom Oslo og Bergen med ca. 40 min. Investeringskostnadene er beregnet til mellom 2,2 og 2,7 mrd.kr.

Hovedplan forlengelse av Torpo kryssingsspor

Hovedplanen er ferdig. Forlengelsen skal bedre kapasiteten i nedre Hallingdalen. Kryssingsporet forlenges til 700 meter samtidig innkjør, noe som muliggjør en kryssing med to godstog. Det er beregnet en reisetidsreduksjon på 1 minutt for person- og godstrafikken. Tiltaket er kostnadsberegnet til ca. 23 mill.kr (1996).

Hovedplan forlengelse av Hol kryssingsspor

Hovedplanen er foreløpig godkjent og arealplanvedtak foreligger. Forlengelsen skal bedre kapasiteten i Hallingdal. Kryssingsporet forlenges til 700 meter samtidig innkjør. Tiltaket er kostnadsberegnet til ca. 15 mill.kr (1996).

Hovedplan Breifoss bru

Hovedplanen er foreløpig godkjent. Tiltaket vil fjerne begrensning i profil ved eksisterende bru. Tiltaket vil ha en lengde på 1,8 km og er kostnadsberegnet til 55 mill.kr. (1996). Det er antatt at tiltaket vil medføre 1 minutt reisetidsreduksjon for person- og godstrafikken.

Gråskallen øst - Finse

Prosjektet er under bygging. Eksisterende linje har store snøproblemer. Det er også et sterkt behov for kryssingsspor på den 26,6 km lange strekningen mellom Haugastøl og Finse. Prosjektet innebærer et nytt kryssingsspor og noe linjeomlegging. Tiltaket vil føre til bedre punktlighet og mer effektivt vedlikehold. Tiltaket er kostnadsberegnet til 242 mill.kr med en dimensjonerende hastighet på 170 km/t. Tiltaket vil føre til 4 minutter reisetidsreduksjon for person- og godstrafikken. Prosjektet er planlagt ferdigstilt før år 2000.

Hovedplan forlengelse av Finse kryssingsspor

Hovedplanen er under utarbeidelse. Tiltaket er en forlengelse av kryssingsporet samt en linjeomlegging, tilsammen 2,9 km. Dette vil føre til at man får større effekt av

den totale utbyggingen på høyfjellet. Tiltaket er kostnadsberegnet til 116 mill.kr, og vil medføre 2 minutter reisetidsreduksjon.

Hovedplan Rastalia

Hovedplan er utarbeidet og godkjent. Detaljplan er under utarbeidelse. Dagens strekning er rasutsatt og det er nedsatt hastighet på deler av strekningen. Tiltaket omfatter bygging av en ny tunnel forbi det rasfarlige området. Tiltaket strekker seg over 4,5 km. Tiltaket vil medføre 4 minutters reisetidsreduksjon.

Hovedplan Daleura

Tiltaket vil medføre bedre sikkerhet og punktlighet på en rasfarlig strekning. Tiltaket omfatter en ca. 5 km lang strekning, og er kostnadsberegnet til 53 mill.kr. (1995). Tiltaket vil medføre 2 minutter reisetidsreduksjon.

Hovedplan Trengereid - Arna (Takvam)

Tiltaket omfatter en linjeomlegging på 9,5 km inklusive forlengelse av kryssingsporet. Dette vil føre til økt kapasitet, bedret punktlighet og økt hastighet, samt innkorting av en økonomisk driftstung banestrekning. Tiltaket er kostnadsberegnet til 235 mill.kr, og vil medføre en reisetidsreduksjon på 4 minutter.

Hovedplan ny Ulrikstunnel

Hovedplanen er delt i 2 faser. Første fase består i å forlenge kryssingsporet og skifte signal- og sikringsanlegg. Dette vil føre til økt kapasitet og bedring av regularitet og frekvens. Tiltaket er kostnadsberegnet til 90 mill.kr (1995), og vil gi 1 minutt reisetidsreduksjon. Andre fase er bygging av en dobbeltsporparsell på 8,3 km til 398 mill.kr (1995).

Hovedplan for Stanghelle kryssingsspor

Det foreligger foreløpig hovedplan. Tiltaket omfatter utbygging av samtidig innkjør og nedlegging av planovergang. Dette vil bedre kryssingsspor kapasiteten. Anlegget er kostnadsberegnet til 24 mill.kr.

Hovedplan for forsterking av banestrømforsyningen på Bergensbanen

Hovedplanen av juni 1995 konkluderer med bygging av nye omformerstasjoner på Gulsvik, Hol og Voss, samt ombygging av Kjosfoss kraftstasjon. Dette vil bedre spenningsforholdet på Bergensbanen. Tiltaket er kostnadsberegnet til 168 mill.kr.

Hovedplan Bergen stasjon - Fløen

Hovedplanen er ferdig utarbeidet og oversendt Direktoratet for godkjennelse. Konklusjonen er å etablere et dobbeltspor på strekningen Bergen stasjon - Fløen som et første byggetrinn på dobbeltsporet gjennom Ulrikstunnelen. Det forutsettes nytt sikringsanlegg på Bergen stasjon.

1.6 Målsetting

1.6.1 Overordnet mål

I «Norsk jernbaneplan 1998 - 2007» er det satt opp følgende *hovedmål* for utviklingen av jernbanenettet i Norge:

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

- *for kundene*
- *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 Bergensbanen ved å tilpasse infrastrukturen for krengetogskjøring. Det sekundære målet er å få til en kortere turneringstid, gjennom å øke frekvensen på Bergensbanen.

1.6.3 Målet for selve planleggingen

Planleggingen har som mål å utarbeide et hastighetsprofil for krengetog 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. Dette forsøkes unngått.

2. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE

2.1 Strategi

Krengetog kan i utgangspunktet settes inn i trafikk i dag uten noen form for tiltak, men man vil da ikke kunne utnytte krengeteknologien maksimalt.

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

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

Mellomalternativet tar utgangspunkt i maksimalalternativet, men kostnadstunge tiltak er kuttet ut. De kostnadstunge tiltakene må iverksettes når hastigheten overstiger 130 km/t. Mellomalternativet inneholder derfor de samme tiltakene som maksimalalternativet, med unntak av tiltak for hastigheter over 130 km/t.

2.1.1 Prøvekjøring med X2 høsten 1996

For å vinne erfaringer med drift av krengetog ble det igangsatt prøvekjøring med X2 mellom Oslo og Kristiansand høsten 1996. Prøveperioden gikk fra 29. september til 21. desember 1996. I denne perioden gikk toget i rute med passasjerer fra Kristiansand om morgenen og tilbake om ettermiddagen. Kjøretiden Kristiansand - Oslo var 3:59 med følgende stoppmønster:

- Lysaker (1 min)
- Drammen (3 min)
- Kongsberg (2 min)
- Bø (1 min)
- Neslandsvatn (2 min)
- Nelaug (2 min)

Denne kjøretiden forutsatte følgende:

- For planoverganger uten trelem i sporet ble det ikke tatt hensyn til siktelengder. Dette hadde sammenheng med at planoverganger uten trelem er stengt for trafikk. Man har dermed kontroll på disse stedene, siden Jernbaneverket må kontaktes for å få innlagt trelem.
- Det ble tatt hensyn til innkoplingstid for varselampene ved planoverganger, slik at varslingstiden ikke ble mindre enn 60 sekunder. For de planovergangene som i dag har varslingstid under 60 sekunder beholdt man dagens hastighet.

Erfaringene fra denne prøvekjøringen vil være viktig i det videre arbeidet med krengetog på Bergensbanen. Endelig sluttrapport vil være ferdig i midten av april 1997.

Under prøvekjøringen ble det ikke tatt hensyn til krav for rykk og rampestigningshastighet. Heller ikke gjennomkjøringstid på minimum 2 sekunder. Dette medfører at prøvekjøringen ble utført med dårligere komfort enn for alternativene i hovedplan for krengetog Bergensbanen.

Arbeidet med prøvekjøringen 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.

Prøvekjøringen viste at kjøretiden kunne 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.

2.2 Minimumsalternativet

For minimumsalternativet er det beregnet en kjøretid Hønefoss - Bergen på 4:30 med 4 % slakk og 9 stopp à 2 min. Det antas at prosjektet Gråskallen Øst - Finse er avsluttet i år 2000, noe som medfører 4 minutter innspart tid for dagens ekspress tog. Dette medfører at tog 61 vil ha en kjøretid Hønefoss - Bergen på 5:01 i år 2000. Den reduserte kjøretiden i forhold til dagens tog 61 vil derfor bli på 31 minutter.

Følgende tiltak må gjøres før full drift med krengetog Hønefoss-Bergen igangsettes:

1. Full gjennomgang av hastighetsskiltning med sanering/montering av nye skilt.
2. Høyere kvalitetsklasse for de strekningene som får ny krengetogshastighet som overstiger dagens kvalitetsklasse. Alle sporveksel justeres.
3. Sliping av skinner på strekninger med økt hastighet.
4. Redusert hastighet ved de planovergangene som ikke tilfredsstillende 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 ved 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 gjennomsignaler (P-balise).
7. Det tas hensyn til krav for rykk og rampestigningshastighet. Det blir gjort tiltak som beskrevet i kap. 1.4.1 for gjennomkjørings- og rettlinjeringstid i sirkelkurver og rettlinjeringer.

Kostnadene for minimumsalternativet blir da som følger:

Tiltak	Mengde	Enhetspris	Kostnad (mill.kr)
Tiltak 1: Hastighetsskilt			
Montering av nye hastighetssignal	78	1.000 kr/stk	0,10
Montering av nye skilt	15	3.000 kr/stk	0,05
Tiltak 2: Sporjustering			
Sporjustering	186 km	18.830 kr/km	3,50
Ballastfordeler	186 km	5.422 kr/km	1,01
Sporvekseljustering	94 stk	12.070 kr/stk	1,13
Pukksupplering	27.900 m ³	155 kr/m ³	4,32
Tiltak 3: Sliping av skinner			
Sliping	56,5 km	19.850 kr/km	1,12
Tiltak 5: Flytting av innkoplingsfelt			
Innkoplingsfelt (planoverganger)	8 stk		1,09
Tiltak 6: Flytting av forsignal			
Innkjørsignal	0 stk		0
Utkjørsignal	8 stk		2,13
Tiltak 7: Tiltak horisontaltrasé			
Justering av horisontaltrasé			13,78
Kostnad			28,23
Ufordelte kostnader	15 %		4,23
Kostnad (inkl. ufordelte kostnader)			32,46
Offentlige avgifter	16 %		5,19
Sum			37,65 mill.kr

Kostnadene for sporjustering er beregnet med utgangspunkt i regionens registrering av sporstandard mellom Hønefoss og Bergen høsten 1996. Det blir foreslått en økning i kvalitetsklassene på de strekningene hvor hastigheten øker utover dagens kvalitetsklasse. I tillegg må det påregnes mindre tiltak på overbygningen for å kunne heve kvaliteten fra K3 til K2. Det regnes med et behov for pukksupplering på 150 m³/km sporjustering.

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

2.2.1 Kjøre- og stoppetid Hønefoss - Bergen

Tabellen nedenfor viser en oversikt over kjøretider mellom de stasjonene dagens ekspresstog 61 stopper på. Stasjonsoppholdet er satt til 2 minutter, og det er beregnet 4 % slakk i forhold til teoretisk kjøretid. Reduseres antall stopp, vil en spare 2 minutter 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.

HØNEFOSS - BERGEN			
KM	Stasjon	Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid
89,64	Hønefoss	0:00	0:00
185,42	Nesbyen	1:01	1:01
185,42	Nesbyen	0:02	1:03
202,38	Gol	0:10	1:13
202,38	Gol	0:02	1:15
228,21	Ål	0:16	1:32
228,21	Ål	0:02	1:34
252,74	Geilo	0:16	1:50
252,74	Geilo	0:02	1:52
264,67	Ustaoset	0:09	2:01
264,67	Ustaoset	0:02	2:03
302,1	Finse	0:23	2:26
302,1	Finse	0:02	2:28
335,8	Myrdal	0:19	2:47
335,8	Myrdal	0:02	2:49
385,32	Voss	0:38	3:27
385,32	Voss	0:02	3:29
461,93	Arna	0:53	4:22
461,93	Arna	0:02	4:24
471,25	Bergen	0:06	4:30

minutter blir kjøretiden Oslo - Bergen på 5:56. Det vil si en besparelse på 38 minutter i forhold til det raskeste ekspressstoget i år 2000. Kostnaden for dette vil bli på ca. 43 mill.kr.

Totalt vil kjøretiden med krengetog på strekningen Hønefoss - Bergen bli 4:30. Kjøretiden med dagens ekspressstog og tilsvarende stoppmønster i år 2000 vil være på 5:01 for raskeste tog (tog 61). En reduserer da kjøretiden med 31 minutter. Kostnaden for å oppnå denne tidsbesparelsen er beregnet til ca. 38 mill.kr.

Det er da valgt å se bort fra de planovergangene hvor det ikke ligger lem i sporet og som sjelden eller aldri er i bruk. Registreringsarbeidet har vist at disse planovergangene ikke har vært i bruk de siste 10 årene, og overgangene er gjerne grodd igjen. Dersom overgangene skal brukes må man kontakte Jernbaneverket for å få lagt lem inn i sporet. For planoverganger som er i bruk, om enn sjelden, er siktforholdene undersøkt. Der hvor siktforholdene er gode nok beholdes planovergangen slik den er, mens der siktforholdene er for dårlige opprettholdes dagens pluss hastighet. Det bør nevnes at på mange av disse planovergangene er siktforholdene også for dårlige i forhold til dagens pluss hastighet.

I rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 47 minutter ved et minimumsalternativ. Kostnadene til dette er beregnet til ca. 5 mill.kr. Antar man en kjøretid mellom Oslo og Drammen på 39

2.3 Maksimalalternativet

2.3.1 Generelt

I minimumsalternativet vil en ikke utnytte krengeteknologien fullt ut. Flere steder vil hastigheten være lik dagens pluss hastighet. Maksimalalternativet inneholder de tiltak som må gjennomføres for å få en full utnyttelse av krengetogteknologien, det vil si at det kun er eksisterende horisontal- og vertikalkurvatur som er begrensende for krengetogshastigheten. Planen viser dermed den maksimale utnyttelsen av dagens kurvatur. Maksimal hastighet er satt til 160 km/t, fordi tidsgevinsten ved å heve hastigheten opp mot 200 km/t er liten, 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. Økning av hastigheter over 130 km/t er kun gjort der man har sammenhengende strekninger på mer enn 4 - 5 km. Dette fordi at gevinsten ved korte parseller blir svært liten p.g.a. akselerasjon og retardasjon.

For å kunne gjennomføre en intern prioritering er hovedplanen delt opp i ulike parseller. Følgende oppdeling er benyttet:

- Hønefoss - Haversting (km 89,64 - 125,33)
- Haversting - Geilo (km 125,33 - 252,74)
- Geilo - Myrdal (km 252,74 - 335,80)
- Myrdal - Voss (km 335,80 - 385,32)
- Voss - Bergen (km 385,32 - 471,25)

Oppdelingen Hønefoss - Haversting er gjort for å skille mellom strekninger som ligger i region Sør og region Vest. Den videre oppdelingen har forsøkt å ta hensyn til de varierende topografiske og klimatiske forholdene langs Bergensbanen, med skogrikt dalføre fram til Geilo, høyfjellet videre over til Myrdal og sidebratt vestnorsk landskap fram til Bergen. Oppdeling ved Voss er foretatt for å synliggjøre tiltakene som må gjøres på Vossebanen. For hver parsell er det beregnet kostnader pr innspart minutt og kostnader pr innspart personminutt som fører frem til en rangering mellom parsellene.

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, som følge av akselerasjon og retardasjon.

2.3.2 Kontaktledningsanlegg

Det antas at kl-anlegget oppgraderes fortløpende i henhold til prioriteringene i rapporten «Vedlikeholdsplan for ombygging av kontaktledningsanlegg Haversting - Voss, 1.12.96.». Denne vedlikeholdsplanen tar ikke hensyn til alle de strekningene hvor krengetogshastigheten overstiger det kl-anlegget tåler. Hovedplanen inneholder derfor forslag til tiltak/utskifting av kontaktledningsanlegget der dette ikke tåler hastigheten til krengetoget, og hvor strekningen ikke er med i vedlikeholdsplanen.

Strekningene man må skifte kl-anlegg på fordi man innsetter krengetog blir da:

- km 178,12 - 180,5 (anlegget tåler 130 km/t, kan kjøre i 135 - 160 km/t med krengetog)
- km 185 - 191,01 (anlegget tåler 130 km/t, kan kjøre i 140 - 160 km/t med krengetog)
- km 252,7 - 254,5 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 110 km/t med krengetog)
- km 257,7 - 267,39 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 95 - 130 km/t med krengetog)
- km 270,67 - 279,845 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 95 - 120 km/t med krengetog)
- km 283,633 - 285,765 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 95 km/t med krengetog)
- km 298,882 - 301,4 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 105 - 120 km/t med krengetog)
- km 323,45 - 327,92 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 100 - 115 km/t med krengetog)
- km 342 - 352 (anlegget tåler 90 km/t, kan kjøre i 95 - 110 km/t med krengetog)
- km 386,7 - 393,93 (anlegget tåler 130 km/t, kan kjøre i 160 km/t med krengetog)
- km 414,793 - 422,969 (anlegget tåler 130 km/t, kan kjøre i 160 km/t med krengetog)
- km 459,507 - 462,14 (anlegget tåler 130 km/t, kan kjøre i 145 km/t med krengetog)

Disse strekningene, tilsammen 65.391 meter (km-brudd på 823 meter), kan relateres til krengetoget, og investeringene belastes innsetting av krengetog.

Kontaktledningsanlegget på strekningen Voss - Bergen har nådd aldersgrensen, og all utskifting er dermed definert som vedlikehold, med unntak av utskifting av kl-anleggene i de tunnelene man kan kjøre i 145 - 160 km/t med krengetog (Kvalsåsen, Trollkona og Arnanipa).

Det er antatt at kl-anlegget på strekningen forbi Nesbyen (km 180,5 - 185) og i Ulrikentunnelen (km 462,5- 469,81) vil bli oppgradert til å tåle 160 km/t før krengetog settes i drift på Bergensbanen i år 2000.

2.3.3 Signal- og sikringsanlegg

Forsignalavstandene vil bli dimensjonert etter den hastigheten kurvaturen maksimalt tillater (opp mot 160 km/t). Det er antatt at det finnes kabelkanal fra Hol og vestover.

Dette medfører en lavere kostnad ved flytting av forsignaler og innkoblingsfelt på strekningene vest for Hol enn øst for Hol.

For signalanlegg er det bare registrert data for strekningen Hønefoss - Bergen, ikke motsatt retning. Det er antatt at man vil måtte flytte de samme forsignalene og innkoblingsfeltene like langt for kjøreretningen Bergen - Hønefoss.

I henhold til gjeldende retningslinjer kreves det ikke fullt utrustet ATC for hastigheter under 160 km/t. Det har imidlertid kommet signaler fra sikkerhetskontoret om at dette vil bli krevd for hastigheter over 130 km/t. Det er derfor valgt å bygge ut til fullt utrustet ATC på de 6 stasjonene hvor gjennomsignalering utføres. Fra rapporten «Tvangspunktsanering for innføring av krengeomateriell på Dovrebanen Fåberg - Trondheim, mai 1996» er det beregnet en enhetskostnad på 1.624 mill.kr. pr. stasjon. Enhetskostnaden blir også benyttet i denne hovedplanen for de 6 stasjonene (Nesbyen, Gol, Bulken, Dale, Arna og Ulriken).

2.3.4 Nedleggelse av planoverganger

Ved innføring av krengetog blir nedleggelse av planoverganger en stor investeringskostnad. Enhetskostnadene er hentet fra arbeidet med hovedplan for nedleggelse av planoverganger på Sørlandsbanen. Herfra er det funnet en gjennomsnittspris pr. planovergang på 0,535 mill.kr (enhetskostnad inkl. avgifter).

Det er i hovedplanen valgt å se bort fra de planovergangene hvor det ikke ligger lem i sporet og som sjelden eller aldri er i bruk. Registreringsarbeidet har vist at disse planovergangene ikke har vært i bruk de siste 10 årene, og overgangene er for en stor del grodd igjen. Disse planovergangene bør fjernes ved at rettighetene til kryssing kjøpes, men i og med at ingen bruker dem vil det ikke være riktig å belaste krengetogsprosjektet med kostnader for å legge dem ned. Disse planovergangene blir fjernet sammen med andre usikrede planoverganger der hvor man øker hastigheten utover 130 km/t.

For planoverganger som er i bruk, om enn sjelden, er det i utgangspunktet foreslått planskilte løsninger ved nedleggelse. Aktuelle tiltak kan være bygging av samleveger, kjøp av areal, utnyttelse av eksisterende under-/overganger eller bygging av nye under-/overganger. Dette gjelder for planoverganger hvor siktf forholdene er for dårlige. Der siktf forholdene er gode nok beholdes planovergangen slik den er.

Det vises forøvrig til hovedplan for nedleggelse av planoverganger på Bergensbanen.

2.3.5 Bruer uten gjennomgående ballast

Det er gjennom arbeidet med hovedplanen funnet at 18 bruer uten gjennomgående ballast må skiftes før krengetog settes i drift på Bergensbanen i år 2000, dersom hastigheten skal økes over bruene. Dette er flg. bruer:

KM	Bruer som skiftes til traubruer
136,518	Skifte bru med traubruer (4 m)
139,148	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
151,151	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
163,639	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
164,655	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
166,462	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
169,712	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
170,318	Skifte bru med traubruer (3 m)
176,794	Skifte bru med traubruer (6 m)
213,691	Skifte bru med traubruer (2,5 m)
341,625	Skifte bru med traubruer (3,5 m)
358,055	Skifte bru med traubruer (4,5 m)
384,827	Skifte bru med traubruer (9,5 m)
385,03	Skifte bru med traubruer (9,5 m)
399,853	Skifte bru med traubruer (10,5 m)
403,745	Skifte bru med traubruer (7 m)
452,45	Skifte bru med traubruer (10,5 m)
455,447	Skifte bru med traubruer (7 m)

Det forutsettes at disse bruene skiftes før krengetoget settes i drift, det vil si før år 2000. Dette medfører at ingen kostnader tas med for utskifting av bruer i denne hovedplanen.

2.3.6 Rasforebygging og linjesikkerhet

På Bergensbanen er det i dag 3 steder hvor det er permanent nedsatt hastighet på grunn av rasfare. Dette gjelder flg. strekninger

- Rastalia km 373 - 375
- Daleura km 428,9 - 429,9
- Risneset km 452,35 - 453,425

I tillegg er det nedsatt hastighet på strekningen Grøndalen - Kleven bru (km 327,5 - 329,5) i 3 mnd i perioden mars til mai på grunn av fare for blokkfall, is og snøras.

Det forutsettes at omlegging ved Rastalia starter i neste jernbaneplassperiode. Kostnader for å rassikre dette området faller da ut, og eksisterende saktekjøring på 30 km/t beholdes inntil ny linjeomlegging står ferdig. Med en anslått byggetid på 2-3 år, kan prosjektet stå ferdig når krengetog settes i drift i år 2000, dersom oppstart skjer i 1998.

Når det gjelder de andre rasutsatte områdene foreslås det å rassikre disse. Kostnadene for dette belastes innsetting av krengetog. Hastigheten kan da økes til det kurvaturen tillater.

I tillegg til de stedene hvor det i dag er nedsatt hastighet på grunn av rasfare, vil en økning av hastigheten med lettere materiell kreve rassikring på andre steder langs Bergensbanen. Disse stedene er plukket ut på grunn av dårlig sikt og reaksjonstid ved oppbremsing. Flg. steder må da sikres mot ras:

- km 319,467 - 319,574
- km 333,902 - 333,989
- km 343,005 - 343,590

Disse tre stedene bør sikres ved bruk av Narvik-systemet for varsling av ras.

2.3.7 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 enkelte tilfeller være forskjellig fra det mengden og enhetsprisen tilsier. Dette har sammenheng med at annet arbeid også er inkludert i kostnaden.

Prosess	Forklaring	Enhetspris
Masseutskifting	Grave ut masser, legge fiberduk, XPS og sprengstein	2.000 kr/m
Ny sporveksel	To drivmaskiner	750.000 kr/stk
Nedleggelse av planovergang		400.000 kr/stk
Oppradering av kl-anlegg til 130 km/t	Sette inn lette direksjonsstag	345 kr/m
Oppradering av kl-anlegg til 160 km/t		430-1550kr/m
Svillebytte		1083 kr/lm
Skinnebytte		730 kr/lm
Justering av horisontaltrasé	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)	170.000 kr/stk
Fremskutt forsignal (fiktivt)	Nye baliser m.m.	53.000 kr/stk
Prefix baliser	Ved eksisterende forsignal	68.000 kr/stk
ATC-fullt utrustet område	Baliser, stolper og arbeid	1.624.000 kr/stasjon
Flytting av innkoblingsfelt	Flytting, prosjektering og kontroll	8.000 kr/stk
Kabel og kabelkanal	Legging av kabel og kabelkanal	430 kr/lm
Legging av kabel	Legging av kabel i eksist. kabelkanal	100 kr/lm
Kabel i bakken	Grave kabel ned i bakken	280 kr/lm
Hastighetsskilt		3.000 kr/stk
Nye hastighetssignal for krengetog	Festes på eksisterende hastighetsskilt	1.000 kr/stk
Ballastrensing		640 kr/lm
Rensing av pumpevillepartier		900 kr/lm
Sliping av skinner		19.850 kr/km
Sporjustering	Antar at det går med 150 m ³ pukk pr. 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 %

Verdien for ufordelte kostnader, på 15 %, er satt relativt lav i forhold til plannivået. Dette har sammenheng med at en stor del av kostnadene er beregnet på detaljnivå.

slik at usikkerheten er bedre 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.

Det er videre tatt med en kostnad for prosjektereserver. Denne reserven skal fange opp prosjekter som man i dag ikke har den fulle oversikt over. Dette vil blant annet omfatte tiltak på stasjoner når stopp- og kryssmønster er fastlagt. Prosjektereserven er fastlagt til 10% av totalkostnaden for mellom- og maksimalalternativet.

Alle vedlegg er samlet i et eget vedleggshefte. I vedleggsheftet er det en detaljert oversikt over alle tiltak og kostnader. Det finnes også oversikt over de planovergangene som er foreslått nedlagt. Det henvises til det pågående arbeidet med hovedplanen for nedleggelse av planoverganger på Bergensbanen.

2.3.8 Forklaring til kartpresentasjonen

I det etterfølgende presenteres tiltakene for hver parsell. Først kommer en tekstdel som beskriver hvilke tiltak som må gjennomføres samt en tabellarisk oppsummering av kostnadene. Deretter kommer en kartdel for hver delparsell hvor tiltakene presenteres sammen med et hastighetsprofil. Tiltakene presenteres for de tre alternativene på kartdelen. For minimumsalternativet er tiltakene beskrevet med grønn tekst, mellomalternativet er beskrevet med mørkeblå tekst. Maksimalalternativet er det samme som mellomalternativet (mørkeblå tekst), men i tillegg er tiltakene som medfører hastigheter utover 130 km/t beskrevet med lyseblå tekst.

På grunn av plassproblemer på kartene har det ikke vært mulig å få presentert tiltakene som er oppsummert i vedlegg 1. Dette gjelder følgende tiltak:

- forlengelse av sirkel- og overgangskurver, samt fjerning av rettlinjer. Disse tiltakene er derimot skissert i vedlegg 10
- justering av overhøyden
- sporjustering på de stedene hvor rampen går inn i sirkelkurven
- behov for sliping

Alle andre tiltak er presentert på kartene.

Hastighetsprofilen er plassert øverst på hvert kart. Dette inneholder eksisterende pluss hastighet (rød strek), krengehastighet for minimumsalternativet (grønn strek) og krengehastighet for mellomalternativet (blå strek). Krengehastighet for

maksimalalternativet er det samme som mellomalternativet men i tillegg er det stiplet med blå strek der hastigheten går over 130 km/t.

