

Oppdragsgiver : **NSB Bane Region Vest**

Prosjekt : **Hovedplan for radiodekning i tunneler**

Versjon : 2.1

Dato : 18. april 1996

Dokumentet omhandler (stikkord) :

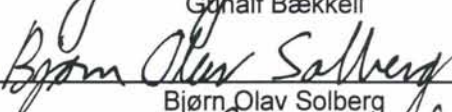
Hovedplan for radiodekning i tunneler for Baneregion Vest. Dokumentet omhandler tekniske og økonomiske analyser og beskrivelser av alternative løsninger for radiodekning i tunneler av forskjellig lengde og utbyggingsgrad.

For NSB Bane Ingeniørtjenesten :

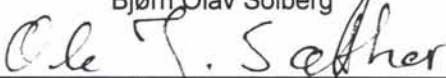
Prosjektansvarlig :


Gønhalf Bækkeli

Prosjektleder :


Bjørn Olav Solberg

Rapport utarbeidet av :




Ole Johan Sæther

Dato for siste revisjon : 18. april 1996

Antall sider : 19

Jernbaneverket
Biblioteket

DOKUMENTKONTROLLSIDE

Oppdragsgiver : NSB Bane Region Vest							
Prosjektbeskr. : -							
Prosjektnr. : 195040							
Dokumenttittel : Hovedplan for radiodekning i tunneler.							
Utarbeidet av : Ole Johan Sæther						Sign. : 	
Kontr. av:	Kontrolltype	Versjon 1.0		Versjon 2.0		Versjon 2.1	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
PL	Helhetsvurdering					18/4-96	BOSS
PL	Språk					18/4-96	BOSS
PL	Logisk oppbygging /disposisjon					18/4-96	BOSS
PL	Teknisk : - Faglig - Tverrfaglig					18/4-96	BOSS
PL	Presentasjonsform					18/4-96	BOSS
PL	Kopieringen er kontrollert (sign original)					18/4-96	BOSS
Generelle kommentarer :							
Dokument godkjent for utsendelse		Dato : 22.04.96			Sign. : 		

NSB Bane Region Vest

Hovedplan for radiodekning i tunneler

INNHOLD

1 FORORD	4
2 SAMMENDRAG	5
3 BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER	6
3.1 Generelt	6
3.2 Bakgrunn / historikk	6
3.3 Situasjonsbeskrivelse	6
3.4 Driftsforhold	7
3.5 Funksjonskrav	7
3.6 Dimensjoneringskriterier med tekniske forutsetninger	7
3.7 Forholdet til andre planer	8
4 MÅLSETTINGER	8
4.1 Overordnede mål	8
4.2 Mål for utbyggingstiltaket	8
4.3 Målet med selve planleggingen	8
5 BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE	9
5.1 Trasébeskrivelser	9
5.1.1 Trasé A (Haversting tnl. - Ål)	9
5.1.2 Trasé B (Ål - Bergen)	9
5.2 Generelt	9
5.3 System A (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450)	10
5.3.1 System A1	10
5.3.2 System A2	10
5.3.3 System A3	10
5.4 System B (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450)	10
5.4.1 System B1	10
5.4.2 System B2	10
5.4.3 System B3	10
5.5 System C (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450, Nødradio)	11
5.5.1 System C1	11
5.5.2 System C2	11
5.5.3 System C3	11
5.6 System D (NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer)	11
5.6.1 System D1	11
5.6.2 System D2	11
5.6.3 System D3	12
5.7 System E (NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer, Nødradio)	12
5.7.1 System E1	12
5.7.2 System E2	12
5.7.3 System E3	12
6 KONSEKVENSER	13
6.1 Metodikk	13
6.2 Trafikk	13
6.3 Kostnader	13
6.4 Praktiske konsekvenser	14
6.4.1 Nedbremsing	14
6.4.2 Sikkerhet	14
6.4.3 Miljø	14

7 SAMMENSTILLING OG ANBEFALING.....	15
7.1 Oversikt over enkeltkonsekvenser.....	15
7.2 Samfunnsøkonomiske kalkyler	15
7.2.1 Generelt	15
7.2.2 Nytte/kost-analyse	16
7.3 Valg av alternativ.....	17
7.4 Anbefaling	17
7.5 Fremdriftsplan	18
7.5.1 Detaljplan	18
7.5.2 Finansiering	18
8 LITTERATUR.....	19
9 VEDLEGG.....	20

1 FORORD

Denne hovedplanen omfatter dekning av radio for togfremføring, vedlikeholdspersonell, nødradio, og mobiltelefon for alle tunnelene over 100 meter i NSB Bane Region Vest.