2.3.9 Hønefoss - Haversting (km 89,64 - 125,33)

Horisontalkurvatur

Denne strekningen ligger i region Sør. Hastigheten vil variere mellom 90 km/t og 130 km/t. Det er mulig å øke hastigheten til 145 km/t på strekningene km 97,566 - 100,056 og km 109,19 - 111,95, samt 140 på strekningen 118,07 - 120,193. Det er imidlertid valgt å beholde 130 km/t da strekningene er for korte til at man oppnår noen vesentlig kjøretidsgevinst i forhold til de høye kostnadene, blant annet nytt kontaktledningsanlegg.

Planoverganger

Det er utarbeidet en egen hovedplan for nedleggelse av planoverganger på denne strekningen (NSB Bane Region Sør, mai 1996). Det er i dag totalt 56 planoverganger på strekningen. En av disse, Rallerud 1/2-bom anlegg, beholdes. De øvrige 55 er usikrede planoverganger, og av disse er hele 33 sjelden eller aldri i bruk.

Nedleggelse av disse 33 usikrede planovergangene belastet ikke krengetogsprosjektet, da man anser dem som ute av drift, i og med at de ikke har vært i bruk de siste 10 årene. Av de resterende 22 usikrede planovergangene er det kun 7 som er i daglig bruk. Ut fra siktkrav må 14 av 22 planoverganger nedlegges, mens 8 kan beholdes fordi de tilfredsstillt siktkravene. I hovedplanen til region Sør har man foreslått løsninger for nedleggelse av alle de usikrede planovergangene. Detaljløsningene fører ofte til at flere planoverganger nedlegges som følge av tiltak på en planovergang. Ut fra forslag til løsninger for nedleggelse av planoverganger i hovedplanen til region Sør anbefales det at 28 usikrede planoverganger nedlegges på denne strekningen. Kostnadene for nedleggelse er hentet fra hovedplanen til region Sør.

Banetekniske tiltak

Det er problemer med telehiv på strekningene:

- km 91,5 - 93,6
- km 100,3 - 102,6
- km 105,25 - 105,7
- km 109,1 - 110,5

Tilsammen 6.250 m. Disse strekningene må renses slik at pumpeviller unngås.

Det er problemer med setninger på strekningene:

- km 94,2 - 94,4
- km 97,5 - 97,65
- km 102,1 - 102,175
- km 106,1 - 106,2
- km 107,5 - 107,7
- km 113,8 - 114
- km 114,3 - 114,35
- km 115,1 - 115,3
- km 121,8 - 121,9

Tilsammen 1.275 m. På disse strekningene må man foreta masseutskifting.

Fire overgangskurver foreslås forlenget, samt at overhøyden reduseres flere steder.

Kontaktledningsanlegg

Det blir ikke gjort tiltak på kl-anlegget, da dette tåler hastigheter opp til 130 km/t.

Sikringsanlegg

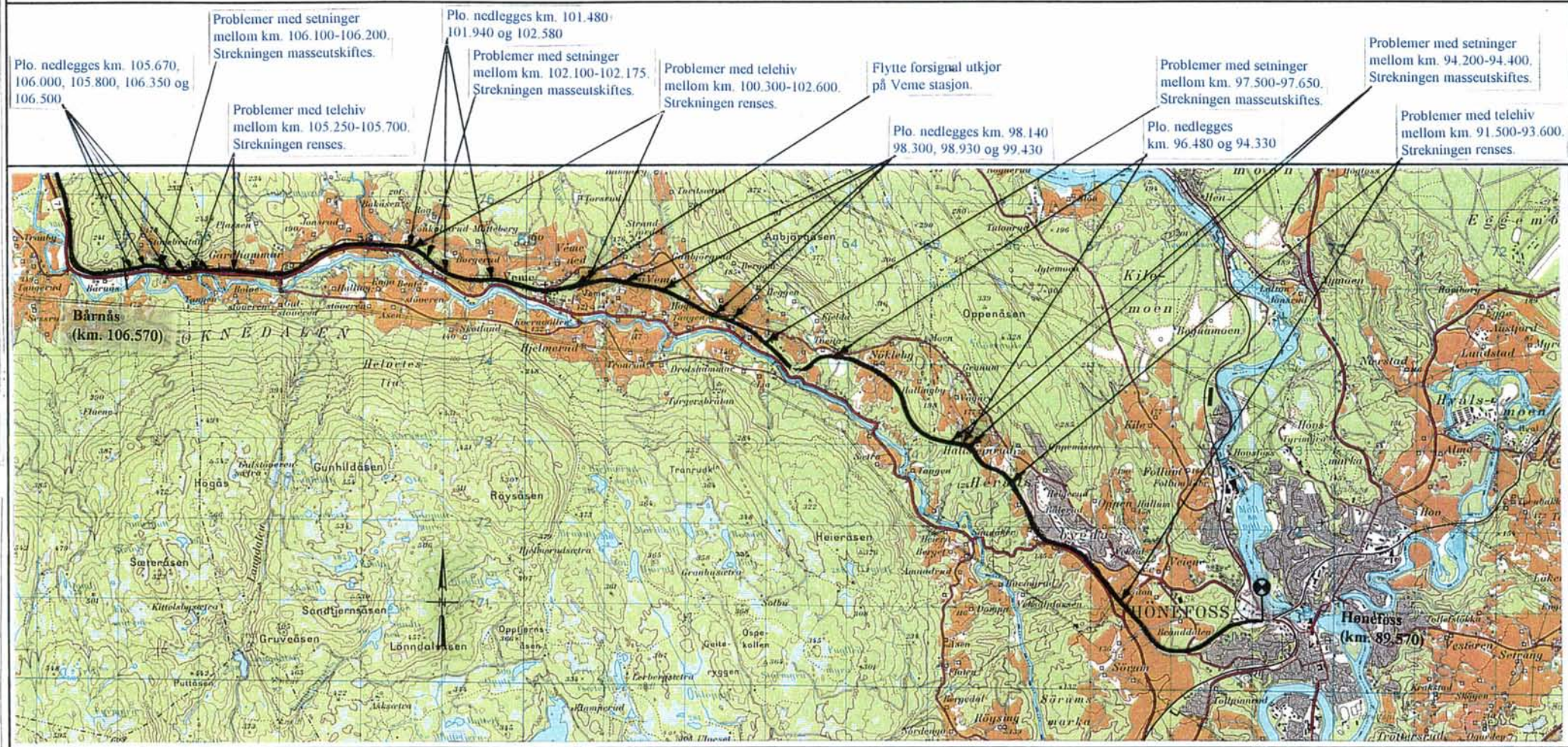
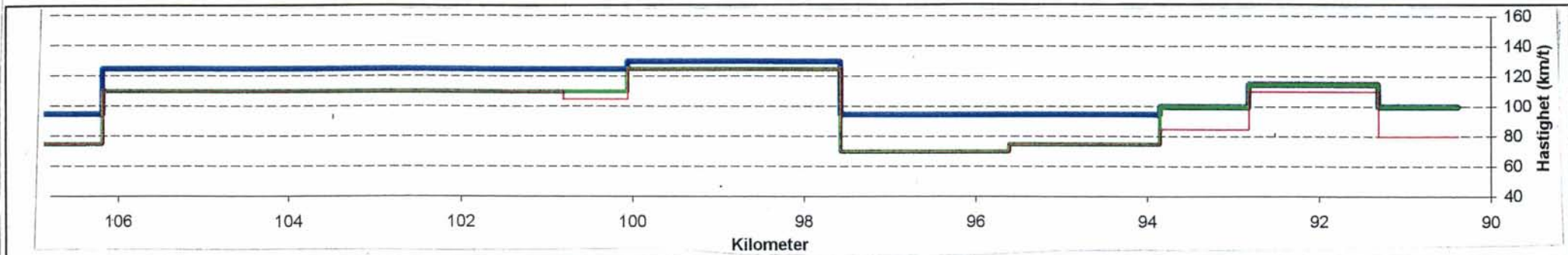
Det må gjøres tiltak på forsignalene utkjør ved Veme p.g.a. økt hastighet.

KOSTNADER (Hønefoss - Haversting)

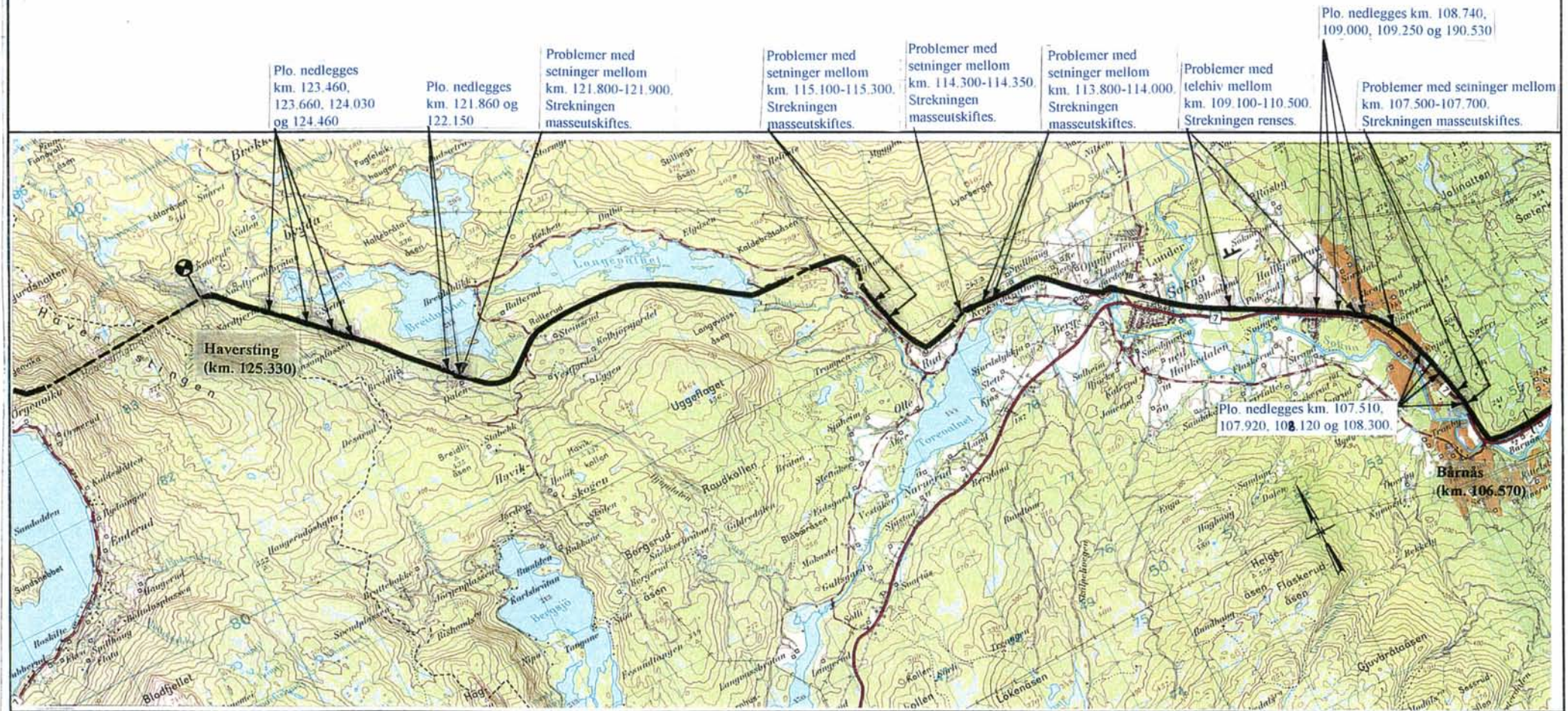
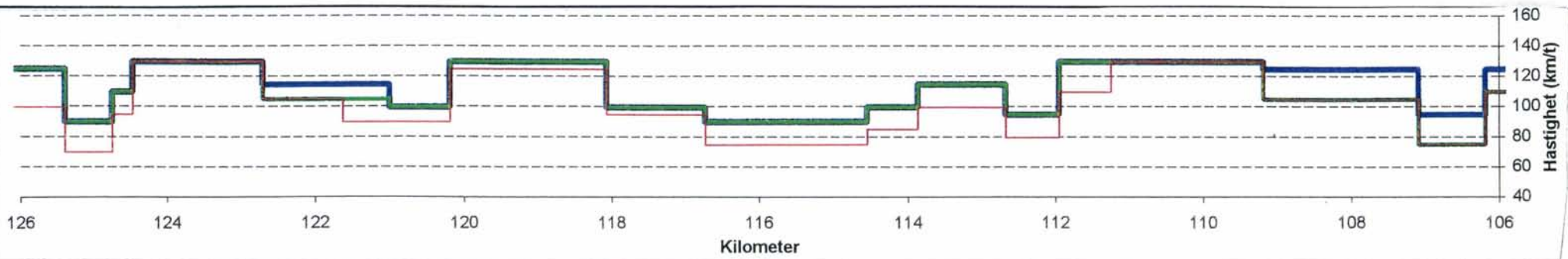
Tiltaksbeskrivelse	Løpemetre/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	28 stk	11.821
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	1 stk	3
Nye hastighetssignal	19 stk	19
Ballastrensing	0 m	
Skinnebytte	0 m	
Svillebytte	0 m	
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		8.175
Justering av horisontaltrasé		1.251
Diverse		
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	0 m	
Oppgradering til 160 km/t	0 m	
Sikringsanlegg		
Rassikring		
Flytting av forsignal (innkjør)	0 stk	
Flytting av forsignal (utkjør)	2 stk	867
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	0 stk	
Ekstra drivmaskin	0 stk	
Sum kostnader		22.136
Ufordelte kostnader	15 %	3.320
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		25.456
Offentlige avgifter	16 %	4.073
Sum kostnader		29.529
Prosjektreserve	10 %	2.953
Totale kostnader		32.482

På de to neste sidene er tiltakene presentert på kart. For nærmere forklaring til kartene henvises det til kap. 2.3.8.

Av denne summen er det bare de banetekniske tiltakene som ansees som reinvesteringer. De øvrige tiltakene er investeringer. Fordelingen blir dermed 13,9 mill.kr. på reinvesteringer og 18,6 mill.kr. på investeringer.



Tegnforklaring : Trasé i dagen Trasé i tunnel Eksisterende hastighet Minimumsalternativet Mellomalternativet (Maksimalt.)		 REGION VEST Jernbaneverket	Hovedplan for krengetog på Bergensbanen Strekning: Hønefoss - Bårnås	Dato : 21.03.97 Målestokk: 1:100.000
		Parsell: Hønefoss - Haversting		



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- - - - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalt.)



REGION VEST

Parsell: Hønefoss - Haversting

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Bårnås - Haversting

Dato : 21.03.97

Målestokk : 1:100.000

2.3.10 Haversting - Geilo (km 125,33 - 252,74)

Horisontalkurvatur

Hastigheten kan heves til 135 - 160 km/t på strekningen forbi Nesbyen (km 178,12 - 191,014), samt til 150 km/t før Gol (km 194,81 - 201,5).

På øvrige strekninger varierer hastigheten mellom 85 og 130 km/t. Fra km 204,24 - 207,9 er det mulig å heve hastigheten til 145 km/t, mens det på strekningen 231,95 - 236,66 er mulig å heve hastigheten til 155 km/t. Strekningene anses imidlertid å være for korte til at en oppnår noen vesentlig kjøretidsgevinst i forhold til kostnadene ved blant annet nytt kontaktledningsanlegg. Hastigheten settes til 130 km/t på disse strekningene.

Planoverganger

Det er i dag totalt 171 planoverganger på strekningen. Av disse er 7 sikret med halvboom og 1 med varsellampe. Disse foreslås beholdt i og med at krengetogshastigheten ikke overstiger 130 km/t der overgangene ligger.

Det finnes altså 163 usikrede planoverganger på strekningen. 41 av disse må nedlegges fordi man øker hastigheten til 135 - 160 km/t. Av de resterende 122 usikrede planovergangene er det hele 71 stykker hvor lemme ikke ligger inne i sporet og hvor planovergangene sjelden eller aldri brukes. Kostnader for sanering av disse planovergangene belastes derfor ikke innsetting av krengetog. Det er dermed 51 usikrede planoverganger hvor sikten må undersøkes. Undersøkelser viser at 39 av disse har for dårlige siktforhold i forhold til den framtidige krengetogshastigheten, slik at de må nedlegges.

Banetekniske tiltak

Sporveksel 2 og 10 ved Ål forutsettes utskiftet i løpet av 1997. I tillegg må sporveksel 3 ved Nesbyen skiftes og erstattes med en ny veksel med 2 drivmaskiner.

Skinnebytte foretas på flg. strekninger:

- km 125,39 - 127,38
- 800 m mellom km 149,91 - 152,44

Tilsammen 2.790 meter.

Det foretas svillebytte på flg. strekninger:

- km 125,39 - 127,38
- 1000 m mellom km 131,245 - 134,446
- 590 m mellom km 158,496 - 161,19
- 700 m mellom km 178,97 - 186,4
- 600 m mellom km 216,13 - 218,1
- km 225,9 - 228,5

Tilsammen 7.480 meter.

Ballastsupplering foretas på flg. strekninger:

- 120 m³ på strekningen km 128,85 - 130,358
- 200 m³ på strekningen km 131,245 - 134,446
- 700 m³ på strekningen km 178,97 - 191,014
- 120 m³ på strekningen km 194,81 - 201,5
- 100 m³ på strekningen km 216,13 - 218,1

Totalt 1.240 m³

Ballastrensing foretas på flg. strekninger:

- km 180 - 182
- km 184,7 - 186
- km 195 - 196
- km 200 - 202
- km 226,8 - 228,6

Totalt 8.100 meter.

I tillegg gjøres det tiltak for å forhindre setninger ved et kort parti før Geilo (km 250,07 - 250,13). Horisontaltraséen foreslås også justert flere steder.

Kontaktledningsanlegg

På to steder ved Nesbyen (km 178,12 - 180,5 og km 185 - 191,01) øker hastigheten utover 130 km/t. Disse to strekningene er ikke prioritert i «Vedlikeholdsplanen for ombygging av kl-anlegg Haversting - Voss (1998-2007)». Det er derfor valgt å ta med utskifting av kl-anlegget på disse to strekningene som krengetogsrelatert investering. De øvrige stedene hvor hastigheten økes utover 130 km/t er nytt kontaktledningsanlegg med i vedlikeholdsplanen.

Sikringsanlegg

12 forsignaler for innkjør/utkjør må flyttes, samt innkoplingsfeltene for planovergangene ved Torpo og Ål hvor det finnes kabelkanal. Det er nødvendig med 5 ekstra drivmaskiner på parsellen.

Av denne summen er det bare de banetekniske tiltakene som ansees som reinvesteringer. De øvrige tiltakene er investeringer. Fordelingen blir dermed 33,1 mill.kr. på reinvesteringer og 80,2 mill.kr. på investeringer.

Tiltak som forutsettes gjennomført før krengetog settes i drift

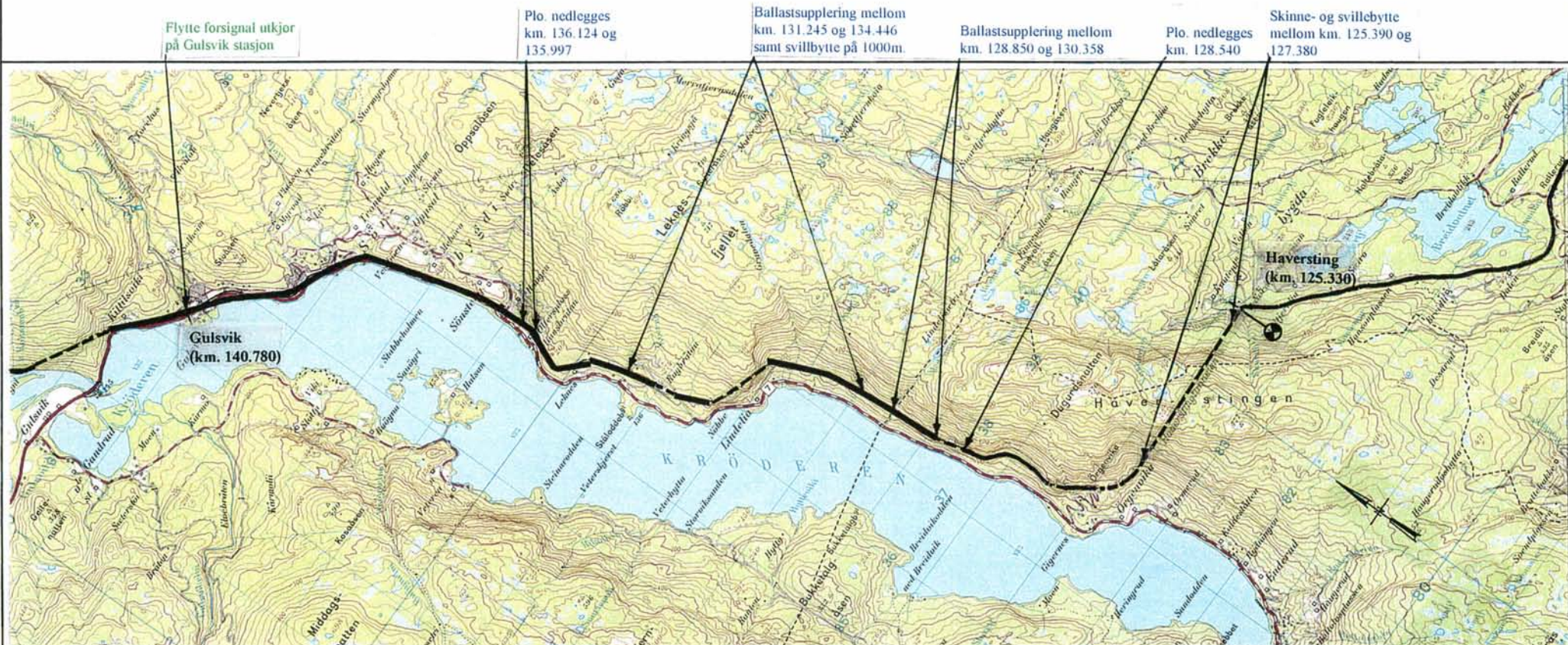
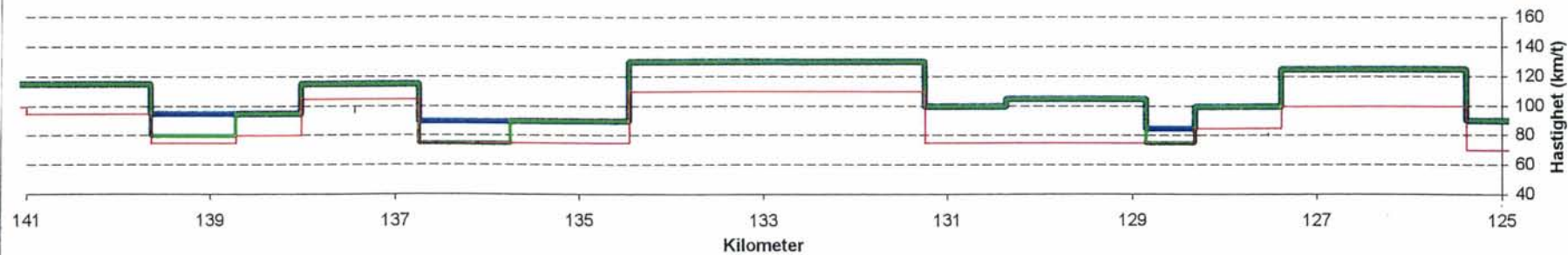
Det forutsettes at følgende 10 bruer uten gjennomgående ballast i sirkelkurve skiftes før krengetoget settes i drift i år 2000:

- bru på 4 m ved km 136,518
- bru på 3,5 m ved km 139,148
- bru på 3,5 m ved km 151,151
- bru på 3,5 m ved km 163,639
- bru på 3,5 m ved km 164,655
- bru på 3,5 m ved km 166,462
- bru på 3,5 m ved km 169,712
- bru på 3 m ved km 170,318
- bru på 6 m ved km 176,794
- bru på 2,5 m ved km 213,691

Videre forutsettes det at kl-anlegget oppgraderes på strekningen km 194,81 til 201,5 hvor krengetoget kan kjøre i 150 km/t. Denne strekningen er prioritert i Vedlikeholdsplanen for ombygging av kl-anlegget for perioden 1998 - 2007. Kostnadene er beregnet til ca. 13 mill.kr.

På de 7 neste sidene er tiltakene presentert på kart. For nærmere forklaring til kartene henvises det til kap. 2.3.8.

KOSTNADER (Haversting - Geilo)		
Tiltaksbeskrivelse	Løpemet/antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	39 stk	15.600
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	41 stk	16.400
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	5 stk	15
Nye hastighetssignal	51 stk	51
Ballastrensing	8.100 m	5.184
Skinnebytte	2.790 m	2.037
Svillebytte	7.480 m	8.101
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		120
Justering av horisontaltrasè		6.076
Diverse , bl.a ny sporveksel og pukksupplering		942
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t		
Oppgradering til 160 km/t	8.390 m	11.321
Sikringsanlegg		
Rassikring		
Flytting av forsignal (innkjør)	4 stk	8.591
Flytting av forsignal (utkjør)	8 stk	2.140
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	4 stk	95
Ekstra drivmaskin	3 stk	510
Sum kostnader		77.183
Ufordelte kostnader	15 %	11.577
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		88.760
Offentlige avgifter	16 %	14.202
Sum kostnader		102.962
Prosjektreserve	10 %	10.296
Totale kostnader		113.258



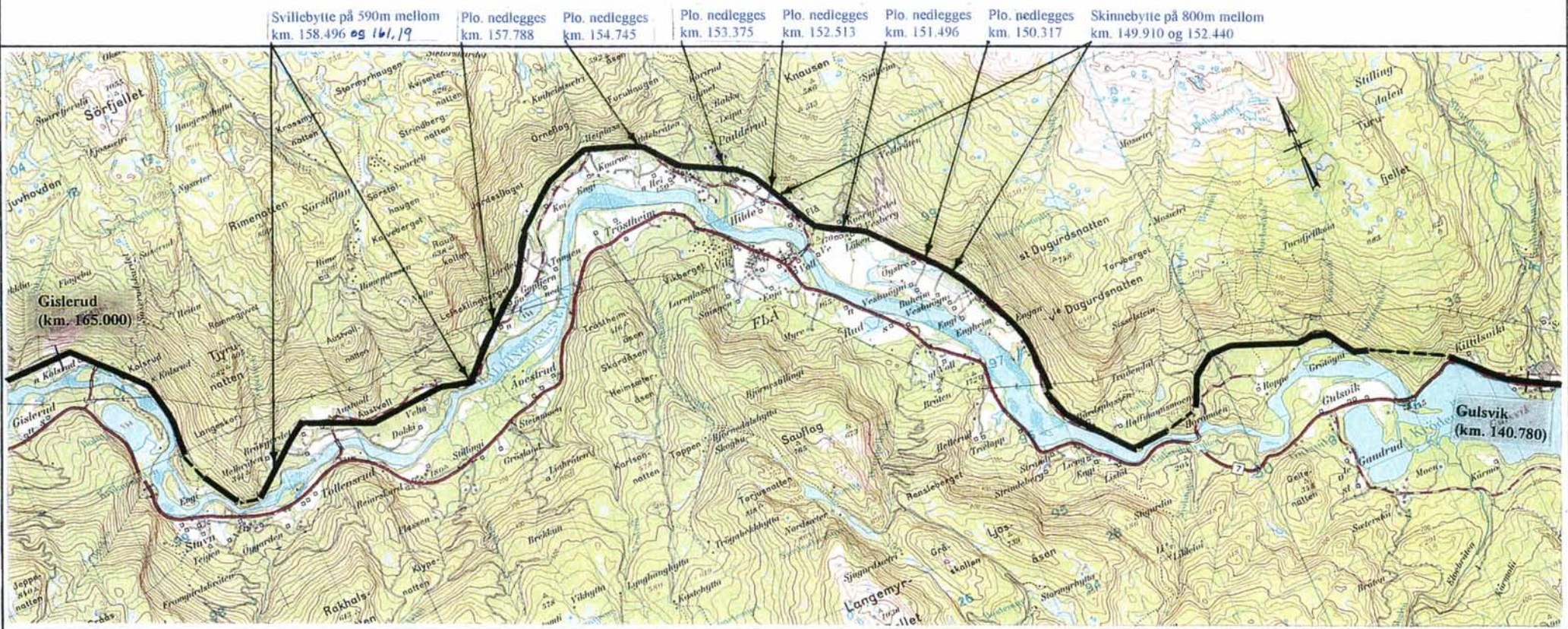
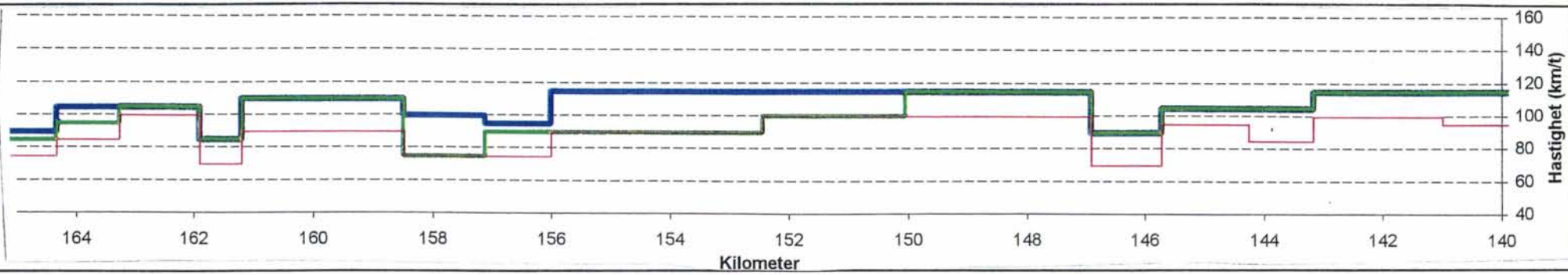
Tegnforklaring :


Trasé i dagen	Eksisterende hastighet
Trasé i tunnel	Minimumsalternativet
	Mellomalternativet (Maksimalt.)

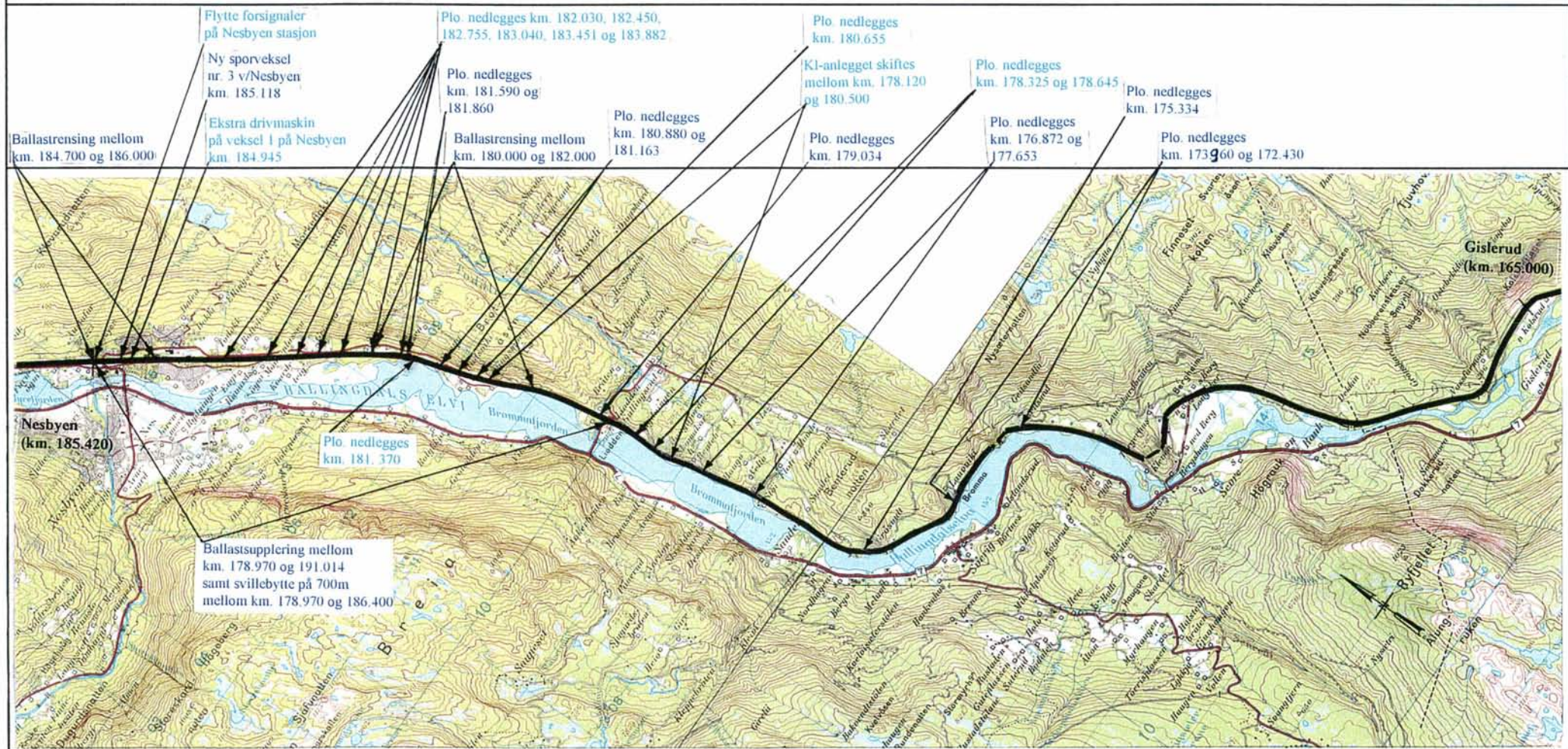
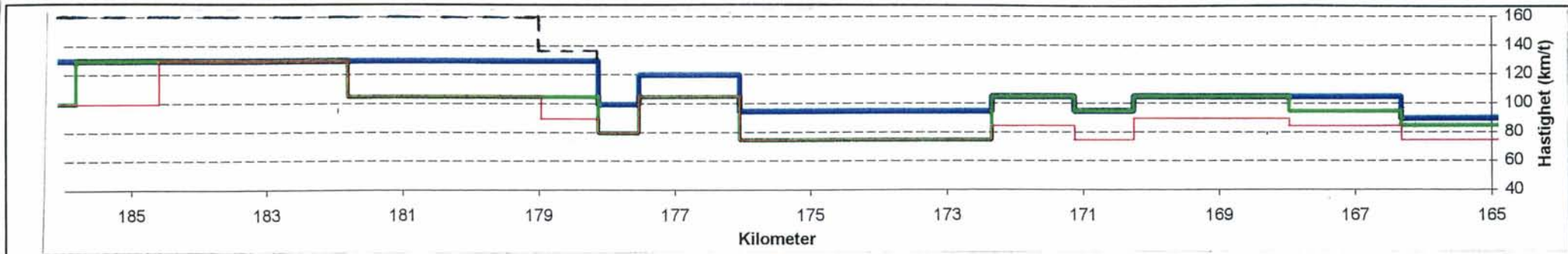
REGION VEST
 Jambuvevverket
 Parsell: Haversting - Geilo

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen ·
 Strekning: Haversting - Gulsvik

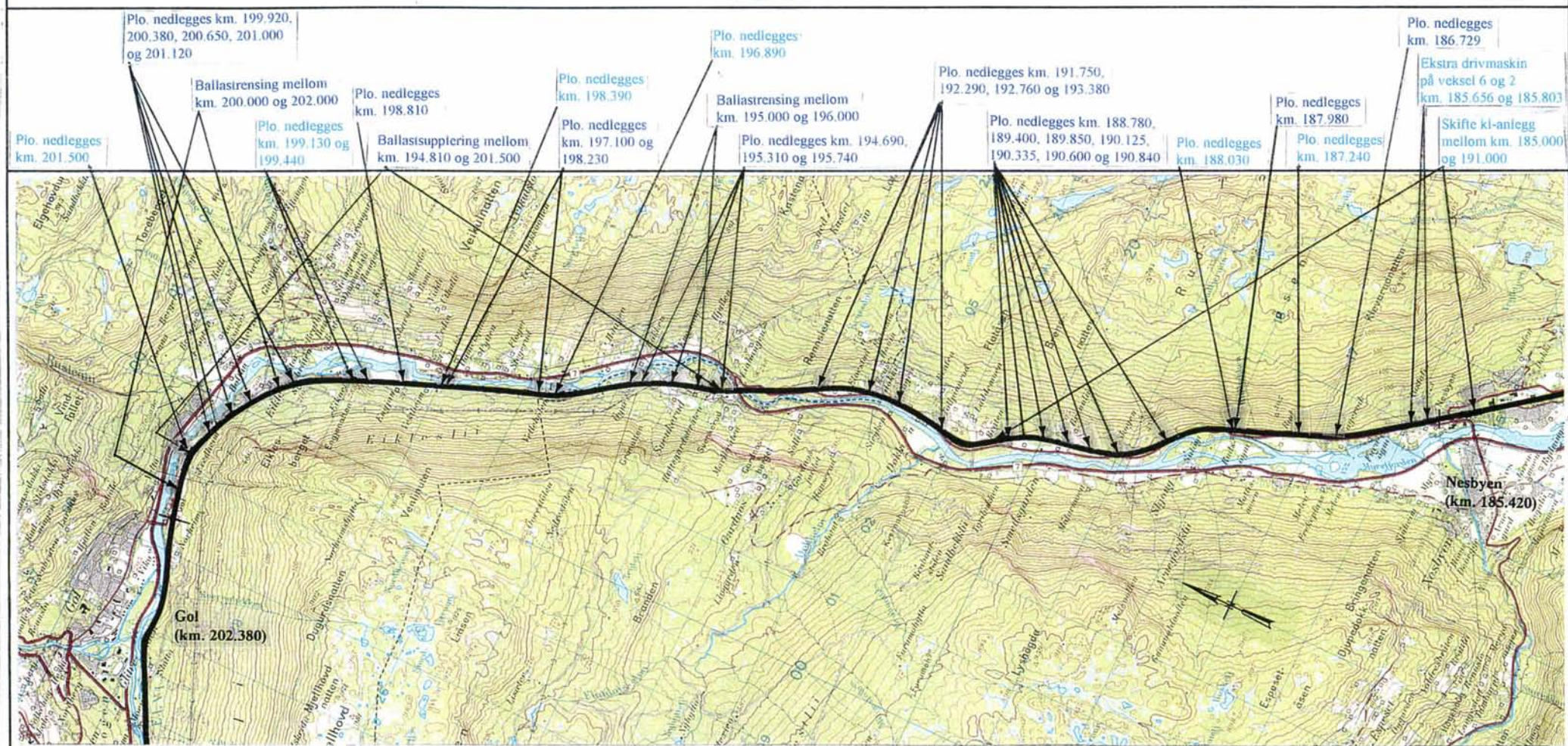
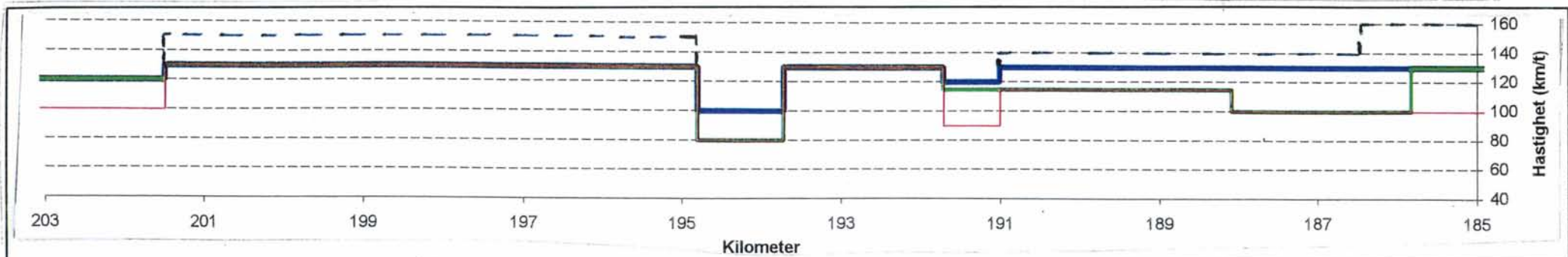
Dato : 21.03.97
 Målestokk : 1:100.000




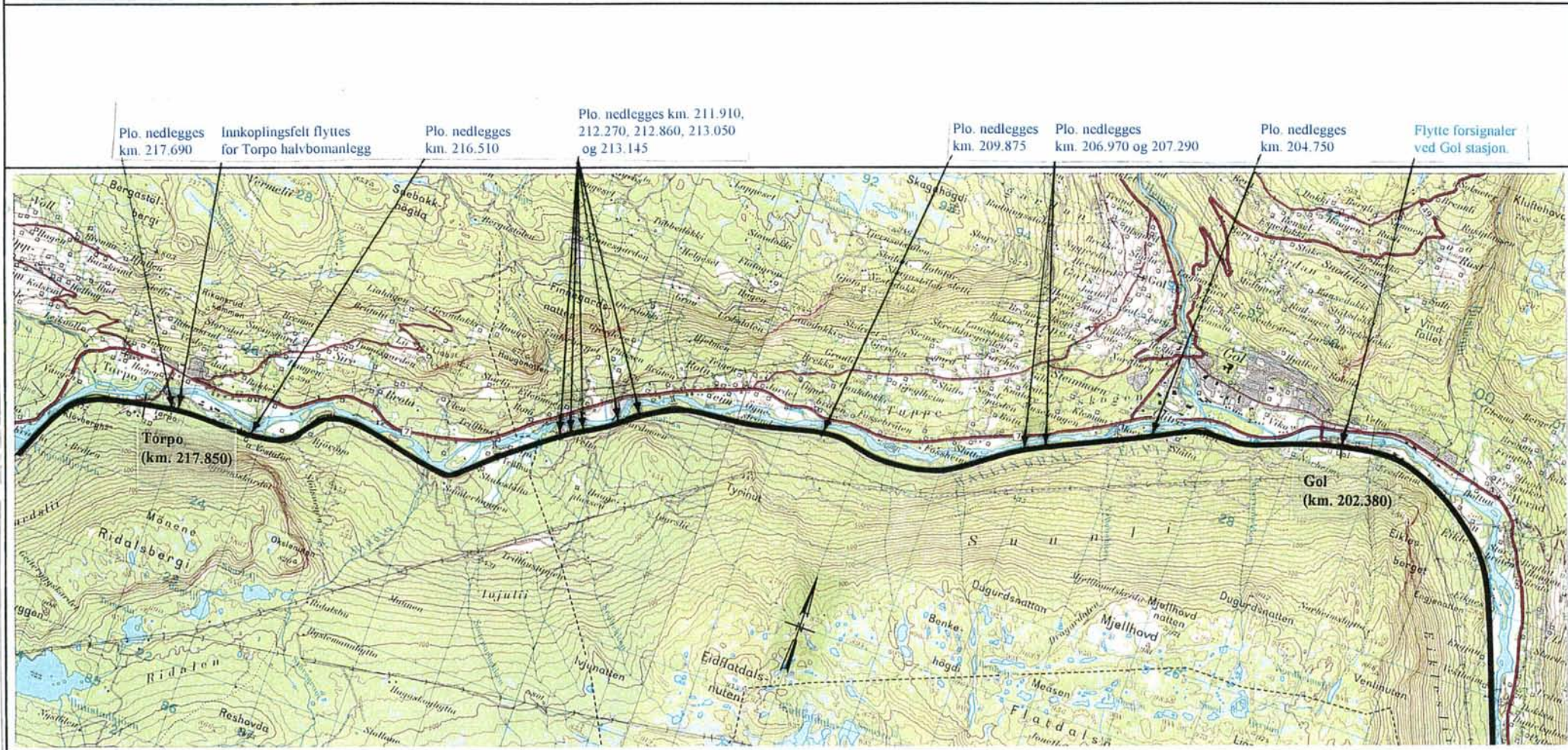
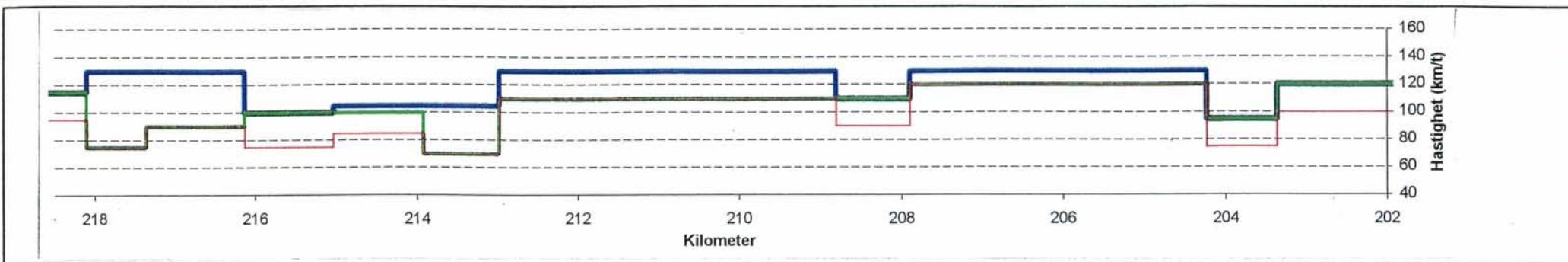
<p>Tegnforklaring :</p> <p>— Trasé i dagen</p> <p>- - - Trasé i tunnel</p>	<p>— Eksisterende hastighet</p> <p>— Minimumsalternativet</p> <p>— Mellomalternativet (Maksimalalt.)</p>	<p> REGION VEST</p> <p>Parsell: Haversting - Geilo</p>	<p>Hovedplan for krengetog på Bergensbanen</p> <p>Strekning: Gulsvik - Gisterud</p>	<p>Dato : 21.03.97</p> <p>Målestokk : 1:100.000</p>
--	--	--	---	---



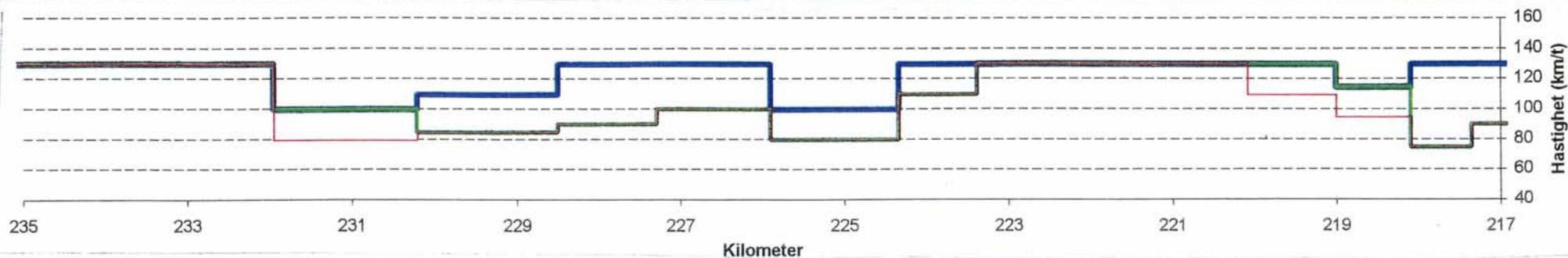
Tegnforklaring : ———— Trasé i dagen - - - - - Trasé i tunnel ———— Eksisterende hastighet ———— Minimumsalternativet ———— Mellomalternativet (Maksimaltalt.)	 REGION VEST	Hovedplan for krengetog på Bergensbanen	Dato : 21.03.97
		Parsell: Haversting - Geilo	Målestokk: 1:100.000



<p>Tegnforklaring :</p> <p>— Trasé i dagen</p> <p>- - - - - Trasé i tunnel</p> <p>— Eksisterende hastighet</p> <p>— Minimumsalternativet</p> <p>— Mellomalternativet (Maksimalt.)</p>	 <p>REGION VEST</p> <p>Jernbaneverket</p>	<p>Hovedplan for krengetog på Bergensbanen</p>	<p>Dato : 21.03.97</p>
	<p>Parsell: Haversting - Geilo</p>	<p>Strekning: Nesbyen - Gol</p>	<p>Målestokk: 1:100.000</p>



Tegnforklaring :	— Eksisterende hastighet	 Jernbaneverket	REGION VEST	Hovedplan for krengetog på Bergensbanen	Dato : 21.03.97
— Trasé i dagen	— Minimumsalternativet		Parsell: Haversting - Geilo	Strekning: Gol - Torpo	Målestokk: 1:100.000
- - - Trasé i tunnel	— Mellomalternativet (Maksimalt.)				



Svilllebytte mellom km. 225.900 og 228.500 samt ballastrensing mellom km. 226.800 og 228.600.

Plo. nedlegges km. 228.955, 229.300 og 229.440

Innkøpsfelt flyttes for Ål halvbananlegg

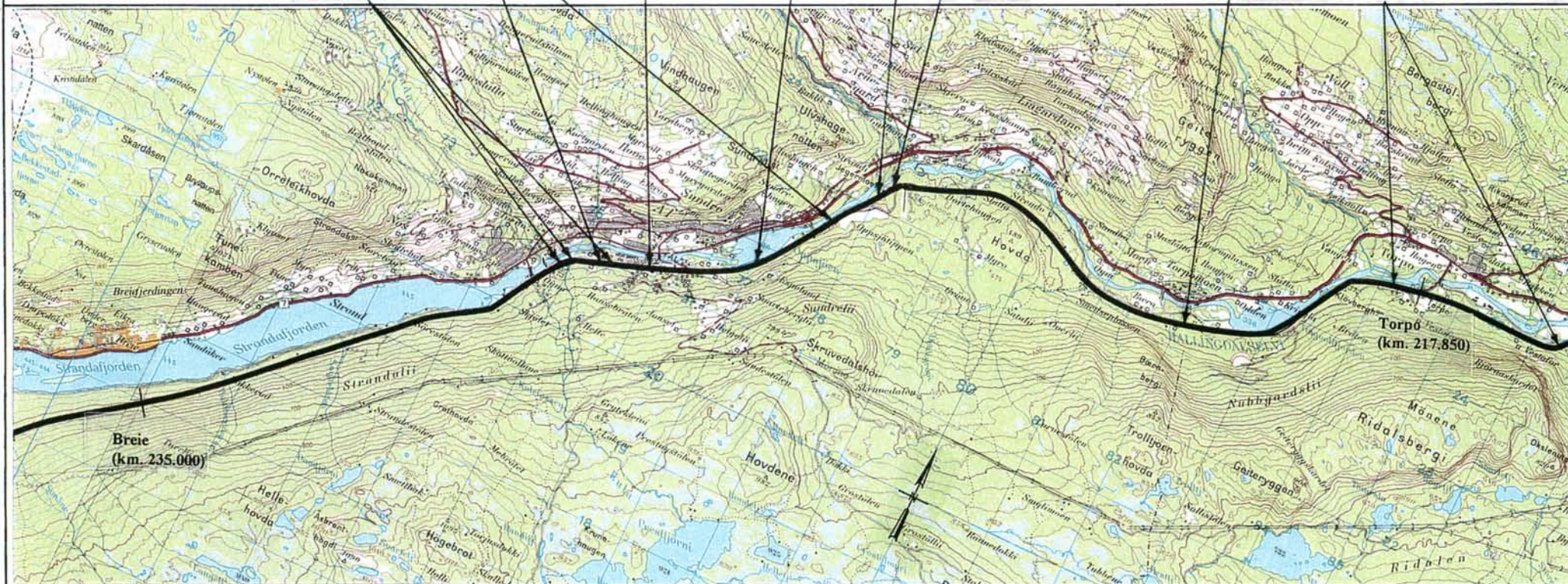
Plo. nedlegges km. 227.180

Plo. nedlegges km. 225.310

Plo. nedlegges km. 225.160

Plo. nedlegges km. 220.870

Ballastsupplering mellom km. 216.130 og 218.100 samt bytte av sviller på 700m.



Tegnforklaring :

- Trase i dagen
- - - Trase i tunnel

- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalt.)



REGION VEST

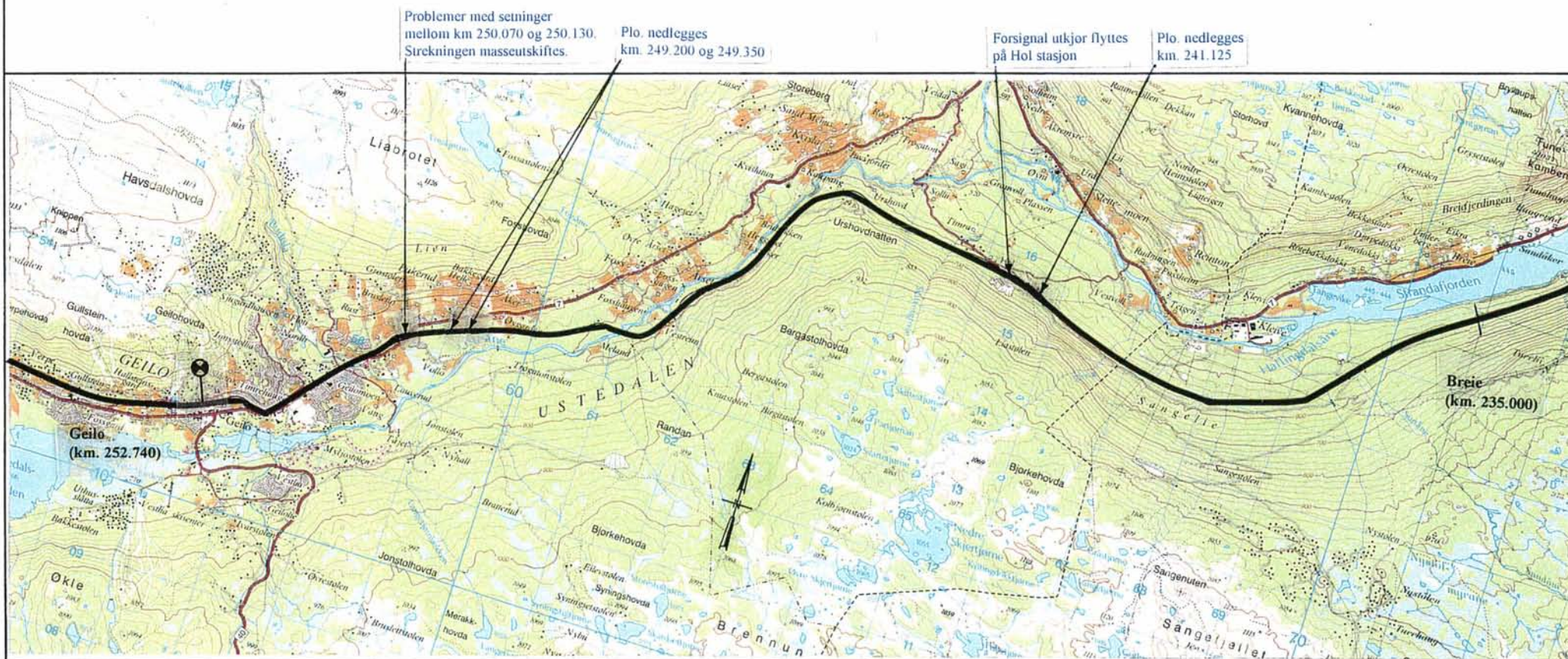
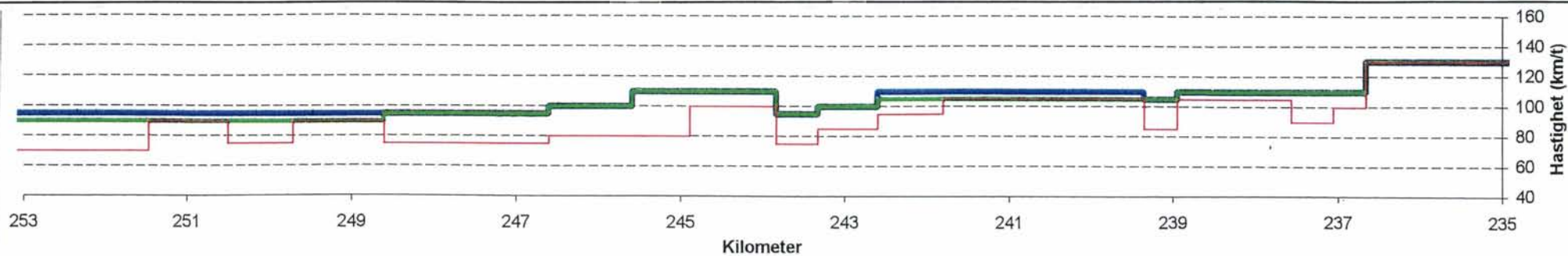
Parsell: Haversting - Geilo

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Torpo - Breie

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalt.)