Planleggingen er utført i samarbeid med NSB Bane Ingeniørtjenesten og tre leverandører av denne type teknologi. Forberedelsene til planen startet opp i juli 1995 med problembeskrivelser/målformulering og søking etter eventuelle kart for tunneler. Deretter startet en idedugnad for å utarbeide tekniske alternativer og bearbeiding av disse, samt en kort konsekvensanalyse.

Planen inneholder forutsetninger og rammebetingelser som er lagt til grunn, beskrivelser av de ulike alternativene/systemene og økonomiske sammenstillinger. Det er også satt opp alternative løsninger basert på de tekniske konseptene, og en hovedløsning er anbefalt for utbygging i NSB Bane Region Vest.

Økonomiske kalkyler og oversiktstegninger for tunnelene er vedlagt planen.

Spørsmål vedrørende planen kan rettes til:

NSB Bane Region Vest, Regionservice : Kjell Atle Gullbrå
Tlf.: 76 108

eller

NSB Bane Ingeniørtjenesten : Bjørn Olav Solberg
Tlf.: 66 929

2 SAMMENDRAG

NSB Bane Region Vest har utarbeidet en hovedplan for utbygging av tunnelradio i alle tunneler over 100 meter. Det er skissert 5 hovedsystemer, A, B, C, D og E, hvor system A er den enkleste og billigste, og type E er den mest omfattende og kostbare. Forutsetningen for å få radiodekning i tunnel, er at radiosignalene for systemene er tilgjengelig ved tunnelmunningen.

System A er basert på vanlige antenner med repeaterer. Løsningen er egnet for tunneler med liten trafikk, men hvor det er behov for togradio og vedlikeholdsradio. Dekning for mobiltelefon NMT-450 får man "på kjøpet", da NMT-450 ligger i samme frekvensbånd som NSB sine radiosystemer. Systemet er uegnet for fremtidig utvidelse.

System B er den samme løsningen som for system A, men antennene er byttet ut med radierende kabel. Systemet er egnet for utvidelser til andre tjenester.

System C, D og E er alle basert på radierende kabel som antenne. Slike løsninger er egnet for tunneler med større trafikk. Løsningene gir minimum samme radiodekning som for system A/B, men med et varierende antall tjenester i tillegg. Disse tjenestene kan være f.eks. GSM Telenor Mobil, GSM NetCom, NMT-900 og nødradio. Systemene er godt egnet for fremtidige utvidelser.

Kostnadene for alle alternativene er med som vedlegg til hovedplanen. I tillegg er det tegnet en skjematisk tunneloversikt.

Dekning for togradio i tunneler vil gjøre togfremføringen mere smidig og økonomisk. Dekning for mobiltelefon vil gi NSB sine kunder bedre service. Dekning for nødradio (politi, brann- og helsevesen) bør vurderes på alle tunneler med høy trafikkthet og/eller lange tunneler. Dekning for nødradio kan virke noe overflødig hvis det allerede er dekning for mobiltelefon i tunnelen, da det i dag er vanlig at politi, brann- og helsevesen disponerer mobiltelefon.

Utbygging av tunnelradio vil ikke påvirke miljøet på annen måte enn at det må stå en 5 -20 meter høy antennemast utenfor tunnelmunningen med et varierende antall antenner. Dette vil derfor gi en "visuell" påvirkning av miljøet. De fleste steder vil ikke dette bety noe, da antennemastene vil stå langt fra befolkningsmiljøer. Systemene skal ikke gi radioforstyrrelser mot andre godkjente radiosystemer.

Færre nedbremsinger vil gi mindre bremsestøv i tunneler.

3 BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER

3.1 Generelt

Når et tog befinner seg inne i en tunnel kan det være aktuelt å kommunisere mellom toget og omverdenen. I dag eksisterer det kun togtelefon og blokktelefon i tunnelene, og noen få steder vedlikeholdsradio og togradio.

Dekning for radiosystemer som brukes av politi, brann- og helsepersonell (nødradio) i tunnel finnes ikke i NSB Bane Region Vest (BrV).

Dekning for det offentlige mobiltelefonnettet i tunnel finnes heller ikke i BrV, unntatt en NMT 450 basestasjon som er plassert ved Fagernut i Finsetunnelen.