REGION VEST

Parsell: Haversting - Geilo

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Breie - Geilo

Dato : 21.03.97

Målestokk : 1:100.000

2.3.11 Geilo - Myrdal (km 252,74 - 335,80)

Horisontalkurvatur

Strekningen har stort sett dårlig kurvatur, med unntak av de nye høyfjellsstrekningene. Det er antatt at hele høyfjellsstrekningen vil stå ferdig før krengetog settes i drift i år 2000. Dette medfører at man kan holde en hastighet på 160 km/t mellom km 287,765 - 298,882, samt gjennom Finsetunnelen km 302,645 - 313,35.

Planoverganger

Det er i dag totalt 30 planoverganger på strekningen. Av disse er 2 sikret med halvbm og 1 med lyd-/lysanlegg. Disse foreslås beholdt i og med at krengetogshastigheten ikke overstiger 130 km/t på disse stedene.

Det finnes altså 27 usikrede planoverganger på strekningen. Av disse er det 20 stykker hvor lemmen ikke ligger inne i sporet og hvor planovergangene sjelden eller aldri brukes. Kostnader til sanering av disse planovergangene belastes derfor ikke innsetting av krengetog. Det vil dermed si at det er 7 usikrede planoverganger hvor sikten må undersøkes. Undersøkelser viser at 5 av disse har for dårlige siktforhold i forhold til den framtidige krengetogshastigheten. Disse nedlegges.

Banetekniske tiltak

Det er problemer med telehiv på flg. strekninger:

- km 268,5 - 268,55
- km 273,48 - 273,5
- km 277,18 - 277,23
- km 281,75 - 281,77
- km 301,05 - 301,25

Totalt 340 meter. Disse strekningene må renses slik at pumpeviller unngås. Det er også enkelte strekninger som er utsatt for solslang og setninger. Disse utbedres.

Det forutsettes at veksler 11 ved Finse fjernes i 1998.

Tresviller skiftes ut mellom km 259,6 - 263,6 og på 700 meter mellom km 300,03 - 302,645. I tillegg foretas det ballastrensing mellom km 301 og 302,7.

Horisontaltraséen foreslås justert flere steder, for det meste i form av reduksjon av overhøyden.

Kontaktledningsanlegg

På denne strekningen finnes det meste av det såkalte høyfjellssystemet (tabell 61), som kun tåler 90 km/t. Disse strekningene er foreslått utskiftet i vedlikeholdsplanen

(1998-2007) med en løpemeterkostnad på 1.500 kr/m (inkludert påslag og avgifter), med unntak av strekningene km 252,7 - 254,5 og km 298,882 - 301,4. På store deler av høyfjellsstrekningene vil ikke konvensjonelle tog kunne kjøre raskere enn 90 km/t fordi kurvaturen er for dårlig. Det kan derimot krengetoget på mange delstrekninger, og det er derfor rimelig at en del av kostnadene for fornying av kl-anlegget belastes innsetting av krengetog. Kontaktledningsanlegget kan ved hjelp av innsetting av lette direksjonsstag øke den dimensjonerende hastigheten fra 90 km/t til 130 km/t. Investeringskostnaden for installering av lette direksjonsstag har en løpemeterkostnad på 400 kr/m (inkludert påslag og avgifter). Det vil si at de resterende 1.100 kr/m ansees som vedlikehold/reinvestering. For km 252,7 - 254,5 og km 298,882 - 301,4 regnes all utskifting som krengetogsrelatert siden strekningene ikke er med i Vedlikeholdsplanen. Disse strekningene vil få en løpemeterkostnad på 1.500 kr/m.

Kostnader for oppgradering av kl-anlegget på flg. strekninger vil da belastes innsetting av krengetog:

- km 252,7 - 254,5
- km 257,7 - 267,39
- km 270,67 - 279,845
- km 283,633 - 285,765
- km 298,882 - 301,4
- km 323,45 - 327,92

Totalt 25.467 meter med en løpemeterkostnad på 400 kr/m, og 4.318 meter med løpemeterkostnad på 1.500 kr/m.

Sikringsanlegg

Signalavstanden for innkjør og utkjør er for kort på Fagernut. Dette kan imidlertid ikke belastes krengetogsprosjektet. Regionen vil sette i gang et prosjekt for å endre funksjonen for samtidig innkjør fra «Asper-løsning» til «Sel-løsning».

Forsignalavstanden for de øvrige innkjør/utkjør på strekningen er lang nok. Det er verken nødvendig å flytte innkoplingsfelt for planoverganger eller installere drivmaskiner.

Rasforebygging og linjesikkerhet

På strekningen Grøndalen - Kleven bru (km 327,5-329,5) er det nedsatt hastighet i perioden mars - mai på grunn av store snøavleiringer i fjellside over/på snøoverbyggtak, og iskjøving i skjæringer og fjellside. Dette fører til at linja er utsatt for blokkfall, is og snøras. I tillegg er det store mengder vann som krysser linja i vårmeltingen. For å bedre sikkerheten slik at det ikke er nødvendig å sette ned hastigheten om våren, foreslås det å forsterke snøoverbyggene til å tåle ras på de utsatte partiene, samt at det bygges 230 meter med fanggjerd i Store Kleven. Kostnadene til dette er estimert til 15 mill.kr. (inkludert påslag og avgifter).

Det må også foretas rassikring ved Høgda (km 319,467 - 319,574) og Reinunga (km 333,902 - 333,989) på grunn av dårlig sikt og reaksjonstid ved oppbremsing. Disse stedene sikres ved hjelp av Narvik systemet. Anslått løpemeterpris er ca. 5000 kr/m (inkludert påslag og avgifter).

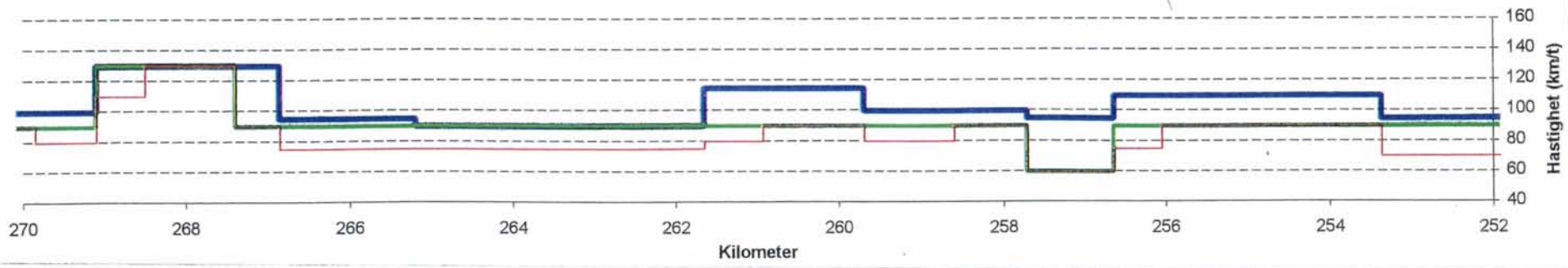
KOSTNADER (Geilo - Myrdal)		
Tiltaksbeskrivelse	Løpeme-ter/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	5 stk	2.000
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	9 stk	27
Nye hastighetssignal	18 stk	18
Ballastrensing	1.700 m	1.088
Skinnebytte	0 m	0
Svillebytte	4.700 m	5.090
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		486
Justering av horisontaltrasé		3.489
Diverse		
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	29.785 m	12.492
Oppgradering til 160 km/t	0 m	0
Sikringsanlegg		
Rassikring		11.971
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		36.661
Ufordelte kostnader	15 %	5.499
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		42.160
Offentlige avgifter	16 %	6.746
Sum kostnader		48.906
Prosjektreserve	10 %	4.891
Totale kostnader		53.797

Av denne summen er det bare de banetekniske tiltakene som ansees som reinvesteringer. De øvrige tiltakene er investeringer. Fordelingen blir dermed 15 mill.kr. på reinvesteringer og 38,8 mill.kr. på investeringer.

Tiltak som forutsettes gjennomført før krengetog settes i drift

Det forutsettes at kl-anlegget oppgraderes på strekningen km 301,4 til 302,6 (forbi Finse) hvor krengetoget kan kjøre i 105 km/t, men hvor kl-anlegget bare tåler 90 km/t. Denne strekningen er prioritert i Vedlikeholdsplanen for ombygging av kl-anlegget for perioden 1998 - 2007. Tiltaket omfatter utskifting av master og åk til ca. 1,5 mill.kr.

På de 4 neste sidene er tiltakene presentert på kart. For nærmere forklaring til kartene henvises det til kap. 2.3.8.



Problemer med telehiv mellom km. 268.500 og 268.550. Strekingen renskes.

Installering av lette direksjonsstag på kl-anlegget mellom km. 257.700 og 267.390

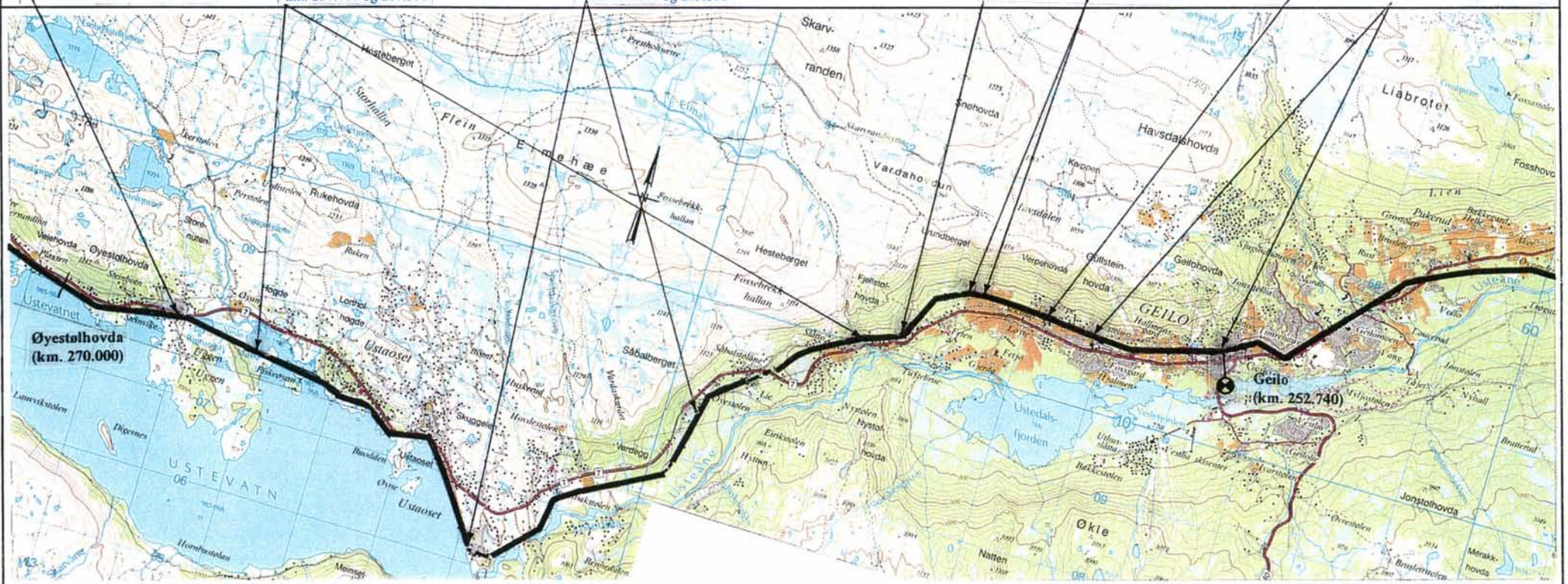
Svillbytte mellom km. 259.600 og 263.600

Plo. nedlegges km. 257.135

Plo. nedlegges km. 256.060 og 255.900

Plo. nedlegges km. 255.020

Kl-anlegget skiftes mellom km. 252.700 og 254.500



Tegnforklaring :

- Trase i dagen
- Trase i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalt.)



REGION VEST

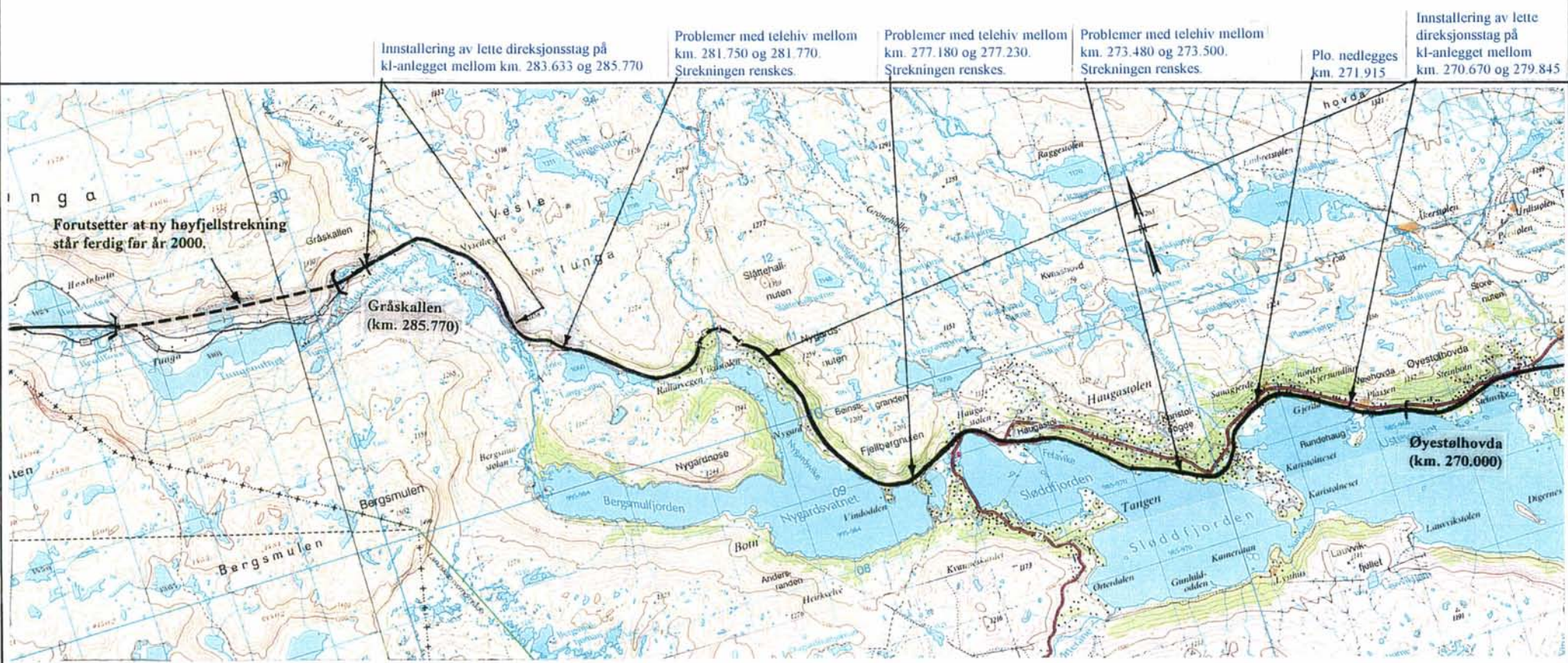
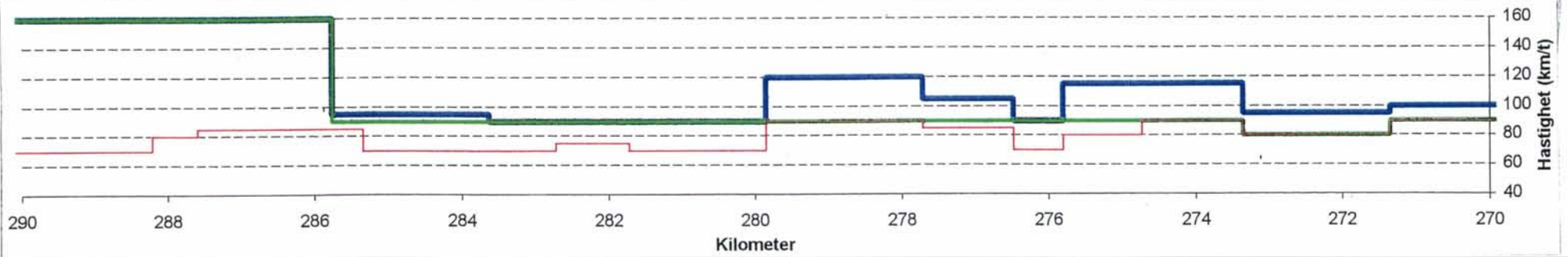
Parsell: Geilo - Myrdal

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Streking: Geilo - Øystølhovda

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



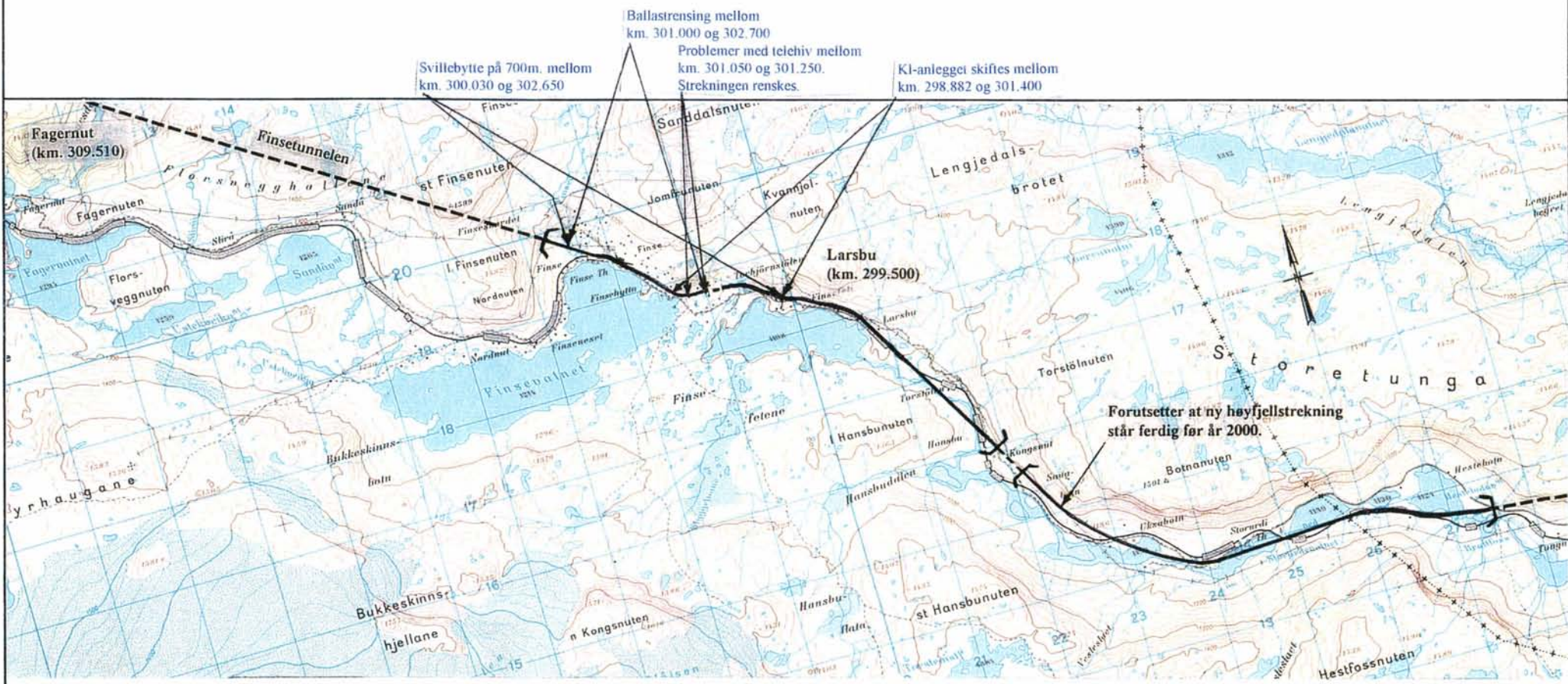
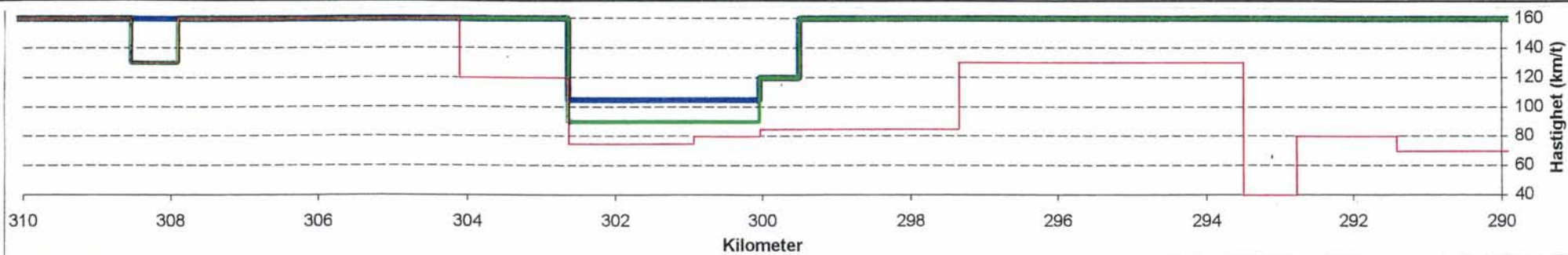
Tegnforklaring :

	Trasé i dagen		Eksisterende hastighet
	Trasé i tunnel		Minimumsalternativet
			Mellomalternativet (Maksimalalt.)

REGION VEST
 Jernbaneverket
 Parsell: Geilo - Myrdal


Hovedplan for krengetog på Bergensbanen
 Strekning: Øyestøthovda - Gråskallen

Dato : 21.03.97
 Målestokk : 1:100.000



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimaltalt.)

 **REGION VEST**

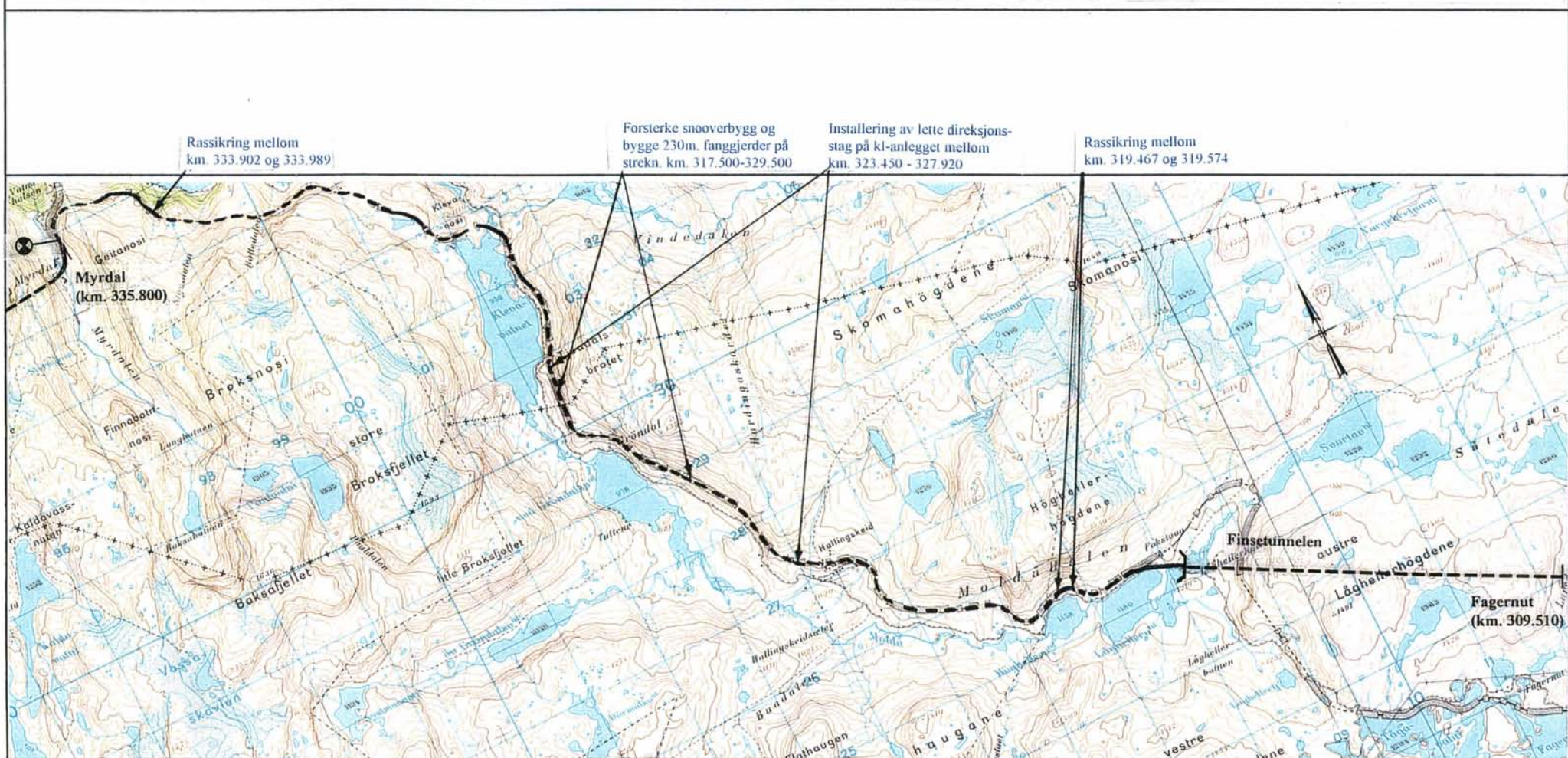
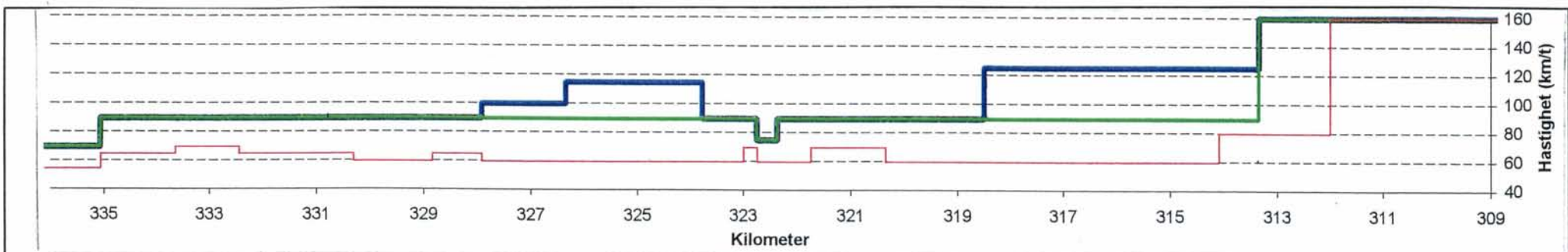
Parsell: Geilo - Myrdal

Hovedplan for kringelag på Bergensbanen

Strekning: Larsbu - Fagernut

Dato : 21.03.97

Målestokk : 1:100.000



Tegnforklaring : Trasé i dagen Trasé i tunnel Eksisterende hastighet Minimumsalternativet Mellomalternativet (Maksimalalt.)	 REGION VEST Jernbaneverket Parsell: Geilo - Myrdal	Hovedplan for krengetog på Bergensbanen	Dato : 21.03.97
		Strekning: Fagernut - Myrdal	Målestokk: 1:100.000

2.3.12 Myrdal - Voss (km 335,8 - 385,32)

Horisontalkurvatur

Strekningen kjennetegnes av svært mange krappe kurver. Hastigheten varierer mellom 90 og 115 km/t, med unntak av rettlinja på ca. 5 km rett etter Myrdal. Her er det mulig å skille opp hastigheten til 160 km/t, men i og med at alle tog skal stoppe på Myrdal er det valgt å beholde hastigheten på 130 km/t.

Planoverganger

Det er i dag totalt 57 planoverganger på strekningen. Av disse er 1 sikret med halvbom og 6 med varsellampe. Disse foreslås beholdt i og med at krengetoghastigheten ikke overstiger 130 km/t på disse stedene.

Det finnes altså 50 usikrede planoverganger på strekningen. Av disse er det 26 stykker hvor lemme ikke ligger inne i sporet og hvor planovergangene sjelden eller aldri brukes. Kostnadene for sanering av disse planovergangene belastes derfor ikke innsetting av krengetog. Det vil dermed si at det er 24 usikrede planoverganger hvor sikteforholdene avgjør om sanering er nødvendig. Undersøkelser viser at 13 av disse må nedlegges fordi de har for dårlige siktforhold i forhold til den framtidige krengetogshastigheten.

Banetekniske tiltak

Det er problemer med telehiv på strekningene km 346,34 - 346,44 og km 357,65 - 358,19. Overhøyden økes på 3 steder mellom Urdland og Ygre.

Kontaktledningsanlegg

På strekningen mellom km 342 - 352 er kl-anlegget også av det såkalte høyfjellssystemet (tabell 61), som kun tåler 90 km/t. Denne strekningen er også foreslått utskiftet i vedlikeholdsplanen (1998-2007) med en løpemeterkostnad på 1.500 kr/m (inkludert påslag og avgifter). Kontaktledningsanlegget kan ved hjelp av innsetting av lette direksjonsstag øke den dimensjonerende hastigheten fra 90 km/t til 130 km/t. Investeringskostnaden for installering av lette direksjonsstag har en løpemeterkostnad på 400 kr/m (inkludert påslag og avgifter). Det vil si at de resterende 1.100 kr/m ansees som vedlikehold/reinvestering.

Signalanlegg

Forsignalene for utkjør må flyttes på Urdland, samt at innkoplingsfeltene for Gjerdåker varsellampe flyttes. Det antas at det ligger kabelkanal på Urdland. Det er ikke kabelkanal på Gjerdåker.

Rasforebygging og linjesikkerhet

Det må også foretas rassikring ved Upsete (km 343,005 - 343,590) på grunn av dårlig sikt og reaksjonstid ved oppbremsing. Disse stedene sikres ved hjelp av

Narvik systemet. Anslått løpemeterpris er ca. 5000 kr/m (inkludert påslag og avgifter).

KOSTNADER (Myrdal - Voss)

Tiltaksbeskrivelse	Løpemetre/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	13 stk	5.200
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	2 stk	6
Nye hastighetssignal	19 stk	19
Ballastrensing	0 m	0
Skinnebytte	0 m	0
Svillebytte	0 m	0
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		576
Justering av horisontaltrasé		664
Diverse		
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	10.000 m	2.999
Oppgradering til 160 km/t	0 m	0
Sikringsanlegg		
Rassikring		2.193
Flytting av forsignal (innkjør)	0 stk	0
Flytting av forsignal (utkjør)	2 stk	372
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	2 stk	232
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum kostnader		12.261
Ufordelte kostnader	15 %	1.839
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		14.100
Offentlige avgifter	16 %	2.256
Sum kostnader		16.356
Prosjektreserve	10 %	1.636
Totale kostnader		17.992

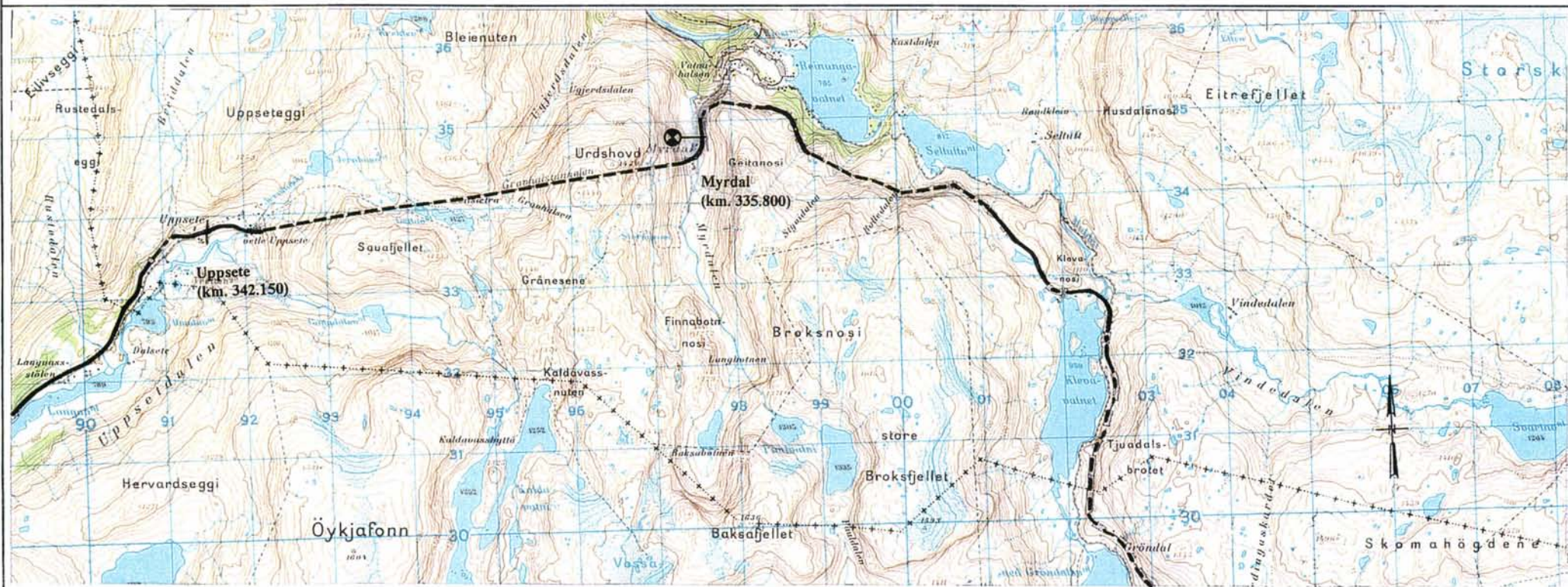
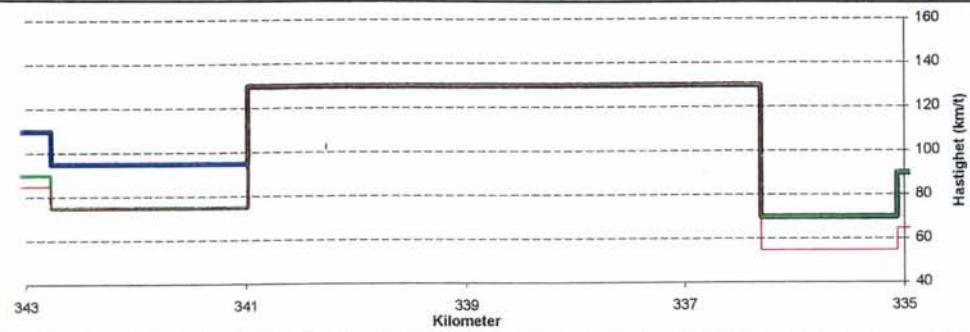
Av denne summen er det bare de banetekniske tiltakene som ansees som reinvesteringer. De øvrige tiltakene er investeringer. Fordelingen blir dermed 1,9 mill.kr. på reinvesteringer og 16,1mill.kr. på investeringer.

Tiltak som forutsettes gjennomført før krengetog settes i drift

Det forutsettes at følgende 4 bruer uten gjennomgående ballast i sirkelkurve skiftes før krengetoget settes i drift i år 2000:

- bru på 3,5 m ved km 341,625
- bru på 4,5 m ved km 358,055
- bru på 9,5 m ved km 384,827
- bru på 9,5 m ved km 385,03

På de 3 neste sidene er tiltakene presentert på kart. For nærmere forklaring til kartene henvises det til kap. 2.3.8.



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalalt.)



REGION VEST

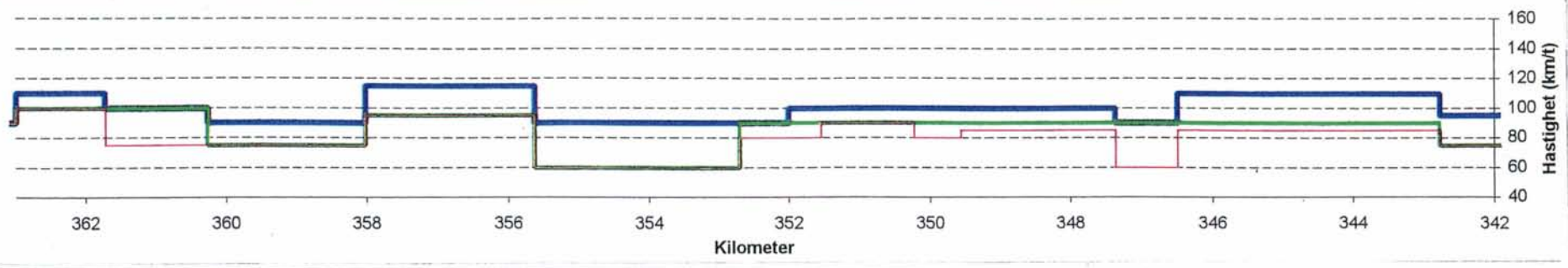
Parsell: Myrdal - Voss

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Myrdal - Uppsete

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



Plo. nedlegges km. 362.520 Plo. nedlegges km. 361.876 Plo. nedlegges km. 359.819 Plo. nedlegges km. 358.100 Plo. nedlegges km. 357.549

Problemer med telehiv mellom km. 357.650 og 358.190. Strekningen renskes

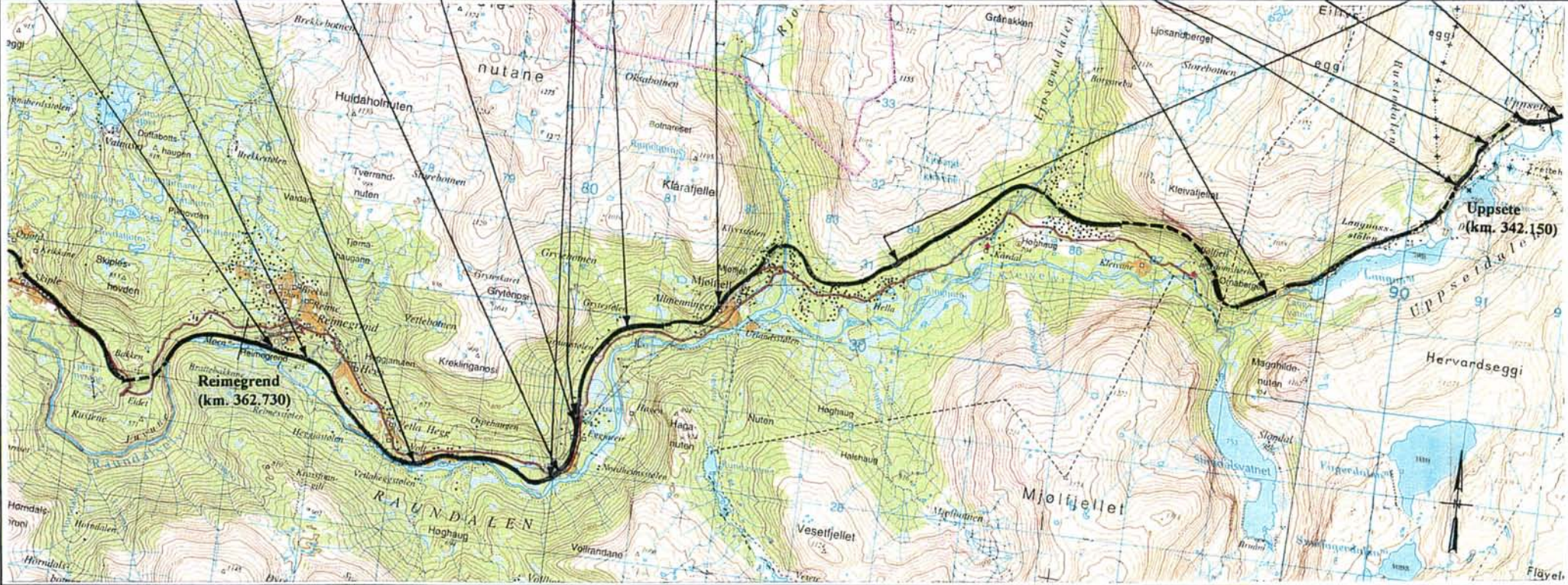
Plo. nedlegges km. 355.962 Plo. nedlegges km. 354.792

Problemer med telehiv mellom km. 346.340 og 346.440. Strekningen renskes

Rassikring mellom km. 343.000 og 343.590


Plo. nedlegges km. 342.341

Installering av lette direksjonsstag på kl-anlegget mellom km. 342.000 og 352.000



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalalt.)


REGION VEST
Jernbaneverket

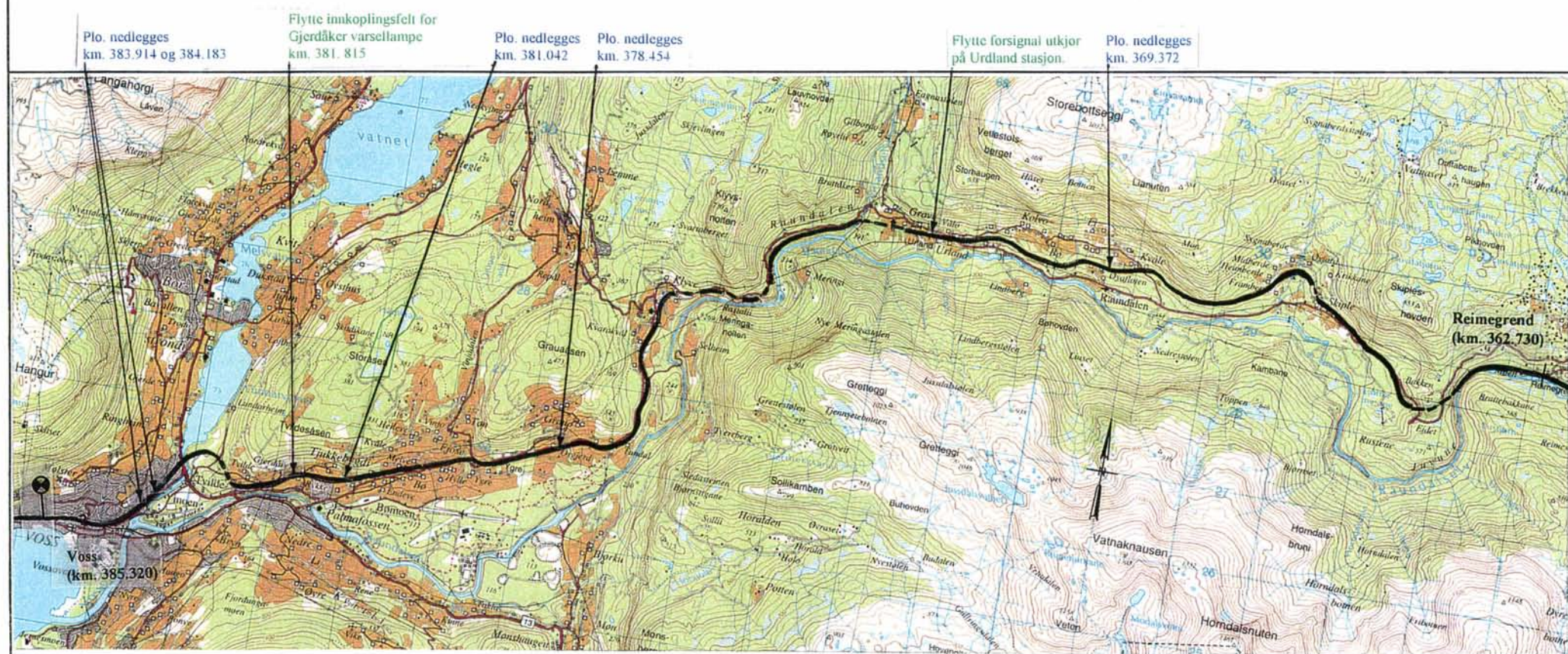
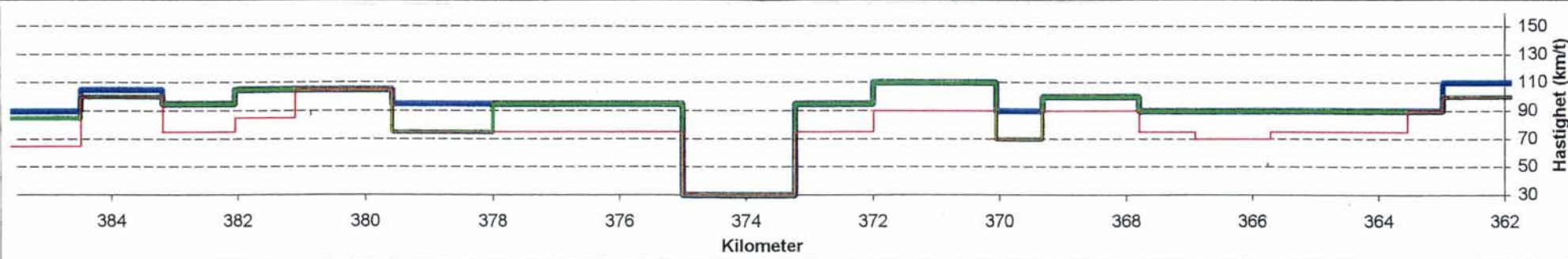
Parsell: Myrdal - Voss

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Uppsete - Reimegrend

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



Tegnforklaring :

	Trasé i dagen		Eksisterende hastighet
	Trasé i tunnel		Minimumsalternativet
			Mellomalternativet (Maksimalt.)

REGION VEST

Parsell: Myrdal - Voss

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Reimegrend - Voss

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000

2.3.13 Voss - Bergen (km 385,32 - 471,25)

Horisontalkurvatur

Strekningen er meget kurverik, med radier helt ned i 187 meter, men strekningen preges også av mange lange tunneler hvor hastigheten kan økes opp til 160 km/t. Gjennom tunnelene Kvålsåsen og Bulken (km 386,7 - 393,93), Trollkona (km 414,793 - 422,5) og Ulriken (km 462,144 - 468,570) heves hastigheten til 160 km/t, mens den gjennom tunnelen Armanipa (km 459,507 - 462,46) økes til 145 km/t. Det er også mulig å øke hastigheten til 160 km/t gjennom Hernestunnelen (km 404,23 - 407,57) og gjennom en del av Hananipatunnelen (km 444,85 - 449,775), men strekningene ansees som for korte til at man oppnår noen vesentlig tidsgevinst i forhold til nødvendige investeringer i blant annet kl-anlegg. Hastigheten på den øvrige delen av Vossebanen vil variere mellom 50 og 130 km/t.

Planoverganger

Det er i dag totalt 121 planoverganger på strekningen. Av disse er 7 sikret med halvbom og 6 med varsellampe. Disse foreslås beholdt i og med at krengetoghastigheten ikke overstiger 130 km/t på disse stedene. Det finnes altså 108 usikrede planoverganger på strekningen. Av disse er det 91 stykker hvor lemme ikke ligger inne i sporet og hvor planovergangene sjelden eller aldri brukes. Kostnadene forbundet med sanering av disse planovergangene belastes derfor ikke innsetting av krengetog. Dermed er det 17 usikrede planoverganger hvor sikten må kartlegges. Undersøkelser viser at 13 av disse har for dårlige siktforhold i forhold til den framtidige krengetogshastigheten. Disse må derfor nedlegges.

Banetekniske tiltak

Det må foretas ballastrensing på ca. 1.800 meter mellom km 441,625 - 444,85, og gjennomføres tiltak for å hindre telehiv på strekningen km 392,35 - 392,45. I tillegg justeres horisontaltraseen på flere steder.

Kontaktledningsanlegg

På denne strekningen finnes det dårligste kontaktledningsanlegget på Bergensbanen. Store deler av strekningen er utbygd med kl-anlegg av type 44 fra 1954. Det vil si at anlegget har passert sin tekniske-/økonomiske levetid, og må skiftes uansett. På strekningen finnes også nyere kl-anlegg gjennom de lange tunnelene Kvålsåsen (fra 1990), Trollkona (fra 1987) og Ulriken (fra 1995/96). Gjennom disse tunnelene økes hastigheten til 160 km/t, mens kl-anlegget bare tåler 130 km/t. Det forutsettes at kl-anlegget gjennom hele Ulrikentunnelen vil bli oppgradert til å tåle 160 km/t til år 2000. Gjennom de to andre tunnelene må imidlertid kl-anlegget oppgraderes til å tåle 160 km/t. Siden anlegget er forholdsviss

nytt regnes det med at denne oppgraderingen kan gjennomføres med en løpemeterpris på 500 kr/m (inkludert påslag og avgifter). Dette gjelder strekningene:

- km 386,7 - 393,93
- km 414,793 - 422,969

Hastigheten økes til 145 km/t gjennom Amanipatunnelen. Kontaktledningsanlegget i tunnelen er av tabell 44 fra 1964. Anlegget tåler en hastighet på 130 km/t. For at hastigheten skal økes ut over 130 km/t må anlegget skiftes. Anslått løpemeterkostnad er 2000 kr/m (inkludert påslag og avgifter). Strekningen som må skiftes vil bli:

- 459,507 - 462,14

Strekningene i forbindelse med tunnelene Kvålsåsen, Trollkona og Armanipa defineres som krengetogsrelaterte investeringer, mens utskifting av det øvrige kl-anlegget mellom Voss og Bergen defineres som reinvesteringer, og belastes derfor ikke innsetting av krengetog.

Signalanlegg

16 forsignal for innkjør/utkjør må flyttes for å tilfredsstille kravene ved økt hastighet. I tillegg må 10 innkoplingsfelt for planoverganger flyttes, og 6 drivmaskiner installeres.

Rasforebygging og linjesikkerhet

På strekningen Daleura (km 428,9 - 429,9) og Risneset (km 452,35 - 453,425) er hastigheten permanent nedsatt til 30-40 km/t. Ved Daleura ligger det rasfarlige området i grovblokkig ur med oppsprukket gneis, og det er fare for steinsprang mot linja ved blokkfall i urmasser. Ved Risneset ligger linja i sidebratt terreng mot fjorden. Det er også her fare for steinsprang og sig i løsmasser. Forslag til tiltak for å opprettholde krengetogshastigheten vil være oppsetting av elektriske rasvarslingsgjerder over begge de rasfarlige områdene. Anslått kostnad er ca. 11 mill.kr (inkludert påslag og avgifter).

Egne prosjekter

Ved Tunestveit stasjon foreslås det at sporvekselen ved km 459,38 flyttes 330 meter mot kilometerretningen slik at sporvekselen ligger på rettlinj. Dette medfører at krengetogshastigheten kan økes fra 100 km/t til 120 km/t. Det må strosses minst 80 meter inn i Takvamstunnelen for å få plass til vekselen, samt at det må bygges nytt

spor i ca. 400 meters lengde. Prosjektet er grovt kostnadsberegnet til 6 mill.kr (inkludert påslag og avgifter).

Av denne summen er det bare de banetekniske tiltakene som ansees som reinvesteringer. De øvrige tiltakene er investeringer. Fordelingen blir dermed 11,9 mill.kr. på reinvesteringer og 55,2 mill.kr. på investeringer.

KOSTNADER (Voss - Bergen)		
Tiltaksbeskrivelse	Løpemetre/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	13 stk	5.200
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Bane- og sporteknikk		
Nye hastighetsskilt	6 stk	18
Nye hastighetssignal	34 stk	34
Ballastrensing	1.800 m	1.152
Skinnebytte	0 m	0
Svillebytte	0 m	0
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger	100 m	90
Justering av horisontaltrasè		2.300
Diverse, flytting av veksler ved Tunestveit		4.498
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	0 m	0
Oppgradering til 160 km/t	17.216 m	9.413
Sikringsanlegg		
Rasvarsling		8.246
Flytting av forsignal (innkjør)	8 stk	10.877
Flytting av forsignal (utkjør)	8 stk	1.835
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	10 stk	1.074
Ekstra drivmaskin	6 stk	1.020
Sum kostnader		45.757
Ufordelte kostnader	15 %	6.864
Sum kostnader (inkl. ufordelte kostnader)		52.621
Offentlige avgifter	16 %	8.419
Sum kostnader		61.040
Prosjektreserve	10 %	6.104
Totale kostnader		67.144

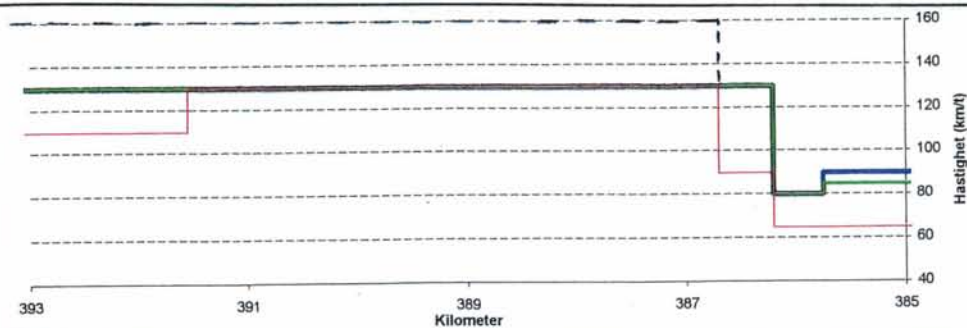
Tiltak som forutsettes gjennomført før krengetog settes i drift

Det forutsettes at følgende 4 bruer uten gjennomgående ballast i sirkelkurve skiftes før krengetoget settes i drift i år 2000:

- bru på 10,5 m ved km 399,853
- bru på 7 m ved km 403,745
- bru på 10,5 m ved km 452,450
- bru på 7 m ved km 455,447

Videre forutsettes det at kl-anlegget oppgraderes til å tåle 160 km/t på den resterende delen av Ulrikentunnelen.

På de 5 neste sidene er tiltakene presentert på kart. For nærmere forklaring til kartene henvises det til kap. 2.3.8.

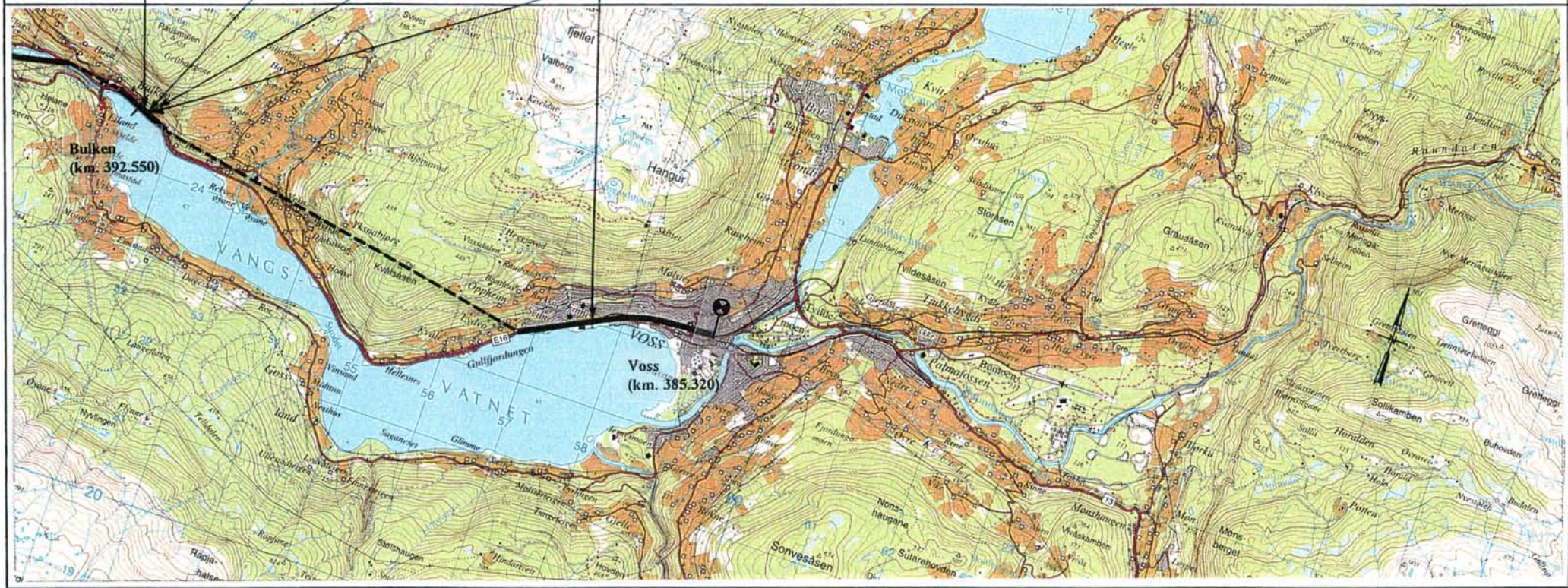


Flytte forsignal innkjør ved Bulken stasjon.