3.2 Bakgrunn / historikk

NSB har togradio og blokktelefon som de viktigste kommunikasjonssystemer for togfremføring i dag. Dekning for togradio i tunneler har hittil ikke vært prioritert, da utbygging av slik radiodekning har vært prioritert på åpne strekninger. I BrV er det ikke togradiodekning i noen tunneler.

Det har dessuten vært en stor utvikling på tunnelradio løsninger, som gjør at det er billigere å anskaffe slikt utstyr i dag enn for noen år siden. Dette har gjort det gunstig å vente på nye løsninger.

Det finnes for tiden ingen bestemmelser, planer eller beslutninger for utbygging av de nevnte radiosystemer i tunnel i BrV.

Hovedplanen er til dels basert på dokumentet "Plan for radiodekning av tunneler", utarbeidet av NSB Bane Ingeniørtjenesten, 27.05.94, v1.0.

3.3 Situasjonsbeskrivelse

Det kan ofte være et problem at det ikke er dekning for togradio i tunneler og dette gjør det vanskeligere å avvikle trafikken på en smidig og økonomisk måte. Da det ikke finnes dekning for togradio i tunneler, må lokfører i en del situasjoner basere seg på bruk av blokktelefon inne i tunnelen. Dette øker behovet for nedbremsing/igangsetting. Det kan også ta tid å komme frem til blokktelefonen, da en del tunneler er trange. Dette vil derfor øke eventuelle forsinkelser ytterligere. For godstog i tunnel får ikke lokfører forlate toget. Det må i såfall være 2 lokførere på loket. Hvis det hadde vært dekning for togradio i tunnelen, kunne lokfører ha mottatt ordre fra togleder via systemet inne i lokomotivet og det hadde vært nok med en lokfører.

NSB har store krav til sikkerhet, og det kan være viktig med radiodekning for radiosystemene til politi, brann- og helsevesen inne i tunnel. Ved ulykke i tunnel kan det være særdeles dårlige muligheter for kommunikasjon ut fra tunnelen. For en lang tunnel, kanskje flere kilometer, kan det i enkelte tilfelle være kritisk.

BrV kan i dag ikke tilby de reisende tilgang til det offentlige nett for mobiltelefonsystemer ved kjøring i tunnel. Dette er selvsagt et tilbud som må vurderes i hvert enkelt tilfelle avhengig av for eksempel trafikkgrunnlag og nytte/kost-analyser. For enkelte kundegrupper kan en reise med tog der det er

mulig å benytte mobiltelefon / datakommunikasjon, også inne i tunnel, være av interesse ("rullende kontor").

3.4 Driftsforhold

Denne hovedplanen omhandler alle tunnelene over 100 meter i BrV og det er vanskelig å gå inn på dagens trafikk, togtyper, passasjerantall, trafikkbelastning og kapasitet/fremkommelighet for hver enkelt tunnel i denne planen. Det er også vanskelig å forutsi noe om den tekniske driften og kostnader til dette på grunn av relativt ny teknologi/systemer. Dette må gjøres i hvert enkelt tilfelle ved en utbygging og erfaringer underveis med slike systemer må legges til grunn.

3.5 Funksjonskrav

Funksjonskravene er i henhold til "Strategisk rammeplan for NSB Banedivisjonen" [Ref. 1].

Sikkerhet ved bruk av radiosystemer for togfremføring inne i tunnel må være like bra som sikkerheten ved bruk av systemene utenfor tunnelen. Det skal være mulig å hente ut overvåkingsdata fra systemene. Alle overvåkingsdata må tilpasses og kobles til NSB sitt NMS-system.

Det må være full tilgjengelighet for alle de aktuelle radiosystemene i hele tunnelens lengde.

Kapasiteten for alle de aktuelle radiosystemene må være tilpasset brukerbehovet og tunnelens togfrequens.

Alle radiosystemene må være tilpasset hastigheten tunnelen er dimensjonert for. I praksis må systemene være dimensjonert for 200 km/t.

3.6 Dimensjoneringskriterier med tekniske forutsetninger

Løsningene som presenteres er i henhold til NSB sine "Regler for bygging og rutiner for godkjenning av baneanlegg" [Ref. 2].

For togradio og vedlikeholdsradio forutsettes det at radiosignalene er tilgjengelig ved tunnelmunningen og kan tas inn på antenner plassert i en antennemast.