Problemer med telehiv km. 392.350 - 392.450. Strekingen renskes.

Installere ekstra drivmaskin for veksler 1 og 2 på Bulken.

KI-anlegget oppgraderes mellom km. 386.700 og 393.930.



Tegnforklaring :

	Trasé i dagen		Eksisterende hastighet
	Trasé i tunnel		Minimumsalternativet
			Mellomalternativet (Maksimalt.)

REGION VEST

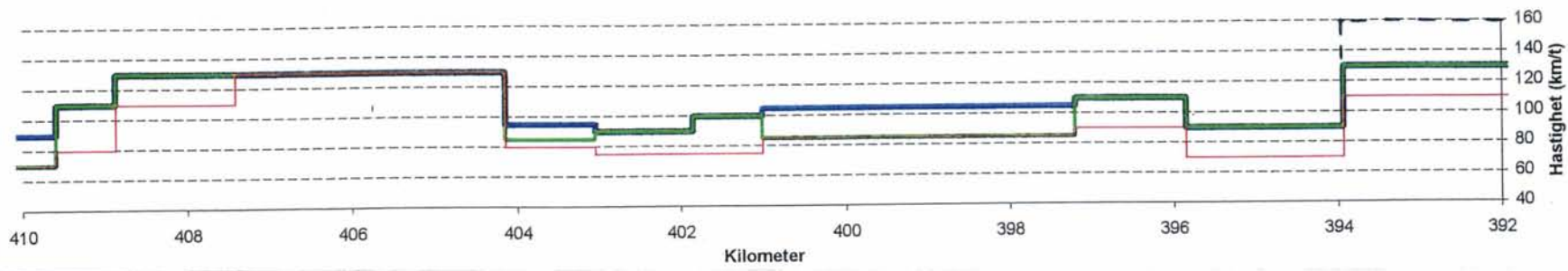
Parsell: Voss - Bergen

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Streking: Voss - Bulken

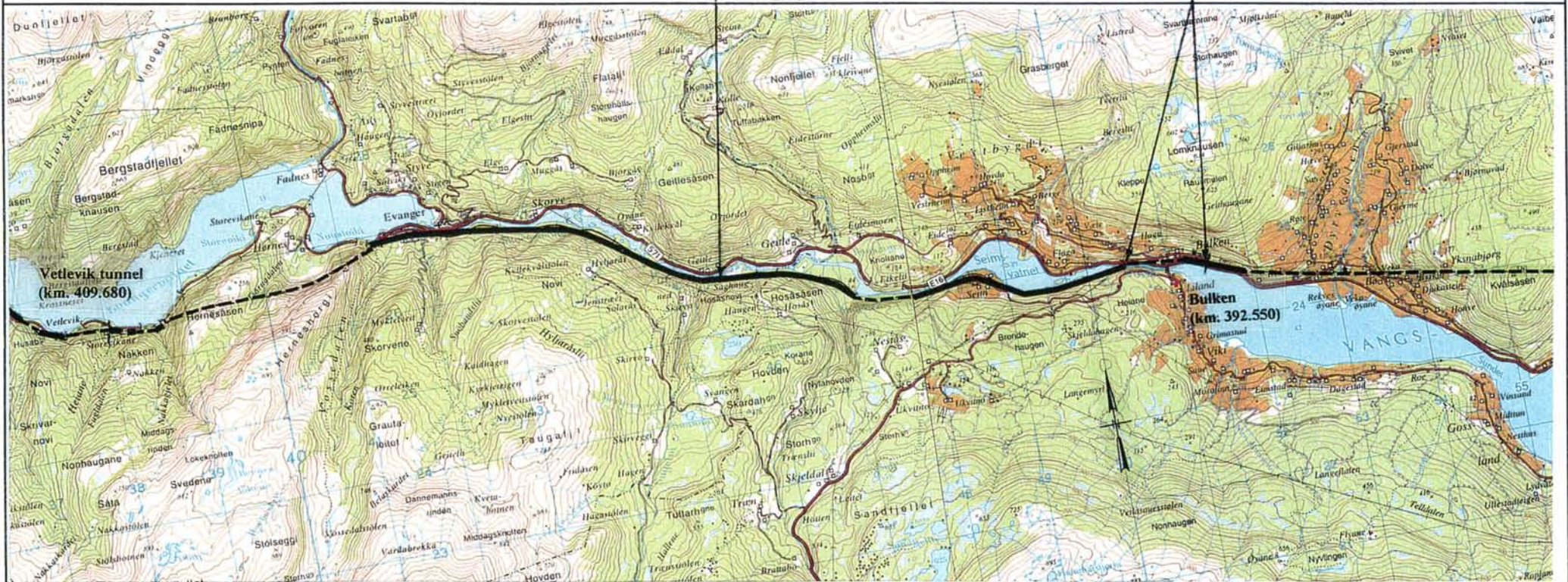
Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



Nedleggelse av planovergang
km. 399.686

KI-anlegget oppgraderes mellom
km. 386.700 og 393.930



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalalt.)



REGION VEST

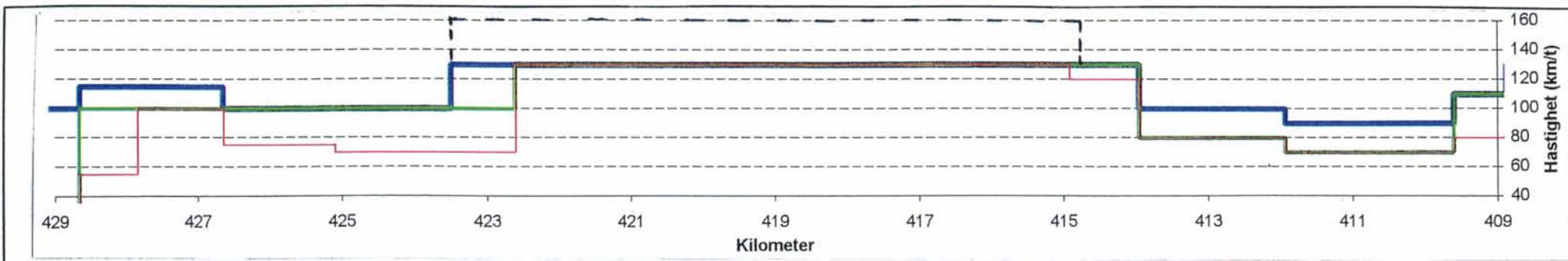
Parsell: Voss - Bergen

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

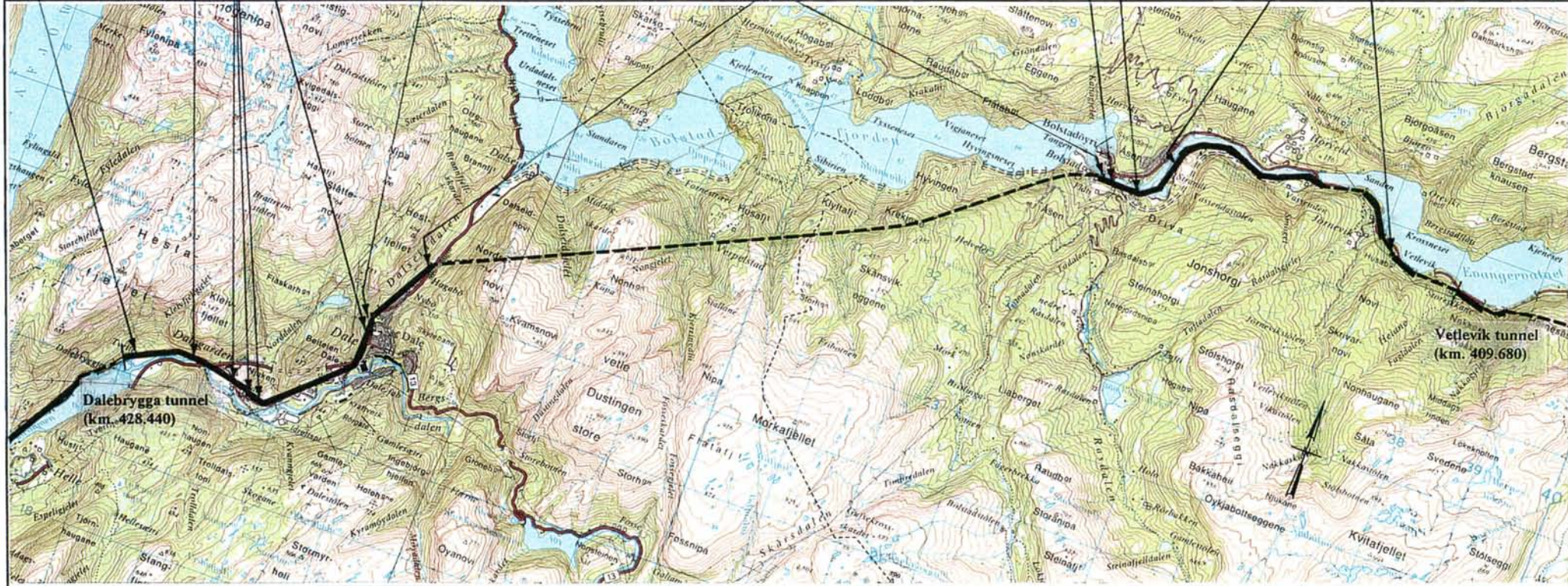
Strekning: Bulken - Vetlevik

Dato : 21.03.97

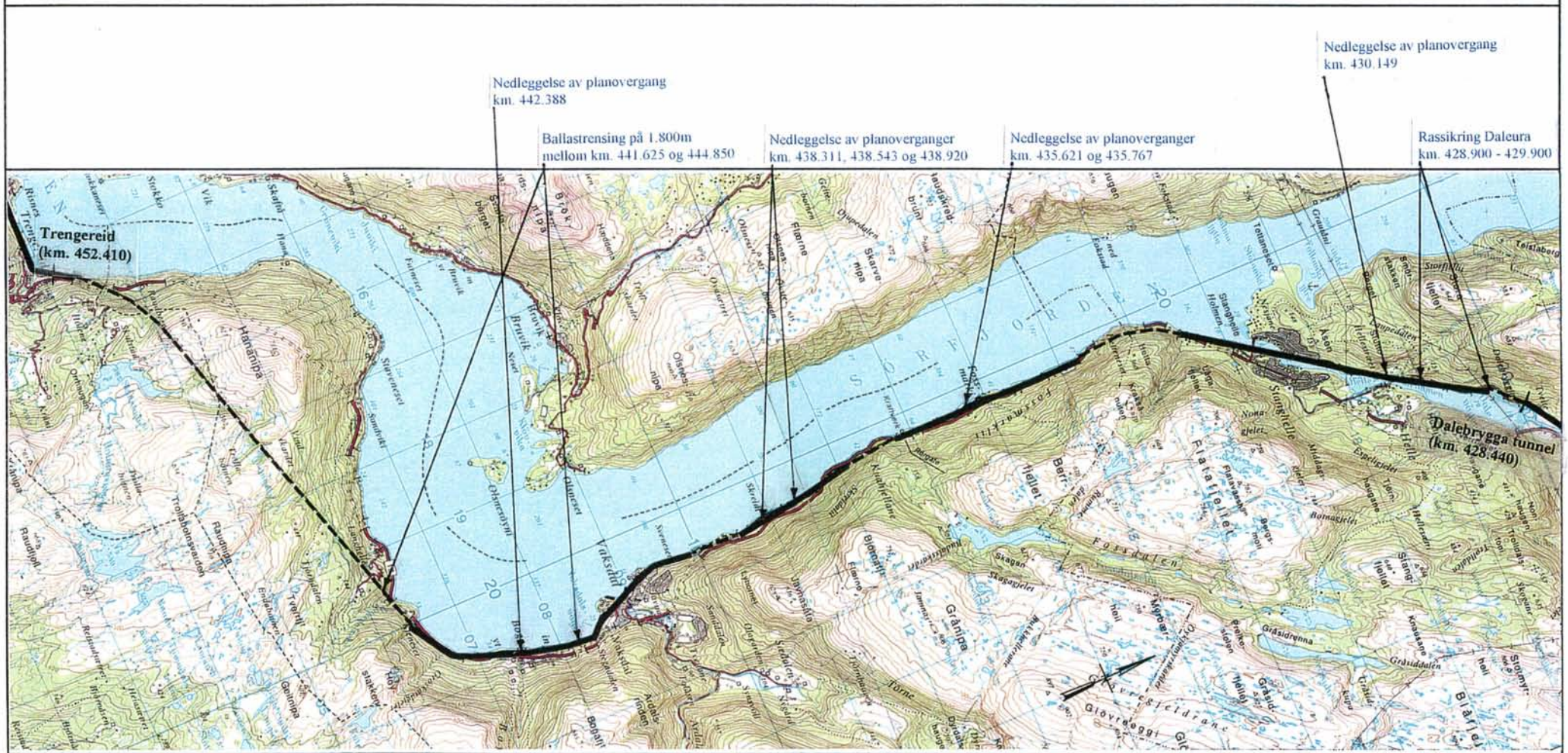
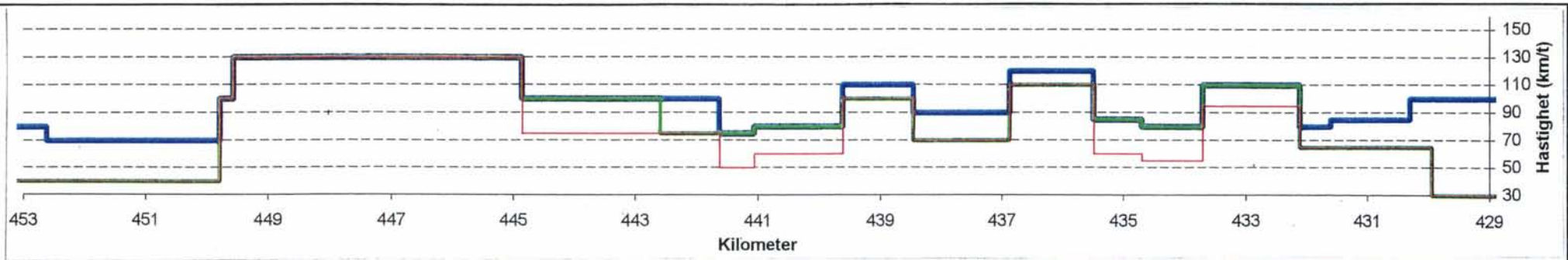
Målestokk: 1:100.000



Nedleggelse av planovergang km. 427.690
 Flytte innkplingsfelt for Dalegården halvbotm km. 428.113
 Flytte innkplingsfelt for varselampe (km. 426.500, 426.600 og 426.800)
 Flytte forsinal utkjør ved Dale stasjon
 Flytte forsinal innkjør ved Dale stasjon.
 KI-anlegget oppgraderes mellom km. 414.793 og 422.969
 Flytte forsinal utkjør ved Bolstadøyri stasjon
 Flytte innkplingsfelt for Bolstadøyri halvbotm km. 414.088
 Nedleggelse av planoverganger km. 413.105 og 413.190
 Nedleggelse av planoverganger km. 410.498 og 410.525



Tegnforklaring : — Trasé i dagen — Eksisterende hastighet - - - - - Trasé i tunnel — Minimumsalternativet — Mellomalternativet (Maksimalt.)		 REGION VEST Parsell: Voss - Bergen	Hovedplan for krengetog på Bergensbanen Strekning: Vetlevik - Dalebrygga tunnel	Dato : 21.03.97 Målestokk : 1:100.000
---	--	--	--	--



Tegnforklaring :

— Trasé i dagen
 - - - Trasé i tunnel

— Eksisterende hastighet
 — Minimumsalternativet
 — Mellomalternativet (Maksimalt.)



REGION VEST

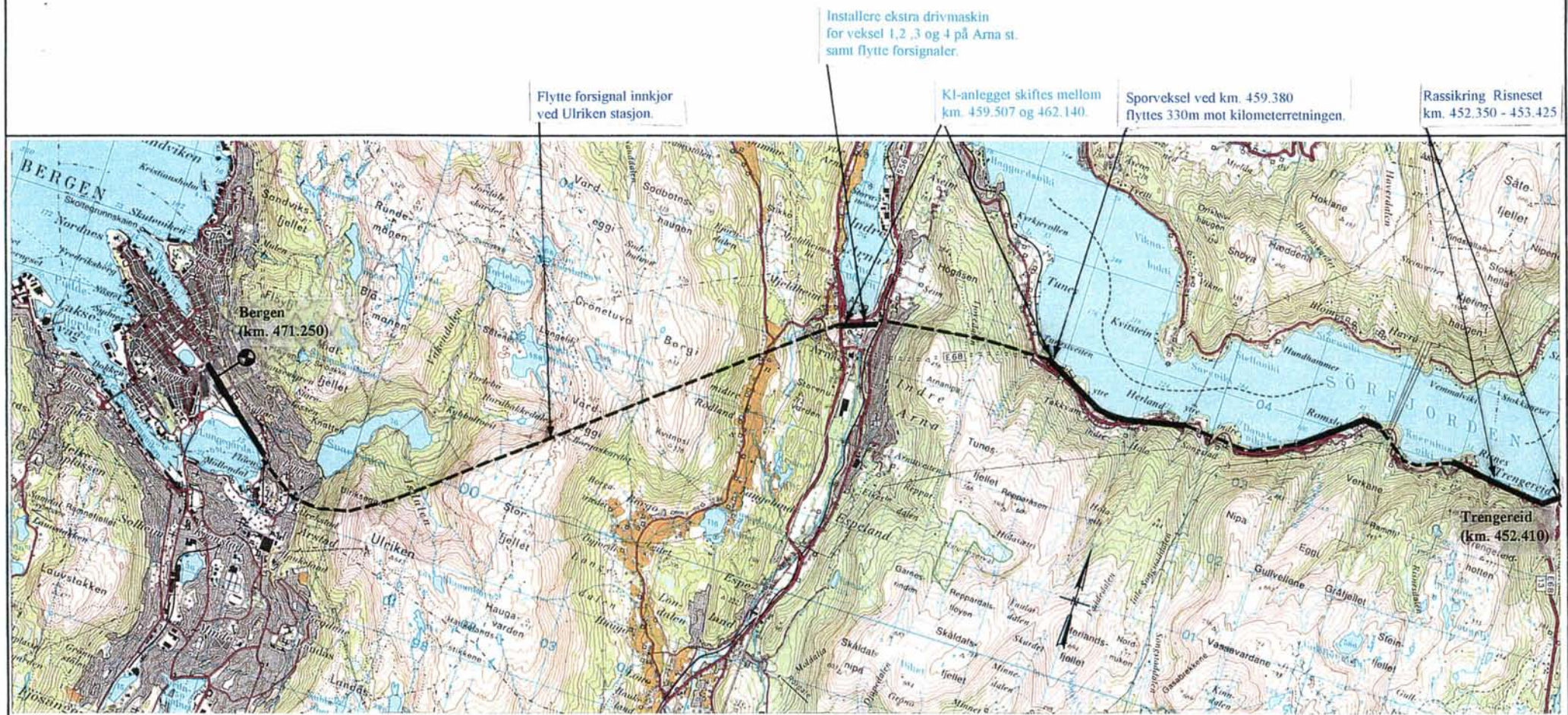
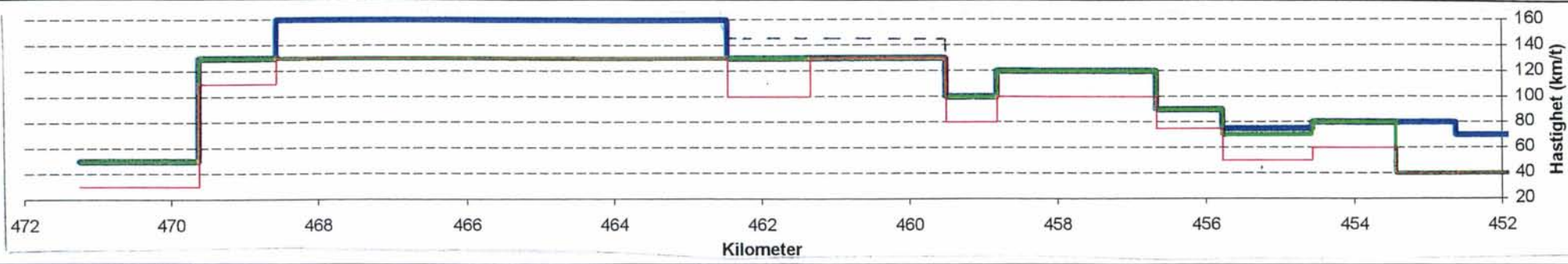
Parsell: Voss - Bergen

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Dalebrygga tunnel - Trengereid

Dato : 21.03.97

Målestokk: 1:100.000



Tegnforklaring :

- Trasé i dagen
- - - - - Trasé i tunnel
- Eksisterende hastighet
- Minimumsalternativet
- Mellomalternativet (Maksimalt.)



Parsell: Voss - Bergen

Hovedplan for krengetog på Bergensbanen

Strekning: Trengereid - Bergen

Dato : 21.03.97

Målestokk : 1:100.000

2.3.14 Heving av justeringsstandard

Antall kilometer sporjustering vil øke for maksimalalternativet i forhold til minimumsalternativet. Dette har sammenheng med at kvalitetsklassene K1 og K0 skal legges til grunn 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. Det regnes med et behov for pukksupplering på 150 m³ pr km sporjustering. Antall meter sliping som er nødvendig er hentet ut fra linje 8 i Mauzindiagrammet fra målevognkjøring i oktober 1996.

Tiltak	Hønefoss - Bergen	
	Mengde	Kostnad
Sporjustering	324 km	6,10 mill.kr
Ballastfordeler	324 km	1,76 mill.kr
Sliping	56,5 km	1,12 mill.kr
Pukksupplering	48.600 m ³	7,53 mill.kr
Sporvekseljustering	94 stk	1,13 mill.kr
Enhetskostnad		17,64 mill.kr
Ufordelte kostnader	15 %	2,65 mill.kr
Enhetskostnad (inkl. ufordelte kostnader)		20,29 mill.kr
Offentlige avgifter	16 %	3,25 mill.kr
Total kostnad		23,54 mill.kr

Kostnader for tiltak på overbygningen, som er lagt inn under de ulike parsellene, bidrar til å nå målet for kvalitetsklasser.

2.3.15 Sammenstilling av maksimalalternativet

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

	Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)
Nødvendige tiltak for kjøring med krengetog	89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	29,53
	125,33-252,74	Haversting - Geilo	102,96
	252,74-335,80	Geilo - Myrdal	48,91
	335,80-385,32	Myrdal - Voss	16,36
	385,32-471,25	Voss - Bergen	61,04
	89,64-471,25	Heving av justeringsstandard	23,54
	Sum (eksl. prosjektreserve)		282,3
	89,64-471,25	Prosjektreserve	28,23
Totale kostnader (direkte relatert til krengetog):			310 mill.kr

2.3.16 Kjøretidsberegning

Etterfølgende tabell viser en oversikt over kjøretider mellom de stasjonene som dagens ekspress tog 61 stopper ved. Stasjonsoppholdet er satt til 2 minutter, og det er beregnet 4 % slakk i forhold til teoretisk kjøretid. Reduseres antall stopp, vil en spare 2 minutter 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 ikke hensyn til en frekvensøkning, men viser hvor fort man kan framføre ett tog mellom Hønefoss og Bergen.

Det antas at prosjektet Gråskallen Øst - Finse er avsluttet i år 2000, noe som gir 4 minutter innspart tid for dagens ekspress tog. Dette medfører at tog 61 vil ha en kjøretid Hønefoss - Bergen på 5:01 i år 2000.

		HØNEFOSS - BERGEN	
KM	Stasjon	Kjøretid mellom stoppesteder	Akkumulert kjøretid
89,64	Hønefoss	0:00	0:00
185,42	Nesbyen	0:56	0:56
185,42	Nesbyen	0:02	0:58
202,38	Gol	0:09	1:07
202,38	Gol	0:02	1:09
228,21	Ål	0:15	1:24
228,21	Ål	0:02	1:26
252,74	Geilo	0:15	1:41
252,74	Geilo	0:02	1:43
264,67	Ustaoset	0:08	1:51
264,67	Ustaoset	0:02	1:53
302,1	Finse	0:21	2:14
302,1	Finse	0:02	2:16
335,8	Myrdal	0:18	2:34
335,8	Myrdal	0:02	2:36
385,32	Voss	0:34	3:10
385,32	Voss	0:02	3:12
461,93	Arna	0:43	3:55
461,93	Arna	0:02	3:57
471,25	Bergen	0:06	4:03

Totalt vil kjøretiden for Hønefoss - Bergen bli 4:03. Kjøretiden med konvensjonelle tog etter at Gråskallen står ferdig i år 2000 vil være på 5:01 med tilsvarende stoppmønster. En reduserer da kjøretiden med 58 minutter. Kostnaden for å oppnå denne tidsbesparelsen er beregnet til ca. 310 mill.kr. I forhold til minimumsalternativet reduseres kjøretiden med 27 minutter.

I rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 43 minutter ved et maksimalalternativ. Kostnadene til dette er beregnet til ca. 92 mill.kr. Antar man en kjøretid mellom Oslo og Drammen på 39 minutter blir kjøretiden Oslo - Bergen på 5:25. Det vil si en besparelse på 1 time og 9 minutter i forhold til konvensjonelle tog i år 2000. Kostnaden for dette vil bli på ca. 402 mill.kr.

Dersom Ringeriksbanen blir bygd er det anslått at ekspressstog vil få en kjøretid på ca. 30 minutter mellom Oslo og Hønefoss. Det betyr at en framtidig kjøretid med krengetog mellom Oslo og Bergen kan komme ned mot ca. 4 og en halv time.

2.4 Mellomalternativet

De siste minuttene man sparer ved maksimalalternativet kan bli meget kostbare. Det er derfor valgt å se på et såkalt mellomalternativ, hvor de kostnadstunge tiltakene i maksimalalternativet kuttes ut. Dette gjelder de strekningene hvor hastigheten øker ut over 130 km/t. En slik økning fører til at man må fornye kl-anlegget, nedlegge planoverganger som har god sikt, flytte forsignaler og installere ekstra drivmaskiner.

Dersom man setter maksimalhastigheten til 130 km/t, med unntak av der hvor det allerede i dag er skiltet 160 km/t vil følgende tiltak falle bort:

Mellom km 178,12 - km 191,014 (forbi Nesbyen) trenger man ikke:

- legge ned 4 usikrede planoverganger som har god nok sikt
- legge ned 8 planoverganger som ikke har lem i sporet og som brukes sjelden eller aldri
- oppgradere kl-anlegget til 160 km/t
- flytte forsignalene ved Nesbyen
- installere 4 ekstra drivmaskiner ved Nesbyen

Kostnadsbesparelsen ligger på ca. 31 mill.kr.

Mellom km 194,81 - km 201,5 (før Gol) trenger man ikke:

- legge ned 1 usikret planoverganger som har god nok sikt
- legge ned 4 planoverganger som ikke har lem i sporet og som brukes sjelden eller aldri
- flytte forsignalene ved Gol

Kostnadsbesparelsen ligger på ca. 10 mill.kr.

I tillegg trenger man ikke forutsette at kl-anlegget oppgraderes på denne strekningen selv om den er prioritert i Vedlikeholdsplanen for ombygging av kl-anlegget for perioden 1998 - 2007.

Mellom km 386,7 - km 393,93 (tunnelene Kvålsåsen og Bulken) trenger man ikke:

- oppgradere kl-anlegget til 160 km/t
- flytte forsignalene ved Bulken
- installere 2 ekstra drivmaskiner

Kostnadsbesparelsen ligger på ca. 9 mill.kr.

Mellom km 414,793 - km 422,969 (Trollkonatunnelen) trenger man ikke:

- oppgradere kl-anlegget til 160 km/t
- flytte forsignalene ved Dale

Kostnadsbesparelsen ligger på ca. 9 mill.kr.

Mellom km 459,507 - km 462,14 (Armanipatunnelen) trenger man ikke:

- oppgradere kl-anlegget til 160 km/t
- flytte forsignalene ved Arna
- installere 4 ekstra drivmaskiner

Kostnadsbesparelsen ligger på ca. 11 mill.kr.

Ved å redusere hastigheten til 130 km/t på disse strekningene vil man totalt spare ca. 70 mill.kr. Man vil da tape ca. 1 minutt mellom Haversting og Geilo, og ca. 1 minutt mellom Voss og Bergen. Tilsammen vil tidstapet bli på ca. 2 minutter.

Med et såkalt mellomalternativ vil man få en kjøretid Hønefoss - Bergen på 4:05. En reduksjon i kjøretiden på 56 minutter. Kostnaden for å oppnå denne tidsbesparelsen vil da bli ca. 240 mill.kr.

3. SAMLEOPPSTILLING FOR ALTERNATIVENE

3.1 Kjøretime for de tre alternativene

Tabellen nedenfor viser kjøretiden på definerte strekninger for eksisterende tog (raskeste tog i ruteplan 97.1), maksimal-, mellom- og minimumsalternativet. «Redusert kjøretid» er differansen mellom eksisterende kjøretid (R97.1) og maksimalalternativet.

Km	Parsell	Eks. kjøretid	Kjøretid maks.alt	Redusert kj.tid	Kjøretid mellom alt.	Kjøretid min.alt.
89,6-125,3	Hønefoss-Haverst.	0:26	0:23	0:03	0:23	0:24
125,3-252,7	Haversting - Geilo	1:36	1:20	0:16	1:21	1:27
252,7-335,8	Geilo - Myrdal	1:07*	0:53**	0:14**	0:53**	0:57**
335,8-385,3	Myrdal - Voss	0:45	0:36	0:09	0:36	0:41
385,3-471,3	Voss - Bergen	1:07	0:51	0:16	0:52	1:01
Kjøretid Hønefoss - Bergen		5:01	4:03	0:58	4:05	4:30

* Det er antatt at prosjektet Gråskallen Øst - Finse vil stå ferdig før krengetog settes i drift på Bergensbanen i år 2000. Dette prosjektet medfører en reisetidsreduksjon på 4 minutter for konvensjonelle ekspress tog. Eksisterende reisetid mellom Geilo og Myrdal er derfor redusert med 4 minutter.

** I persontrafikk sin forretningsplan er det forutsatt stopp på Haugastøl, noe dagens ekspress tog ikke gjør. Det er valgt å sammenligne med dagens ekspress tog som ikke stanser på Haugastøl. Skal krengetoget stanse her medfører det en økning i reisetiden på 3 minutter.

3.2 Kostnader fordelt på investering og reinvestering

Før innføring av krengetog på eksisterende bane må man gjennomføre en rekke tiltak som vil begrense hastigheten for dagens tog. Mange av disse tiltakene er vedlikeholdstiltak/reinvesteringer 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 reinvestering.

Banetekniske tiltak

Alle banetekniske tiltak anses som reinvestering.

Planovergangnedleggelse

Alle kostnader regnes som investering.

Kontaktledningsanlegg

Alle kostnader regnes som investering.

Signal- /sikringsanlegg

Alle tiltak regnes som investering. Dette gjelder kostnader for flytting av forsignal og innkoplingsfelt for planoverganger, ekstra drivmaskiner for sporveksel og rasvarslingsgjerd.

Heving av justeringsstandard

Alle kostnader til spor- og sporvekseljustering samt sliping anses som reinvestering.

3.2.1 Kostnader ved minimumsalternativet

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

Km	Parsell	Investering (mill.kr)	Reinvestering (mill.kr)	Sum (mill.kr)
89,64 - 471,25	Hønefoss - Bergen	4,3	33,4	38

3.2.2 Kostnader ved mellomalternativet

Fordeling mellom investering og reinvestering for mellomalternativet er oppsummert i tabellen nedenfor.

Km	Parsell	Investering (mill.kr)	Reinvestering (mill.kr)	Sum (mill.kr)
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	16,9	12,6	29,5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	34,9	30,1	65
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	35,3	13,6	48,9
335,80-385,32	Myrdal - Voss	14,7	1,7	16,4
385,32-471,25	Voss - Bergen	24,2	10,8	35
89,64 - 471,25	Sporjustering		23,54	23,5
Sum (eksl. prosjektreserve)		126	92,3	218,3
89,64 - 471,25	Prosjektreserve			21,8
Total kostnad	Hønefoss - Bergen	126	92,3	240

En oppdeling i kostnader med hensyn på de viktigste tiltakene på hele strekningen Hønefoss - Bergen er oppstilt i tabellen nedenfor:

Kostnader mellomalt. (Hønefoss - Bergen)		
Tiltaksbeskrivelse	Løpemetre/ antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	122 stk	65.900
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	0 stk	0
Sum planoverganger	122 stk	65.900
Bane- og sporteknikk		
Ballastrensing	11.600 m	9.900
Skinnebytte	2.790 m	2.700
Svillebytte	12.180 m	17.600
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		12.600
Justering av horisontaltrasé		18.400
Sporjustering		23.500
Diverse		7.300
Sum bane- og sporteknikk		92.000
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	39.785 m	20.700
Oppgradering til 160 km/t	0m	0
Sum kontaktledning	39.785 m	20.700
Sikringsanlegg		
Rassikring		29.900
Flytting av forsignal (innkjør)	2 stk	3.800
Flytting av forsignal (utkjør)	10 stk	3.800
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	16 stk	1.900
Ekstra drivmaskin	0 stk	0
Sum sikringsanlegg		39.400
Sum kostnader ekskl. prosjektreserve		218.000
Sum prosjektreserve	10 %	21,800
Totale kostnader for mellomalt. Hønefoss-Bergen		240.000

3.2.3 Kostnader ved maksimalalternativet

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

Km	Parsell	Investering (mill.kr)	Reinvestering (mill.kr)	Sum (mill.kr)
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	16,9	12,6	29,5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	72,9	30,1	103,0
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	35,3	13,6	48,9
335,80-385,32	Myrdal - Voss	14,7	1,7	16,4
385,32-471,25	Voss - Bergen	50,2	10,8	61,0
89,64 - 471,25	Sporjustering		23,5	23,5
Sum eksl. prosjektreserve		190,0	92,3	282,3
89,64 - 471,25	Prosjektreserve			28,2
Total kostnad	Hønefoss - Bergen	190,0	92,3	310

En oppdeling i kostnader med hensyn på de viktigste tiltakene på hele strekningen Hønefoss - Bergen er oppstilt i tabellen nedenfor:

Kostnader maksimalalt. (Hønefoss - Bergen)		
Tiltaksbeskrivelse	Løpemetre/antall	Kostnad (1.000 kr)
Planoverganger		
Nedleggelse av planoverganger (siktkrav)	98 stk	53.100
Nedleggelse av planoverganger (V>130 km/t)	41 stk	21.900
Sum planoverganger	139 stk	75.000
Bane- og sporteknikk		
Ballastrensing	11.600 m	9.900
Skinnebytte	2.790 m	2.700
Svillebytte	12.180 m	17.600
Tiltak for å forhindre telehiv og setninger		12.600
Justering av horisontaltrasè		18.400
Sporjustering		23.500
Diverse		7.300
Sum bane- og sporteknikk		92.000
Kontaktledningsanlegg		
Oppgradering til 130 km/t	39.785 m	20.700
Oppgradering til 160 km/t	25.606 m	27.700
Sum kontaktledning	65.391 m	48.400
Sikringsanlegg		
Rassikring		29.900
Flytting av forsignal (innkjør)	12 stk	26.000
Flytting av forsignal (utkjør)	20 stk	7.000
Flytting av innkoplingsfelt for sikra planoverganger	16 stk	1.900
Ekstra drivmaskin	9 stk	2.000
Sum sikringsanlegg		66.800
Sum kostnader eksl. prosjektreserve		282.200
Sum prosjektreserve	10 %	28.200
Totale kostnader for maks.alt. Hønefoss - Bergen		310.000

3.3 Rangering av parseller for mellomalternativet

Som kriterium for rangering mellom parsellene er det 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 mellomalternativet, samt kostnadene for mellomalternativet eksklusive kostnader for sporjustering og prosjektreservekostnader.

Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	29,5	0:03	9,8	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	65,0	0:15	4,3	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	48,9	0:14	3,5	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	16,4	0:09	1,8	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	35,0	0:15	2,3	2

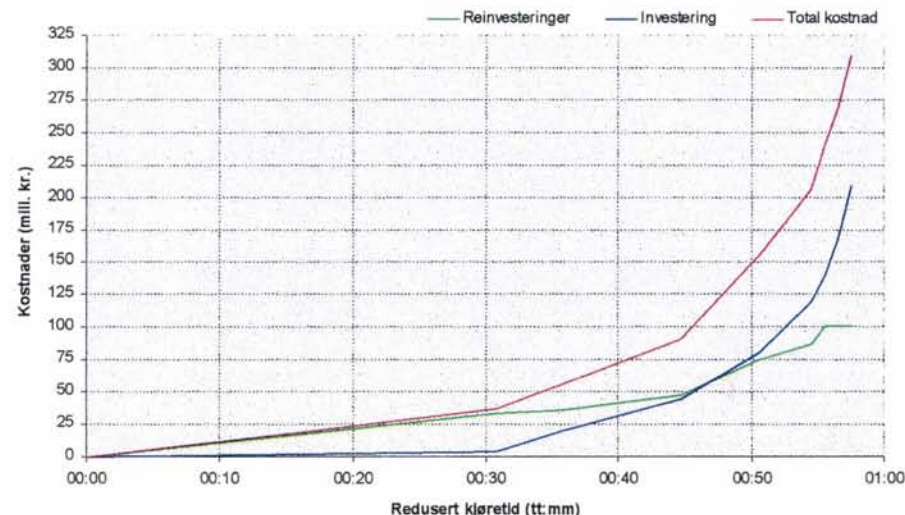
For beregning av minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk i 1996 ved tellepunktet Finse for Bergensbanen. Persontrafikk oppgir dette til 695.000 personer. De beregnede minuttkostnadene i tabellen nedenfor blir da delt på strekningsbelastningen, noe som gir minuttkostnad pr reisende. Lokaltrafikken Voss - Bergen er holdt utenfor. Det antas at de foreslåtte tiltakene ikke vil ha større betydning for denne trafikken.

Rangeringen for minuttkostnad pr reisende er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min-pass)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	9,8	14,1	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	4,3	6,2	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	3,5	5,0	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	1,8	2,6	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	2,3	3,3	2

3.4 Kjøretidsreduksjon med tilhørende kostnader

Figuren nedenfor viser grafisk kostnaden (investering og reinvestering) for ulike kjøretidsreduksjoner. Grafen er framkommet ved at kostnadene for minimumsalternativet er lagt til grunn fram til en kjøretidsreduksjon på 31 minutter. deretter er kostnadene ved mellomalternativet lagt til grunn fram til en kjøretidsreduksjon på 56 minutter. De to siste minuttene representerer tiltak som må gjøres for å øke hastigheten utover 130 km/t.



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

Kjøretidsreduksjon	Investering (mill.kr)	Reinvestering (mill.kr)	Totale kostnader (mill.kr)
20 minutter	3	22	25
40 minutter	31	41	72
58 minutter	209	101	310

4. ANDRE NØDVENDIGE INVESTERINGS- OG REINVESTERINGSPROSJEKTER

I tillegg til de kostnadene som direkte kan relateres til innsetting av krengetog, er det nedenfor vist en oversikt over investerings-/reinvesteringsprosjekter som er nødvendige å gjennomføre før innføring av krengetog på Bergensbanen, dersom frekvensen skal økes. I tillegg er det vist tiltak som er nødvendige å gjennomføre på litt lengre sikt.

4.1 Strømforsyningskapasitet

De problemene man har på Bergensbanen når det gjelder strømforsyningen er i første rekke spenningsproblemer, men også kapasiteten på de roterende omformerne. I forbindelse med innføring av krengetog forventes det en økning av frekvensen på Bergensbanen. I persontrafikk sin forretningsplan legges det opp til 12 krengetog i fjerntogtrafikk og to dagtog, samt to nattoget pr. døgn mellom Hønefoss og Bergen. I tillegg kommer 52 lokalavganger mellom Arna og Bergen og 18 regiontogavganger mellom Voss og Bergen. I godstrafikk sin forretningsplan er det forutsatt å kjøre 12 godstog over døgnet.

I rapporten «Hovedplan for forsterking av banestrømforsyningen på Bergensbanen, juni 1995» beskrives framtidens strømforsyningsbehov på Bergensbanen. I planen er det tatt utgangspunkt i en frekvens på 12 krengetog mellom Hønefoss og Bergen, og 24 regiontog mellom Voss og Bergen. Antall godstog som er simulert er 8 pr. døgn. Denne frekvensen er tilnærmet lik det som forretningsplanene til persontrafikk og gods opererer med, slik at resultatene fra Hovedplanen kan brukes som en mal for hva som trengs av investeringer i banestrømforsyning i framtiden.

Hovedplanen for forsterking av banestrømforsyningen konkluderer med at det må investeres i ny omformerstasjon på Gulsvik, Hol eller Ål og på Voss samt at Kjosfoss kraftstasjon må ombygges til 4 MVA. Kostnadene er i hovedplanen stipulert til ca. 170 mill.kr (1996-kroner). I NJP 1998 - 2001 er det foreslått 70 mill.kr. til en ny omformer på Bergensbanen. Dette medfører at de resterende investeringer som må til for å få tilfredsstillende strømforsyning på Bergensbanen i framtiden beløper seg til 100 mill.kr.

4.2 Ombygging/nye kryssingsspor

For å bedre punktligheten og øke frekvensen på Bergensbanen, er det nødvendig med bygging av nye/forlengte eksisterende kryssingsspor.

Fra utredningen «Driftsrapport - Strategisk ruteplan på Bergensbanen, oktober 1996» er det sett nærmere på kapasitetsøkende tiltak i forbindelse med Persontrafikk og Gods sine forretningsplaner. Rapporten konkluderer med at det er nødvendig å bygge ut følgende stasjoner til full lengde med samtidig innkjør:

- Trolldalen
- Bergheim
- Hallingskeid
- Myrdal
- Urdland
- Voss
- Bulken
- Evanger
- Bolstadøyri
- Dale
- Vaksdal
- Arna

Det må også bygges tre nye kryssingsspor med samtidig innkjør, nemlig Rallerud, Vieren og Ygre. I tillegg må det bygges dobbeltsporseksjoner mellom Gulsvik og Flå, mellom Gol og Ål, mellom Hol og Geilo og mellom Finse og Fagernut. Alternativt til dobbeltsporseksjonene er det muligens tilstrekkelig med lange kryssingsspor (flere kilometer) mellom stasjonene. Anslått kostnad til denne kapasitetsøkende investeringen er i rapporten estimert til 2-3 mrd.kr.

I driftsrapporten er det også vist at man kan kjøre 3 krengetogpar i stive ruter med 4-timers frekvens og en kjøretid på 5:30. Kryssinger vil da skje på Daler, Ål og Evanger. For godstogene får man en framføringstid på mellom 5:11 og 6:42 mellom Bergen og Hønefoss.

Dersom man ønsker 6 krengetogpar i stive ruter konkluderer driftsrapporten med at tapstiden ved de ekstra kryssingene vil øke framføringstiden med 6 minutter til 5:36. Ekspresstogene vil da krysse internt på Daler, Trolldalen, Torpo, Finse og Voss. Økningen av antall krengetog får imidlertid stor betydning for framføringen av

godstrafikken. Den aktuelle framføringstiden for disse togene vil variere mellom 5:10 og 7:30.

De to siste alternativene, innsetting av henholdsvis 3 og 6 krengetogpar, vil ikke medføre omfattende investeringer på Bergensbanen, men baserer seg på eksisterende infrastruktur.

4.3 Kontaktledningsanlegget

I kapittel 2.3.2 er det vist hvilke strekninger som må få nytt kontaktledningsanlegg før krengetog settes i drift på Bergensbanen. Kostnaden på 48,5 mill.kr. regnes som krengetogrelatert investering. Store deler av kl-anlegget på Bergensbanen bør uansett skiftes ut fordi det nærmer seg, eller har passert, sin teknisk-/økonomiske levetid. Rapporten «Vedlikeholdsplan for ombygging av kontaktledningsanlegget på strekningen Haversting - Voss, 1.12.96.», konkluderer med ombygging av fig. strekninger:

- km 193,7 - 201,5
- km 228,5 - 250
- km 257,7 - 267,39
- km 270,67 - 285,985
- km 301,4 - 302,6
- km 314,3 - 354,2

Kostnadene til dette er beregnet til 135,5 mill.kr, noe som er 10 mill.kr. mer enn i Vedlikeholdsplanen. Grunnen til dette er at krengetogshastigheten ble justert ned på strekningen Geilo - Myrdal etter at Vedlikeholdsplanen ble laget, slik at krengetogshastigheten ikke overskred den dimensjonerende hastigheten til kl-anlegget på så mange steder som forutsatt i Vedlikeholdsplanen.

Kontaktledningsanlegget på strekningen Voss - Bergen har nådd aldersgrensen, og all utskifting er dermed definert som vedlikehold, med unntak av utskifting av kl-anleggene i de tunnelene man kan kjøre i 145 - 160 km/t med krengetog (Kvalsåsen, Trollkona og Arnanipa). Utskiftingskostnadene på strekningen er stipulert til 41 mill.kr.

Det vil si at det bør bevilges reinvesteringer til en oppgradering av kl-anlegget på strekningen Hønefoss - Bergen på **177 mill.kr.**

Det er viktig at kl-anlegget bygges om etter prioriteringen i Vedlikeholdsplanen med tanke på en frekvensøkning, som vil øke slitasten på et allerede dårlig anlegg.

4.4 Stasjoner og plattformer

Ved innføring av krengetog er det gjort en grov vurdering av hva som må til av stasjonsutbedringer.

Problemstillingen er 2-delt. Ved stasjoner for kun av- og påstigning går kravene i første rekke på tilfredsstillende *plattformlengde* og *plattformhøyde*. Dernest har man stasjoner med både av- og påstigning og kryssing mellom krengetog. Ved disse stasjonene kommer det da i tillegg krav om mellomplattform for samtidig av- og påstigning for to kryssende tog.

Følgende stasjoner inngår i NSB Persontrafikk sin forretningsplan som stasjoner med fremtidig av- og påstigning:

- Hønefoss
- Nesbyen
- Gol
- Ål
- Geilo
- Ustaoset
- Haugastøl
- Finse
- Myrdal
- Voss
- Arna

I følge utredningen «Driftsrapport - Strategisk ruteplan for Bergensbanen, oktober 1996» vil stasjonene Ål, Finse og Voss få kryssinger av to krengetog, og må derfor bygges ut med mellomplattform eller andre muligheter for samtidig av- og påstigning. Det er gjort en registrering av hvor det finnes mellomplattformer og kryssingsmuligheter på de stasjonene som inngår i persontrafikk sin forretningsplan. Ål og Voss har mellomplattform i dag, mens det på Finse må opparbeides ny mellomplattform.

Plattformlengder og plattformhøyder er også målt. Som utgangspunkt for krav til lengde og høyde er følgende verdier benyttet i kostnadsoverslaget:

- Min. lengde for hovedplattformer: 230 m.
- Min. lengde for mellomplattformer: 115 m.
- Idealhøyde for mellomplattformer: 57 cm.

De fleste stasjoner har tilstrekkelig lengde, høyden er mer varierende. Justering av høyden må da foretas over hele plattformlengden. Vurdering av *bredden* på det

arealet som skal heves, er gjort skjønnsmessig i hvert enkelt tilfelle. Hovedprinsippet er imidlertid at en heving skjer over det meste eller hele stasjonsområdet foran stasjonsbygningen.

Av de registrerte stasjoner, er det kun Hønefoss og Arna som har tilfredsstillende høyde og lengde både på hoved- og mellomplattform. Myrdal stasjon er nylig utbedret, og hovedplattformen(e) er tilfredsstillende. Mellomplattformen må imidlertid gjøres høyere.

Enhetsprisene som er benyttet i kostnadsoverslaget er utelukkende erfaringstall, hentet fra anlegg som er utført langs Bergensbanen i tidsrommet 1990 - 1996. Prisene er grove og det er ikke tatt hensyn til lokale forhold og generell endring i prisnivået. Følgende løpemeterpriser er benyttet:

- Heving av plattform: 1000 kr/m²
- Plattformkant: 1500 kr/lm
- Opparb. av mellomplattform: 5000 kr/lm

I tabellen nedenfor følger en oppstilling av stasjonene, med forslag til utbedringstiltak, samt et grovt overslag over hvilke kostnader som ligger i de ulike tiltakene.

Stasjon	Tiltak	Kostnad [mill.kr]
Hønefoss	Ingen	0
Nesbyen	Heving av plattform	3
Gol	Heving av hovedplattform	2,9
Ål	Heving av plattform	6,5
Geilo	Heving av hovedplattform	1,3
Ustaoset	Heving av plattform	2,9
Haugastøl	Heving og utbedring av plattform	2,95
Finse	Heving av plattform og bygging av mellomplattform	3
Myrdal	Heving av mellomplattform	1,1
Voss	Heving av plattform	2,9
Arna	Ingen	0
SUM		26,5

4.5 Oppsummering av andre investerings-/vedlikeholdsprosjekter

Oppsummert bør følgende investeringsprosjekter gjennomføres på Bergensbanen for å tilfredsstille Persontrafikk og Gods sine forretningsplaner:

	TILTAK	KOSTNAD [mill.kr]
Andre nødvendige investeringsprosjekter	Forsterking av strømforsyningen	100
	Utskifting av kl-anlegg	177
	Kapasitetsøkende tiltak	2.000 - 3.000
	Ombygging av stasjoner	27
Totale kostnader (nødvendige investeringsprosjekter)		2,3 - 3,3 mrd.kr.

5. KONSEKVENSVURDERING

5.1 Innledning

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

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 Jernbaneverkets Metodehåndbok for Nytte-/kostnadsanalyse eller ECON Rapport 105/94, er det lagt vekt på å dokumentere dette.

Det er utført nytte-/kostnadsanalyse for maksimalalternativet med to ruteopplegg som er beskrevet i rapporten «Driftsrapport - Strategisk ruteplan Bergensbanen, oktober 1996». Dette er følgende ruteopplegg:

- I alternativ 2.1.A framføres 3 krengetogpar i stive ruter med 4 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 30 minutter mellom Oslo og Bergen. Det framføres i tillegg 6 godstogpar, som får en framføringstid mellom Hønefoss og Bergen på mellom 5:10 og 6:40. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog som i dag.
- I alternativ 2.1.B framføres 6 krengetogpar i stive ruter med 2 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 36 minutter mellom Oslo og Bergen. Det framføres i tillegg 6 godstogpar, som får en framføringstid mellom Hønefoss og Bergen på mellom 5:10 og 7:30. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog som i dag.

5.2 Forutsetninger/grunnlagsdata

5.2.1 0-alternativet

0-alternativet er definert med grunnlag i nødvendige tiltak på Bergensbanen som ville kommet uavhengig av tilpasninger for krengetog eller ikke. NSB planlegger å sette inn krengetog på hele Bergensbanen i løpet av år 2000. I N/K-beregningen er første hele driftsår satt til år 2001.

Investeringsprosjekter på Bergensbanen, i inneværende eller neste planperiode fram til 2000, inngår i 0-alternativet. Dette gjelder følgende prosjekter:

- Gråskallen Øst - Fylkesgrensen (antatt ferdigstilt i 2000)
- Fylkesgrensen - Finse (antatt ferdigstilt 2000)

Disse prosjektene vil føre til 4 minutter redusert kjøretid for persontog, og gi en nytte for godstrafikken. I tillegg vil det gi mulighet for økt frekvens mellom Hønefoss og Bergen. Fram til år 2000 antas det ingen øvrig reduksjon i kjøretiden. Rutetider og rutemønster/frekvens tar utgangspunkt i R97.1.

5.2.2 Investeringer som følge av ruteopplegg

I kjørtidsberegningene har en brukt BM71 som eksempel på krengetog på Bergensbanen. Så langt som mulig er det også brukt BM71 (Gardermotogene med en ekstra mellomvogn) som eksempel på kostnader for drift, vedlikehold etc. BM71 utrustet for krengeing og med en mellomvogn, er en sannsynlig togtype på Bergensbanen. Ved innsetting av krengetog i år 2000 vil alle fjerntog mellom Oslo og Bergen bli erstattet med krengetog. Planen tilsier at det skal anskaffes 7 togsett som skal gå på Bergensbanen. Antar en da 1 togsett i reserve/vedlikehold vil det til enhver tid være 6 togsett i drift på Bergensbanen.

Frekvensøkning

Fra og med 01.01.97 trafikkerer 2 ekspressdogpar og ett dagtogpar strekningen Oslo - Bergen - Oslo. Det er ett regiontogpar Drammen - Geilo - Drammen. I tillegg kommer innsatstogene og nattogene. På Bergensbanen trafikkerer det i dag 6 godstogpar, med en lengde som varierer mellom 370 og 700 meter. Det er i N/K-analysen regnet med to mulige ruteopplegg. Disse baserer seg på alternativene 2.1.A og 2.1.B i rapporten «Driftsrapport - Strategisk ruteplan Bergensbanen, oktober 1996».

Alternativ 2.1.A medfører at 3 krengetogpar kan gå i stive ruter med 4 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 30 minutter. Dette medfører imidlertid at de 6 godstogparene får en framføringstid mellom Bergen og Hønefoss på mellom 5:10 og 6:40, samt at 7 godstog får meterbegrensninger på mellom 478 og 575 meter. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog. Dette alternativet medfører altså en økning i antall fjerntogavganger fra 4 i dag til 6 med krengetog. Det vil si en frekvensøkning på 50% for persontogene og 0% for godstogene.

Alternativ 2.1.B medfører at 6 krengetogpar kan gå i stive ruter med 2 timers frekvens og en framføringstid på 5 timer og 36 minutter. Dette medfører imidlertid at de 6 godstogparene får en framføringstid mellom Bergen og Hønefoss på mellom 5:10 og 7:30, samt at 6 godstog får meterbegrensninger på mellom 478 og 575

meter. Det er også lagt inn ett dagtogpar, ett nattogpar og region- og lokaltog. Frekvensen økes altså fra 4 avganger i dag til 12 avganger med krengetog. Dette er en frekvensøkning på 200% for persontogene og 0% for godstrafikken.

Det er antatt at rutemønsteret alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) ikke medfører investeringer i øvrige anlegg på Bergensbanen utover det som investeres i forbindelse med innsetting av krengetog (282 mill.kr.).

I rutemønsteret alt. 2.1.B økes frekvensen for fjerntogene med hele 200% (fra 4 avganger i dag til 12 avganger med krengetog). Dette medfører at følgende investeringsprosjekter må gjennomføres på grunn av den sterke frekvensøkningen:

- Forsterking av strømforsyningen (1998 - 2007): 100 mill.kr.
- Utskifting av kl-anlegg (1998 - 2007): 177 mill.kr.

Tilsammen 277 mill.kr.

Det antas at disse investeringene gjennomføres innen år 2007. I dette året kan man da øke frekvensen med 200%, med en total investeringskostnad på 587 mill.kr, inklusive krengetogstilpasninger på strekningen Hønefoss - Bergen.

De grafiske rutene for alternativene 2.1.A. (4-timersfrekvens) og 2.1.B (2-timersfrekvens) er vist i vedleggshftet.

Oppsummert gir dette investeringskostnader for ruteopplegg alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) på **310 mill.kr.**, mens ruteopplegg alt. 2.1.B (2-timersfrekvens) gir investeringskostnader på **587 mill.kr.** Det er valgt å behandle reinvesteringer som investering i N/K-analysen.

Det antas at alle investeringer foretas i årene 1998, 1999 og 2000, og at investeringene fordeles likt over investeringsperioden.

5.2.3 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.

5.2.4 «Skjult» ventetid

Ved å øke frekvensen vil en kunne redusere den «skjulte» ventetiden for passasjerene. Med «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.