For mobiltelefonsystemer forutsettes det at disse radiosignalene er tilgjengelig ved tunnelmunningen og kan tas inn ved hjelp av antenner plassert i en antennemast. Operatørene trenger dermed ikke eget basestasjonsutstyr i tunnelene eller fysiske linker mellom tunnel og basestasjon. I praksis må det i hvert enkelt tilfelle undersøkes om det er dekning for mobiltelefon utenfor tunnelene. Dersom det ikke er dekning må systemet allikevel forberedes for disse.

Ingen nye kiosker og/eller kabelkanaler bygges som følge av tunnelradio. Inne i tunnelen plasseres utstyret i skap som ikke krever nisjer.

Det forutsettes at "bygdestrøm" (strøm fra et EI-verk) er tilgjengelig ved tunnelmunningen(e) eller maksimum 800 m fra tunnelen. Det må være mulig med levering av 690 V fra EI-verk. For lange tunneler er det nødvendig med trafostasjoner inne i tunnelene. Trafostasjonene krever nisjer. Det forutsettes at det er lagt kabelkanal i hele tunnelens lengde.

3.7 Forholdet til andre planer

Denne hovedplanen må sees i sammenheng med planer for utbygging av togradio og danne grunnlag for fremtidige detalj- og byggeplaner. Utbygging av togradio har kommet inn i sin siste fase når det gjelder åpen strekning.

Hovedplanen er til dels basert på dokumentet "Plan for radiodekning av tunneler", utarbeidet av NSB Bane Ingeniørtjenesten, 27.05.94, v1.0.

4 MÅLSETTINGER

4.1 Overordnede mål

Denne hovedplanen danner et utgangspunkt for fremtidige detalj- og byggeplaner for utbygging av tunnelradio i BrV. Planen inneholder en vurdering av tekniske alternativer og kostnadene ved utbygging av tunnelradio i regionen.

4.2 Mål for utbyggingstiltaket

Målet med utbyggingen er å gi dekning for togradio og vedlikeholdsradio i tunneler, slik at togdriften kan bli både sikrere og mere økonomisk.

Ved å bygge ut for nødradio kan togdriften bli enda sikrere og ved en eventuell ulykke vil redningsarbeidet bli mer effektivt på grunn av muligheten til å kommunisere med redningsenheter inne i og utenfor tunnelen.

En utbygging av systemer for mobiltelefonsystemer i tunneler vil øke servicegraden for regionen sine kunder.

4.3 Målet med selve planleggingen

Målet med hovedplanen er at den skal danne grunnlag for potensielle utbygginger og den skal inngå i rullerende langtidsplaner for Bane Region Vest med hensyn på budsjettplanlegging.

Planen skal være et utgangspunkt for fremtidige detalj- og byggeplaner.

5 BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE

5.1 Trasébeskrivelser

5.1.1 Trasé A (Haversting tnl. - Ål)

Det er til samme 13 tunneler på denne strekningen.

Ingen av tunnelene har radiodekning.

5.1.2 Trasé B (Ål - Bergen)

Det er til sammen 72 tunneler på denne strekningen.

Finse tunnel, Kvålsåsen og Trollkona har radiodekning for NSB Vedlikeholdsradio. Dessuten er det dekning for togradio ved innkjør Myrdal stasjon i Gravhalsen og innkjør Bergen midt i Ulriken.

Ingen av de andre tunnelene har radiodekning.

5.2 Generelt

Som nevnt tidligere er det en forutsetning at alle signalene som skal inn i en tunnel har tilstrekkelig feltstyrke ved munningen(e) for å bli koblet til tunnelradioanlegget.

Det forutsettes at strøm fra "bygdenettet" er tilgjengelig ved tunnelmunningene og alt utstyr som skal monteres i munningen forsynes med 230 V. Utstyr som skal plasseres inne i tunnelen forsynes via en 3-fase strømkabel fra munningen.

Radierende kabel benyttes i fire av de fem alternativene. For alle løsningene er det benyttet 7/8" radierende kabel.

Den høyeste frekvensen er dimensjonerende for anlegget (har størst demping på kabelen). For lange tunneler med radierende kabel (system B, C, D og E) har vi benyttet følgende nøkkeltall for å beregne avstanden mellom forsterkere ("remote station") i tunnelene:

900 MHz :	500 m
450 MHz :	1000 m
160 MHz :	1500 m

I tunneler der 900/450 MHz benyttes i lag vil det være et forsterkerpunkt for 450 MHz for annen hver 900 MHz forsterkerpunkt.