5.2.5 Effekter for godstrafikken

Det er ikke regnet noen effekt av tiltakene for godstrafikken, siden frekvensen ikke økes i forhold til i dag. De foreslåtte tiltakene ved innsetting av krengetog vil derimot føre til sikrere framføring av godstogene.

5.3 Trafikkprognoser

5.3.1 Trafikkprognoser og transportarbeid

Fra Persontrafikk har en fått oppgitt at trafikkallet for 1996 på Bergensbanen ved tellepunkt Finse var 694.966 personer. Trafikken i 0-alternativet er framskrevet fra dagens situasjon til år 2000 med en trafikkvekst på 1% pr år. Trafikkprognosene er også oppgitt av Persontrafikk. Det er beregnet trafikk for framtidig situasjon (tiltak for tilpasning av krengetog) i år 2001, som antas å være første hele driftsår.

Ruteopplegg alt. 1.2.A - 4 timersfrekvens

Ved en frekvensøkning på 50% og en kjøretid på 5:30 mellom Oslo og Bergen har Persontrafikk anslått en trafikkvekst på 10% ved innføring av krengetog på Bergensbanen.

Det antas at trafikkøkningen fordeler seg likt på dagens reisemønster.

Ruteopplegg alt. 1.2.B - 2 timersfrekvens

Ved dette ruteopplegget oppnår man en frekvensøkning på 200%, men kjøretiden øker med 6 minutter til 5:36 mellom Oslo og Bergen. Persontrafikk har anslått en trafikkvekst på 25% ved dette ruteopplegget.

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

Generell trafikkøkning

Etter innsetting av krengetog i år 2001, antas det at den årlige trafikkveksten vil bli på 1%.

Oppsummering

For å forenkle nytte-/kostnadsanalysen er investeringene i perioden 2001-2007 lagt inn i årene 1998-2000. Samtidig er det tatt ut full effekt i form av trafikkvekst i år 2001. Dette gjelder for ruteopplegg 2.1.B (2-timersfrekvens).

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

Trafikk	0-alternativet 2000		Krengetog år 2001 alt. 2.1.A 4- timersfrekvens		Krengetog år 2001 alt. 2.1.B 2- timersfrekvens	
	Trafikk	Pers.km	Trafikk	Pers.km	Trafikk	Pers.km
Oslo-Bergen	723.184	316.971.725	795.502	348.668.898	903.980	396.214.656

For ruteopplegg alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) er det regnet med en trafikkvekst på 10% , mens det for ruteopplegg alt. 2.1.B (2-timersfrekvens) er beregnet en vekst på 25%.

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

Trafikk	Trafikkvekst alt. 2.1.A	Økt ant. pers.km alt. 2.1.A	Trafikkvekst alt. 2.1.B	Økt ant. pers.km alt. 2.1.B
	4-timersfrekvens	4-timersfrekvens	2-timersfrekvens	2-timersfrekvens
Oslo-Bergen	72.318	31.697.173	180.796	79.242.931

5.4 Effekter for NSB og Jernbanelverket

Effekter for NSB og Jernbanelverkets bedriftsøkonomi er beregnet for to hovedkomponenter:

- Endrede vedlikeholdskostnader for Jernbanelverket.
- Endret driftsresultat for NSB Persontrafikk.

5.4.1 Endrede vedlikeholdskostnader for Jernbanelverket

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 Bergensbanen er forserte vedlikeholdstiltak, som kan redusere framtidige vedlikeholdskostnader (maksimal- og mellomalternativet). Følgende vedlikeholdstiltak vil bli endret (reduksjon/økning) ved innsetting av krengetog:

- Økt krav til justeringsstandard vil gi et økt vedlikeholdsbehov inkl. ballastrensing.
- Tiltakene på overbygningen 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, som samsvarer bra med hastighetene på Bergensbanen. Det er valgt å bruke 15 % økning i vedlikeholdsbehovet for maksimalalternativet. Denne økningen kan relateres direkte til krengetoget, p.g.a. økt hastighet.

Ved å sanere planoverganger vil en kunne spare kostnader for vedlikehold av disse. JrN 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 139 (av 437) planoverganger i forbindelse med innføring av krengetog på Bergensbanen ved maksimalalternativet og 122 planoverganger ved mellomalternativet. Alle disse planovergangene har lem liggende i eller ved siden av sporet, og de blir benyttet mer enn sjelden/aldri. Det antas derfor at disse må vedlikeholdes. Dersom de legges ned sparer man altså en årlig vedlikeholdskostnad på 7.500 kr/år pr. stk. Nye planskilte kryssinger er praktisk talt vedlikeholdsfrie de første 25 - 30 årene.

5.4.2 Endret driftsresultat for NSB Persontrafikk

Ved beregning av endret driftsresultat for persontrafikken er ruteplan/driftsopplegg for R97.1 lagt til grunn for beregningen fordi ikke annet har vært tilgjengelig. I Effekt 600 har man beregnet at man kan redusere driftskostnadene med 24% fram til år 2000 (før det settes inn krengetog).

Økte billettinntekter:

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

Marked/strekning	Kr/personkm. (96-kroner)
Ekspress	0,707
IC	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 kjørestrom p.g.a. frekvensøkningen og økt kjørehastighet. Elektriske tog bruker i gjennomsnitt 0,03 kwt per bruttotonnkilometer. 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 enhetskostnader 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)
Ekspresstog, lok m/6 vogner	25,6	2,1	27,7
Ekspresstog, krengetog m/4 vogner	7,0	1,4	8,4
BM 69 (Metodehåndboka)			11,8

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

Personalkostnader :

Enhetskostnadene i Metodehåndboka er gitt for alt personale eksklusiv lokfører. 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 lokaltog: 699 kr/time

Kapitalkostnader :

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

På ekspresstogene er det i dag et gjennomsnitt på 6 vogner pr. vognsett. Som 0-alternativ i år 2000 er det beregnet kapitalkostnader for 2 togsett med B7-vogner (EL18-lok) for ekspresstogene. Det antas at i løpet av år 2000 er alle fjerntogene 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	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 Bergensbanen.

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

Materiellbehov	0-alt. i 2000 (lok/vognsett)	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens)
Ekspresstog, Oslo - Bergen	2		
Dagtog Oslo - Bergen	1	1	1
Nattog Oslo - Bergen	1	1	1
Krengetog, Bergensbanen		3	6
Totalt antall togsett	6	5	8

Når det innføres krengetog på Dovrebanen kan en øke utnyttelsen av materiellet ved å kjøre Bergen - Trondheim - Bergen. Også behovet for reservemateriell kan reduseres.

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 førsteårseffekter i 2000 for Jernbanelinjen og NSB BA:

Jernbanelinjen	(mill.kr/år)
Vedlikehold (inkl. planoverganger)	-2,3

NSB Persontrafikk	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) (mill.kr/år)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens) (mill.kr/år)
Billettinntekter	22,4	56,1
Drift og vedlikehold rullende materiell	5,9	-2,9
Personalkostnader	-2,2	-8,1
Kapitalkostnader	-1,9	-15,4
Tillegg for transportvolumøkning	-5,3	-13,2
Sum	18,9	16,5

5.5 Effekter for trafikantene

Det interessante for trafikantene er reduksjonen i generaliserte reisekostnader som følge av baneinvesteringer. Generaliserte reisekostnader defineres gjerne som all oppofrelse den reisende har ved å gjennomføre en reise. Det som kan kvantifiseres av dette består hovedsakelig av billettpris og reisetid.

5.5.1 Reisehensiktsfordeling Bergensbanen

Fra Persontrafikk er det innhentet prosent fordeling på reisehensikt. Tabellene nedenfor viser fordelingen for Oslo - Bergen.

Reisehensikt	Fordeling (%), Oslo - Bergen
I arbeid	6
Til/fra arbeid	12
Andre reiser	82

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 tidsverdier som er skissert over får passasjerer på Bergensbanen følgende gjennomsnittlig tidsverdi som funksjon av reisehensiktsfordelingen:

Reisehensikt	Fjerntrafikk, Oslo - Bergen
I arbeid	6 %
Til/fra arbeid	12 %
Privatreiser	82 %
Gjennomsnittlig tidsverdi (kr/t)	41,7

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 Bergensbanen er det foreslått å beholde dagtoget og nattoget etter at krengetog er satt på banen i år 2000. I nytte-/kostnadsberegningen er det ikke tatt hensyn til en økning av trafikken på disse togene, siden de ikke vil ha vesentlig nytte av de tiltak som gjennomføres for krengetog.

5.5.4 Nytte for overført og nyskapt trafikk

Nye togreiser, som en følge av bedret tilbud på Bergensbanen kommer hovedsakelig fra andre transportmidler i banens influensområde. 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:

Antall nye reiser m/tog * tidskostnader som for basistrafikken

2

5.5.5 Oppsummering av effekter for trafikantene

Oppsummert gir dette følgende førsteårseffekter for trafikantene:

Effekter for trafikantene	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) (mill.kr/år)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens) (mill.kr/år)
Tidskostnader eksisterende trafikkkanter	32,1	29
Tidskostnader overført og nyskapt trafikk	1,6	3,6
Sum	33,7	32,6

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 planovergangsulykker.

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 trafikk overført fra veg inkluderer dette redusert 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 som for bil. Dette fordi det er

usikkerhet omkring prising av overført trafikk, og er en forenkling. Utslaget er 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 planovergangsulykker

Metodeverktøyet som er brukt for å verdsette antall reduserte planovergangsulykker 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 tilfredsstillt kravet til sikt, og hvor planoverganglemmen ligger inne i sporet eller hvor planovergangen brukes mer enn sjelden eller aldri. («Retningslinjer for krengetog» datert 08.12.95). I tillegg skal alle planoverganger fjernes/sikres med helbomanlegg når hastigheten overstiger 130 km/t. Ulykkesfrekvensen på planoverganger med dårlig sikt antas å være dobbelt så høy som gjennomsnittlig ulykkesfrekvens angitt i Metodehåndboka. Nedenfor følger andre data som er brukt ved beregning av reduserte planovergangsulykker:

	Mengde
Redusert ant. planoverganger	139
Antall plo bedret sikt	0
Gjennomsnittlig togmeter/døgn	10000
ÅDT usikrede planoverganger	50
ÅDT sikrede planoverganger	500

5.6.4 Oppsummering av effekter for omgivelsene

Oppsummert gir dette følgende prissatte førsteårseffekter for omgivelsene:

Effekter for omgivelsene	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) (mill.kr/år)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens) (mill.kr/år)
Overført trafikk fra veg til bane	3,4	8,6
Støy	0	0
Redusert antall planovergangssulykker	1,0	1,0
Sum	4,4	9,6

5.7 Nytte-/kostnadsanalysen

5.7.1 Forutsetninger for N/K-analysen

- Kalkulasjonsrente 7%.
- Alle sammenligninger defineres 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 trafikkvekst på 10% for ruteopplegg alt. 2.1.A (4-timersfrekvens), og 25% for ruteopplegg alt. 2.1.B (2-timersfrekvens) i år 2001. Fra år 2002 er det brukt en generell årlig trafikkvekst på 2%.
- Det er lagt til grunn en frekvensøkning på 50 % for ruteopplegg alt. 2.1.A (4-timersfrekvens), og 200% for ruteopplegg alt. 2.1.B (2-timersfrekvens).
- Reinvesteringer betraktes som investeringskostnader.

5.7.2 N/K-tall

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

Nyttekomponenter	Rute alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) (mill.kr/år)	Rute alt.2.1.B (2-timersfrekvens) (mill.kr/år)
Bedriftsøkonomi, Bane	-21,9	-21,9
Bedriftsøkonomi, Persontrafikk	304,4	505,7
Trafikantnytte	369,0	358,4
Miljøgevinster	37,4	103,4
Restverdi 2024	21,8	37,4
Sum nytte (inkl. restverdi)	710,7	983
Investeringer	330	572,3
N/K-forhold	2,2	1,7

Beregningsutskrift og formler som er brukt i beregningen er vedlagt i eget vedleggshefte.

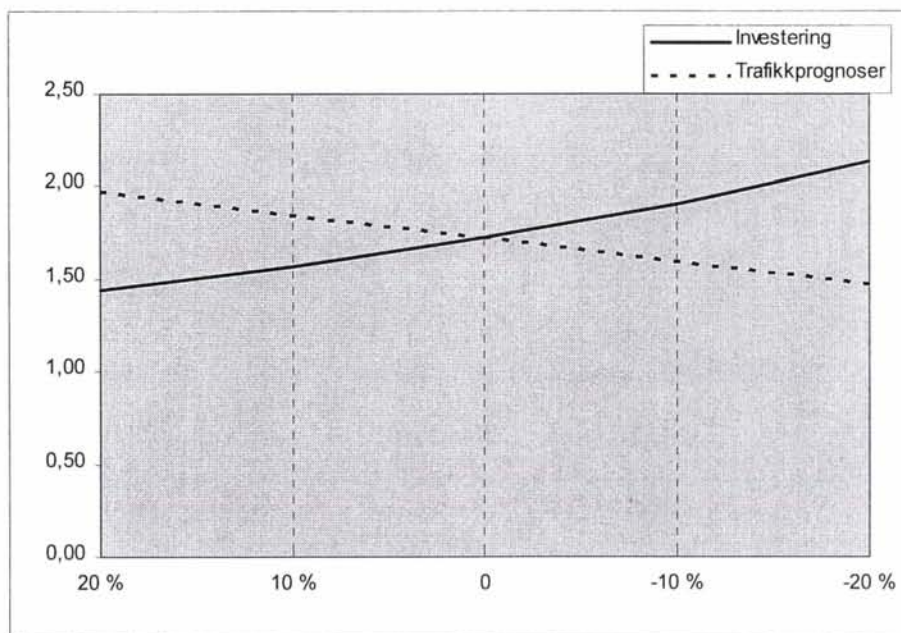
5.8 Følsomhetsanalyse

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:

- Kostnader.
- Trafikkveksten i åpningsåret (trafikkprognoser)

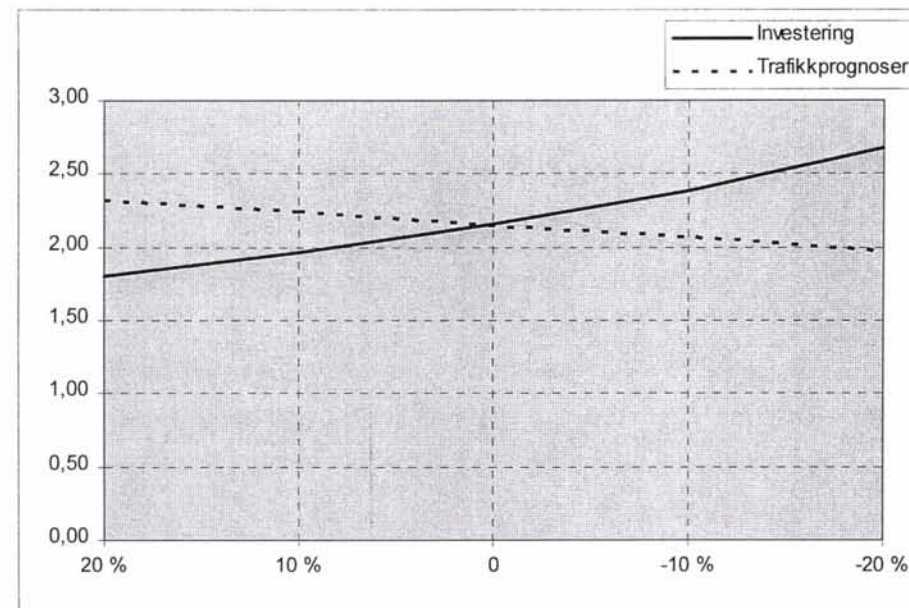
5.8.1 Investeringskostnader/trafikk i åpningsåret

Kostnader er beregnet på hovedplannivå. Om investeringskostnadene varieres 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 ruteopplegg alt. 2.1.B (2-timersfrekvens) får en følgende variasjon:



Ut fra figuren ser man at dersom investeringskostnadene øker med 20 % synker N/K-tallet til 1,4. Dersom trafikkprognosene synker med 20 % reduseres N/K-tallet også til 1,5.

For ruteopplegg alt. 2.1.A (4-timersfrekvens) får en følgende variasjon:



Ut fra figuren ser man at dersom investeringskostnadene øker med 20 % synker N/K-tallet til 1,8. Dersom trafikkprognosene synker med 20 % reduseres N/K-tallet til 2,0.

6. SAMMENSTILLING OG ANBEFALING

Nedenfor presenteres en oppsummering av kostnader og konsekvenser ved innføring av krengetog på Bergensbanen.

Jernbaneverket Region Vest legger fram tre alternativer for innføring av krengetog på Bergensbanen. 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. Mellomalternativet er det samme som maksimalalternativet, med unntak av at maksimalhastigheten er satt til 130 km/t. Dette fører til at kostnadstunge tiltak utgår.

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

- Forsterking av strømforsyningen (1998 - 2007): 100 mill.kr.
- Utskifting av kl-anlegg (1998 - 2007): 177 mill.kr

Kostnaden for disse tiltakene er beregnet til ca. 277 mill.kr.

Nøkkeltallene for innføring av krengetog på Bergensbanen presenteres i flg. tabell:

	Minimumsalt.	Mellomalt.	Maksimalalt.
Kjøretid Hønefoss-Bergen	4:30	4:05	4:03
Kjøretid Oslo o/Drammen - Hønefoss	1:26*	1:22**	1:22**
Kjøretid Oslo - Bergen	5:56*	5:27**	5:25**
Investeringskostn. Hønefoss - Bergen	4	126	190
Reinvesteringskostn. Hønefoss - Bergen	34	92	92
Prosjektreserve	0	22	28
Totalkostnad	38	240	310

*Ut fra rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 47 minutter ved et minimumsalternativ. Antatt kjøretid mellom Oslo og Drammen er på 39 minutter. Stoppmønsteret er ellers lik tog 61 i ruteplan 97.1.

** Ut fra rapporten «Hovedplan for krengetog Drammen - Hønefoss, september 96», er det beregnet en kjøretid på 43 minutter ved et maksimalalternativ. Antatt kjøretid mellom Oslo og Drammen er på 39 minutter. Stoppmønsteret er ellers lik tog 61 i ruteplan 97.1.

I forhold til dagens kjøretid på 6:38 vil kjøretiden reduseres med 42 minutter for minimumsalternativet, 1 time og 11 minutter for mellomalternativet og 1 time og 13 minutter for maksimalalternativet.

N/K-analysen viser at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt, og bedriftsøkonomisk lønnsomt for NSB.

Region Vest anbefaler at det gjennomføres utbygging etter mellomalternativet for hele strekningen. N/K-analysen viser at maksimalalternativet også er samfunnsmessig lønnsomt, slik at det på sikt bør investeres med tanke på å øke hastigheten til 160 km/t der hvor det er mulig.

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

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 dagens kjøretid og kjøretiden ved mellomalternativet, samt kostnadene for mellomalternativet eksklusive kostnader til sporjustering (23,5 mill.kr.) og kostnader for prosjektreserve (22 mill.kr.). Rangeringen for minuttkostnad er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Kostnad (mill.kr)	Innspart tid	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	29,5	0:03	9,8	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	65,0	0:15	4,3	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	48,9	0:14	3,5	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	16,4	0:09	1,8	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	35,0	0:15	2,3	2

For minuttkostnad pr reisende har en brukt beregnet trafikk ved tellepunktet Finse som var 695.000 i 1996. Rangeringen for minuttkostnad pr reisende er vist i tabellen nedenfor:

Km	Parsell	Minuttkostnad (mill.kr/min)	Minuttkostnad pr reisende (kr/min-pass)	Rangering
89,64-125,33	Hønefoss - Haversting	9,8	14,1	5
125,33-252,74	Haversting - Geilo	4,3	6,2	4
252,74-335,80	Geilo - Myrdal	3,5	5,0	3
335,80-385,32	Myrdal - Voss	1,8	2,6	1
385,32-471,25	Voss - Bergen	2,3	3,3	2

I rangeringen er det ikke tatt hensyn til lokaltrafikken Voss - Bergen. En standardheving av banen på disse strekningene vil også komme lokaltogene til nytte i form av bedre punktlighet.

Det er antatt ut fra [1] at de årlige vedlikeholdskostnadene vil øke med 15 % for mellom- og maksimalalternativet. For minimumsalternativet er det antatt en økning på 8 %. 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 og krever ikke noen form for offentlig saksbehandling. På temaet planovergangssanering er det i enkelte tilfeller nødvendig med 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.

Detalj- og byggeplaner for øvrige investerings- og vedlikeholdstiltak vil starte opp i 1997 og gjennomføres suksessivt i takt med tiltakenes framdrift.

På neste side er det vist et forslag til en framdriftsplan for gjennomføring av maksimalalternativet og andre nødvendige investeringsprosjekter. For rangering av parseller er det valgt å bruke minuttkostnad pr. reisende. I tillegg er nedleggelse av planoverganger skilt ut som egen aktivitet. Dette har sammenheng med de omfattende forhandlingsprosessen som må gjennomføres med rettighetshaverne. Nedleggelse av planoverganger foreslås gjennomført i samme rekkefølge som øvrige tiltak på parsellene. Det forutsettes at planlegging/gjennomføring av hovedplanen startes opp medio 1997.

Tiltakene planlegges gjennomført i perioden 1997 - 2000 og forutsettes finansiert gjennom ordinære investerings- og reinvesteringssmidler i perioden.

FRAMDRIFTSPLAN FOR KRENGETOGSTILTAK PÅ BERGENSBANEN

ID	Task Name	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Gråskallen Øst - Finse																	
2	Parsell Myrdal - Voss																	
3	Parsell Voss - Bergen																	
4	Parsell Geilo - Myrdal																	
5	Parsell Haversting - Geilo																	
6	Parsell Hønefoss - Haversting																	
7	Nedleggelse av planoverganger																	
8	Fornyelse av kl-anlegget i henhold til vedlikeholdsplanen																	
9	Forsterking av strømforsyningen																	

Project:
Date: 01.04.97

Task 

Progress 

Milestone 

Summary 

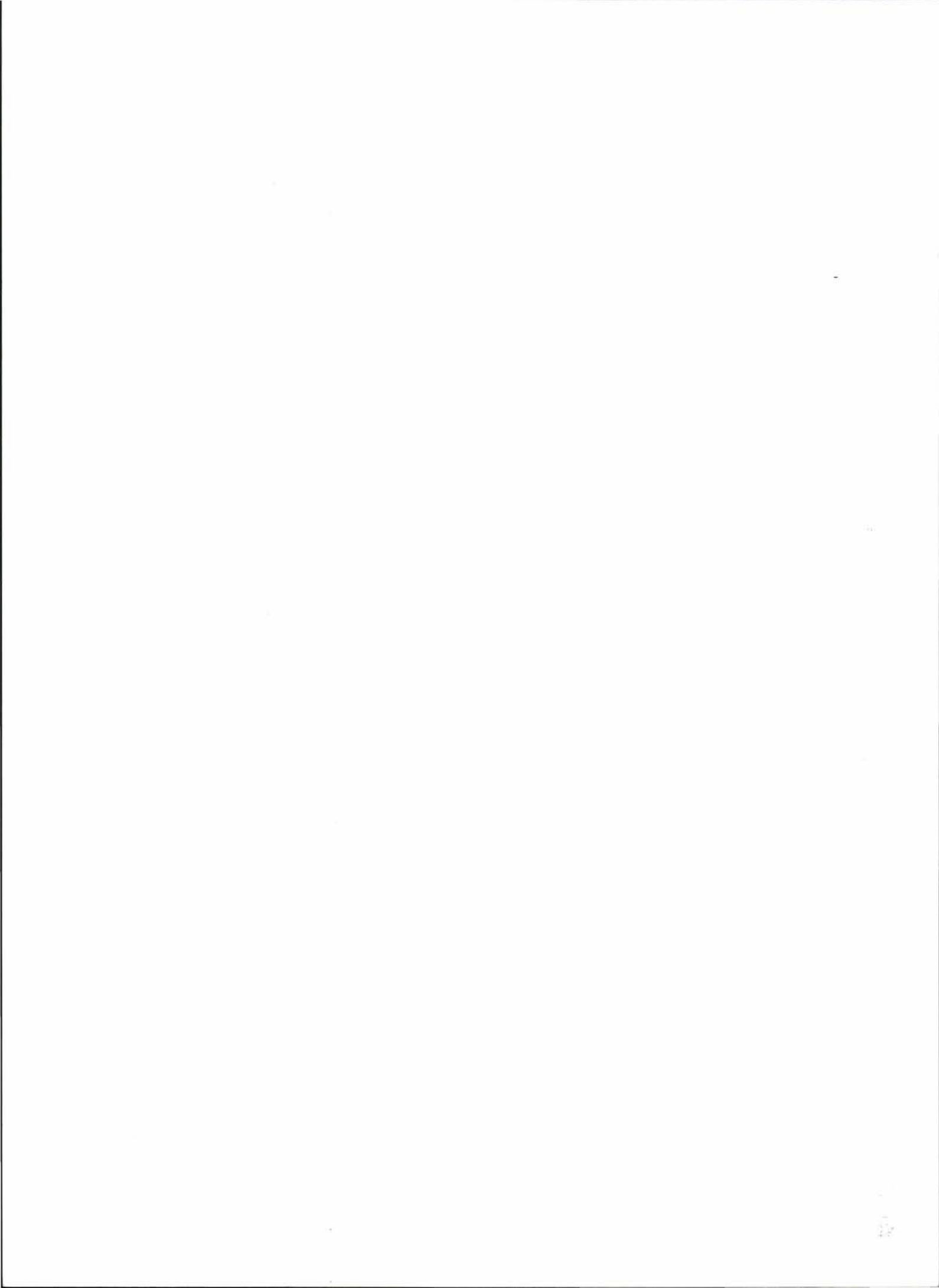
Rolled Up Task 

Rolled Up Milestone 

Rolled Up Progress 

8. REFERANSELISTE

- [1] UIC 715 I
Informative leaflet
2nd Edition 1-1-79
- [2] «Krengetog, vurdering av bruer på Sørlandsbanen»
NSB Bane Ingeniørtjenesten, mai 1996
- [3] «Elektrifisering Trondheim - Steinkjer, Hell - Storlien, Hovedplan»
NSB Bane / Ingeniørtjenesten 1994
- [4] Dokumentasjonsrapport «Nytte-/kostnadsanalyse Nordlandsbanen»
NSB Bane Region Nord 1995
- [5] Hovedoppgave «Nytte-/kostnadsberegning for jernbaneanlegg»
NTH desember 1994
- «Krengetog på Bergensbanen -forstudie»
NSB Bane Region Vest, desember 1994
- «Driftsrapport Bergensbanen/Ringeriksbanen»
NSB Bane Region Vest, januar 1994
- «Jernbaneutredning Bergensbanen - Driftsrapport - Strategisk ruteplan»
NSB Bane Ingeniørtjenesten, oktober 1996
- «Norsk Jernbaneplan 1998 - 2007 - Høringsutkast»
NSB Bane Region Vest, juni 1996
- «Norsk Jernbaneplan 1998 - 2007, Vedlikeholdsplan - Bergensbanen,
Flåmsbanen»
NSB Bane Region Vest, juni 1996
- «Vedlikeholdsplan ombygging av kontaktledningsanlegg Haversting - Voss,
1998 - 2007»
Jernbaneverket Region Vest, desember 1996
- «Prøvekjøring med krengetog på Sørlandsbanen - sluttrapport»
Jernbaneverket Direktoratet, april 1997
- «Reisetidsreduksjon på eksisterende infrastruktur»
NSB, juni 1994
- Hovedplan «Tvangspunktsanering på Dovrebanen Fåberg - Trondheim»
NSB Bane Region Nord, mai 1996
- «Hovedplan for krengetog på Sørlandsbanen»
NSB Bane Region Sør, mai 1996
- «Hovedplan for krengetog på strekningen Drammen - Hønefoss»
NSB Bane Region Sør, september 1996
- «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
- «Hovedplan for banestrømforsyning, Bergensbanen»
NSB Bane Region Vest, juni 1995



Jernbaneverket
Biblioteket

5. 10. 1998

MIKROMARC
BIBLIOTEKSYSTEM



200000166164