I tunneler der 900/450/160 MHz benyttes i lag vil det være et forsterkerpunkt for 160 MHz for tredje hver 900 MHz forsterkerpunkt.

5.3 System A (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450)

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio og NMT 450 i tunnel. Senere utvidelser til andre systemer er vanskelig med dette alternativet.

Signalene mottas ved hjelp av en båndselektiv radio repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemast plasseres i nærheten av munningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret. Evt. trafoer for strømforsyning i lange tunneler vil kreve nisjer.

5.3.1 System A1

Alternativ A1 er tilpasset tunneler i området 100 - 350 meter. Signalene fra radio repeater i munningen sendes inn i tunnelen på en antenne som er plassert høyt oppe på tunnelveggen.

5.3.2 System A2

Alternativ A2 er tilpasset tunneler i området 350 - 1400 meter. Løsningen baserer seg på Alternativ A1 i hver ende av tunnelen.

5.3.3 System A3

Alternativ A3 er tilpasset tunneler lengre enn 1400 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn på en "master station". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "remote station"s. Til hver "remote station" er det plassert to antenner som stråler i hver sin retning.

5.4 System B (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450)

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio og mobiltelefon i tunnel. Senere utvidelser til andre systemer i samme frekvensbåndet eller lavere (f. eks. 160 MHz, nødradio) er relativt enkelt med dette alternativet.

Signalene mottas ved hjelp av en båndselektiv radio repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemast plasseres i nærheten av munningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret. Evt. trafoer for strømforsyning i lange tunneler vil kreve nisjer.

5.4.1 System B1

Alternativ B1 er tilpasset tunneler i området 100 - 1000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen.

5.4.2 System B2

Alternativ B2 er tilpasset tunneler i området 1000 - 2000 meter. Løsningen baserer seg på Alternativ B1 i hver ende av tunnelen.

5.4.3 System B3

Alternativ B3 er tilpasset tunneler lengre enn 2000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn på en "master station". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "remote station"s. Til hver "remote station" er det tilkoblet to radierende kabler, som føres i hver sin retning (T-struktur).

5.5 System C (NSBs radiosystemer, Mobiltelefon NMT 450, Nødradio)

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio, mobiltelefon NMT 450 og nødradio i tunnel. Senere utvidelser til 900 MHz systemer krever flere forsterkerpunkter i lange tunneler (lengde>500 m) da 450 MHz er dimensjonerende frekvens for dette alternativet. Utvidelser til andre systemer i samme frekvensbåndet eller lavere er relativt enkelt med dette alternativet.

Signalene mottas ved hjelp av to båndselektiv radio repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemast plasseres i nærheten av munningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret. Evt. trafoer for strømforsyning i lange tunneler vil kreve nisjer.

5.5.1 System C1

Alternativ C1 er tilpasset tunneler i området 100 - 1000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen.

5.5.2 System C2

Alternativ C2 er tilpasset tunneler i området 1000 - 2000 meter. Løsningen baserer seg på Alternativ C1 i hver ende av tunnelen men med kun en repeater for 160 MHz (nødradio) i den ene munningen.

5.5.3 System C3

Alternativ C3 er tilpasset tunneler lengre enn 2000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn på en "master station". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "remote station"s. Til hver "remote station" er det tilkoblet to radierende kabler, som føres i hver sin retning (T-struktur).

5.6 System D (NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer)

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio og mobiltelefon (NMT-450, NMT-900 og to GSM operatører) i tunnel. Senere utvidelse til nødradio eller andre systemer er relativt enkelt i dette tilfellet da 900 MHz er dimensjonerende frekvens for dette alternativet.

Signalene mottas ved hjelp av to båndselektiv radio repeater og en kanalselektiv radio repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemast plasseres i nærheten av munningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret. Evt. trafoer for strømforsyning i lange tunneler vil kreve nisjer.

5.6.1 System D1

Alternativ D1 er tilpasset tunneler i området 100 - 500 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen.

5.6.2 System D2

Alternativ D2 er tilpasset tunneler i området 500 - 1000 meter. Løsningen baserer seg på Alternativ D1 i hver ende av tunnelen.

5.6.3 System D3

Alternativ D3 er tilpasset tunneler lengre enn 1000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn på en "master station". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "remote station"s. Til hver "remote station" er det tilkoblet to radierende kabler, som føres i hver sin retning (T-struktur).

5.7 System E (NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer, Nødradio)

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio, nødradio og mobiltelefon (NMT-450, NMT-900 og to GSM operatører) i tunnel.

Senere utvidelse til andre systemer er relativt enkelt da 900 MHz er dimensjonerende frekvens i dette tilfellet.

Signalene mottas ved hjelp av tre båndselektiv radio repeater og en kanalselektiv radio repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemast plasseres i nærheten av munningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret.

5.7.1 System E1

Alternativ E1 er tilpasset tunneler i området 100 - 500 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen.

5.7.2 System E2

Alternativ E2 er tilpasset tunneler i området 500 - 1000 meter. Løsningen baserer seg på Alternativ E1 i hver ende av tunnelen.

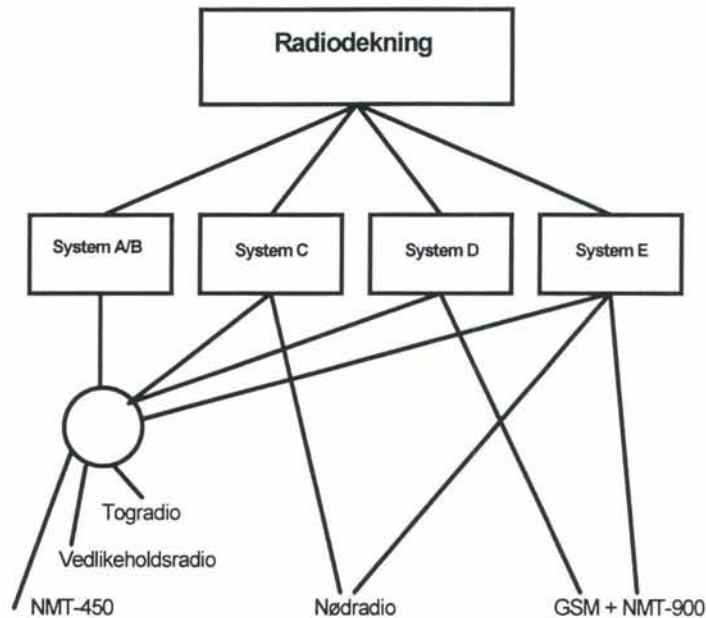
5.7.3 System E3

Alternativ E3 er tilpasset tunneler lengre enn 1000 meter. Signalene fra radio repeater sendes inn på en "master station". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "remote station"s. Til hver "remote station" er det tilkoblet to radierende kabler, som føres i hver sin retning (T-struktur).

6 KONSEKVENSER

6.1 Metodikk

For å oppnå de mål som er satt for en utbygging, er de utallige tekniske løsningene skalert ned til 5 hovedløsninger. Hver enkelt av disse er ment å nå hvert sitt mål på gunstigste måte, hvor både kostnader og teknikk er modulbaserte.



Figuren over viser hvilke mål for radiodekning som nås ved de forskjellige utbygginger.

6.2 Trafikk

I forbindelse med dette prosjektet er det ikke foretatt egne prognoser for fremtidig trafikk på strekningen.

Generelt vil dekning for togradio i tunnel kunne medføre at BrV kan utføre togdriften mer effektiv på strekninger med tunneler. Dette vil særlig gjelde godstrafikken.

Dekning for mobiltelefon i tunnel vil ha liten direkte innvirkning på selve togdriften. Det vil allikevel gi bedre service for de reisende, da bruk av mobiltelefon og/eller datamodem er mulig. Med det økende antall lange tunneler som er tenkt bygget i fremtiden, er dette antagelig en faktor som kan få betydning på lengre sikt.

6.3 Kostnader

Kostnader for utbygging er satt opp i tabeller, som er vedlegg til denne planen. Tabellene gir oversikt over totale utbyggingskostnader for hver tunnel, samt hvilke kostnader som er benyttet for delkomponenter ved utregningen. Tabellen er delt i to hoveddeler, vest og øst for Ål. Denne oppdelingen er foretatt på grunn av nytte/kost analysen. Alle kostnader er eksklusiv investeringsavgiften. Alle kostnader er inklusive montering/test.

Kommentarer:

Mange steder er det flere tunneler etter hverandre og et felles anlegg kan benyttes i stedet for mange små anlegg. Dette vil sannsynligvis redusere kostnadene betydelig.

I noen tilfeller kan det være en fordel å koble tunnelanlegget direkte på basestasjonene for togradio og vedlikeholdsradio når disse er i nærheten av tunnelen(e). Dette kan redusere kostnadene.

En radierende kabel med mindre tap (større diameter) kan ved enkelte tunneler redusere kostnadene fordi antall forsterkere reduseres. Dette er det ikke tatt hensyn til i denne planen. I fremtidige detaljplaner må dette analyseres for hver tunnel.

For en eventuell utbygging av NMT 900 og GSM i en tunnel bør det være mulig med en felles finansiering i lag med mobiltelefonoperatørene. For nødradio kan det også være mulig med en felles finansiering mellom NSB og stat/kommune.

6.4 Praktiske konsekvenser

6.4.1 Nedbremsing

Tunnelradio med dekning for togradio kan medføre færre stopp og nedbremsinger i tunneler. Dette vil medføre mindre utslipp av bremsestøv som følge av nedbremsing. Det forbrukes også mye elektrisk kraft for å akselerere toget opp til normal hastighet etter en nedbremsing.

Det blir ikke behov for å bevege seg så mye ute på sporet, da bruk av blokktelefon inne i tunnel ikke lenger er nødvendig.

Det blir bedre komfort for passasjerene, da det blir færre nedbremsinger og akslerasjoner.

Punktene over blir forverret ved høyhastighetsbaner.

6.4.2 Sikkerhet

Gode muligheter for kommunikasjon inne i tunnelen ved ulykker, arbeid på sporet, vedlikehold osv. vil medføre at sikkerheten for de som arbeider på linjen kan bli bedre enn i dag.

6.4.3 Miljø

En utbygging av tunnelradio vil ha svært lite innvirkning på miljøet da det meste av utstyret er inne i tunnelen. Ved munningen er det kun en antennemast (5 - 20 meter høy) med et varierende antall antenner som vil påvirke miljøet.

Miljøet i selve tunnelen blir bedre da færre nedbremsinger gir mindre bremsestøv.

7 SAMMENSTILLING OG ANBEFALING

7.1 Oversikt over enkeltkonsekvenser

Konsekvens 1: Utbygging med antenner (system A).

Systemet er uegnet for videre utvidelser i fremtiden dersom antenner benyttes i stedet for radierende kabel. Det betyr at der hvor en bygger ut system A, må en ved senere utvidelser montere radierende kabel i tunnelen. I tillegg må repeaterne utvides, i den grad det er mulig. Større utvidelser kan derfor medføre at det er gunstigere å bygge et nytt anlegg av (f.eks. system B, C, D eller E) som er bedre egnet for utvidelser av tjenester.

Konsekvens 2: Utbygging av anlegg med radierende kabel (system B, C, D og E).

Utbygging med radierende kabel i tunneler gir gode muligheter for å utvide systemet til andre frekvensbånd. En utvidelse til 160 MHz vil medføre noen ekstra forsterkere i tunnelen. Disse vil bli plassert i de samme punktene som for 450 MHz. En utvidelse til 900 MHz vil medføre noen flere punkter i tunnelen, men det er i utgangspunktet bare å koble seg inn på den samme strålekabelen. For både 160 MHz og 900 MHz må eventuelt de fiberoptiske tilkoblingene (opt./RF-omvandlerne) utvides.

Konsekvens 3: Konsekvens ved ikke å bygge anlegg for nødradio.

Dette medfører at en må basere seg på å bruke mobiltelefon eller vedlikeholdsradio i nødsituasjoner. Dette kan være en fullgod løsning i mange tunneler. Der hvor det ikke finnes mobiltelefondekning utenfor tunnelen fra før, er ikke dette noe alternativ. Kapasiteten til vedlikeholdsradioanlegget er liten og det er ikke mulig å koble seg til redningsentralene via dette systemet. Alle redningslag osv. må da utstyres med mobiltelefon eller eventuelt NSB vedlikeholdsradio.

Konsekvens 4: Konsekvens ved ikke å bygge ut for mobiltelefon.

Servicenivået for de reisende blir redusert, særlig i tett befolket områder med mange mobiltelefonbrukere. Dekningsgraden for GSM øker fra dag til dag og brukerne forventer trolig at det skal være dekning nær sagt over alt. Langs veiene inn mot byer/tettsteder er det ofte svært god dekning i biltunneler.

7.2 Samfunnsøkonomiske kalkyler

7.2.1 Generelt

I det samfunnsøkonomiske regnestykket kan følgende punkter inngå:

- a) Nytte av nyskapt trafikk.
- b) Tidsgevinster.
- c) Gevinster av overført trafikk fra veg (miljø, vegslitasje, ulykker).
- d) Kostnader til investering i kjøreveg og materiell.
- e) Driftskostnader person- og godstrafikk.
- f) Drifts- /vedlikeholdskostnader kjøreveg.
- g) Ulykkes- og miljøkostnader (togrelaterte)

Den utbyggingen som gir direkte gevinst er anlegg for dekning av NSB togradio. Dette vil gjøre togfremføringen mere smidig og økonomisk. Dette kan gi reduserte driftskostnader for godstrafikk.

Alle andre tillegg, f.eks. mobiltelefon, kan gi en indirekte gevinst i fremtiden, hvis det kan bidra til å beholde kunder eller gi nye kunder. Dette er selvsagt meget vanskelig å beregne.

Nødradio vil også være en ren utgiftspost, men i noen tunneler kan det allikevel være nødvendig av sikkerhetsmessige årsaker. En ulykke har selvsagt økonomiske konsekvenser for samfunnet. Det er meget vanskelig å tallfeste en ulykke da dette er avhengig av type ulykke, omfang osv. NSBs radiosystemer eller eventuelt mobiltelefon kan erstatte nødradioen.

7.2.2 Nytte/kost-analyse

Det er meget vanskelig å beregne nytte/kost for et radioanlegg i tunneler. Det eneste systemet som gir direkte gevinst er utbygging av togradio. Dette kan gi reduserte kostnader for lokpersonale i godstrafikk. En lokfører på et godstog som stopper i en tunnel har ikke lov til å forlate lokomotivet. Dette vil i praksis medføre at det er behov for to lokførere ombord i godstoget.

En utbygging av togradio i tunneler på en strekning vil medføre at et godstog kan fremføres med en lokfører, og kostnadene for lokpersonale reduseres til halvparten.

Kostnadene for bemanning på godstog er beregnet til Kr. 480,- pr. time. Denne vil da bli redusert til halvparten, altså Kr. 240,- pr. time. Gjennomsnittlig regnes det at 50 % av lokpersonalets tid går med til togfremføringen mellom A og B, mens resten av tiden er terminaltid av forskjellig slag. I praksis må man da legge til 50 % i tid i tillegg til kjøretiden fra A til B.

For Bergensbanen er det i gjennomsnitt 6 godstog hver veg pr. døgn, 7 døgn pr uke og 52 uker pr. år.

For Bergensbanen er det skifte av lokpersonale på Ål. Det er da naturlig å dele Bergensbanen i to deler, vest og sør for Ål.

Trasè A: Haversting - Ål:

Fremføringstid inkl. 50 % tillegg:	3 timer
Kostnader spart pr. time:	240 kroner
Antall godstog til sammen pr døgn:	12 godstog

Dette medfører en kostnadsreduksjon på ca. Kr. 3 145 000,- pr. år.

System A vil ha en inntjeningstid på ca. 2 år dersom alle tunneler over 100 meter utbygges.

Trasè B: Ål - Bergen:

Fremføringstid inkl. 50 % tillegg:	6 timer
Kostnader spart pr. time:	240 kroner
Antall godstog til sammen pr døgn:	12 godstog

Dette medfører en kostnadsreduksjon på ca. Kr. 6 290 000,- pr. år.

System A vil ha en inntjeningstid på ca. 9 år dersom alle tunneler over 100 meter utbygges.

Det er viktig å bemerke at kostnadsreduksjonen kun oppnås dersom alle tunnelene på hver delstrekning utbygges med togradio.

7.3 Valg av alternativ

For NSB Bane Region Vest er det utarbeidet følgende alternativ:

- Alternativ 1: NSBs radiosystemer, Mobiltelefonsystem NMT 450 i tunneler over 100 m (system A1, A2 og A3).
 Alternativ 2: NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer i tunneler over 100 m (system D1, D2 og D3).
 Alternativ 3: NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemene, Nødradio over 100 m (system E1, E2 og E3).

For alle alternativene er det dekning for tog- og vedlikeholdsradio. Mobiltelefonsystemene og nødradio kan distribueres inn i de tunnelene som har tilstrekkelig feltstyrke ved munningen. På steder uten dekning ved munningen, skal anleggene forberedes for å hente ned fremtidige signal.

Et sammendrag av totale kostnader og nytte/kost er gitt i tabellene under. De samme Kostnadsreduksjonen til alternativ 1 benyttes også i alternativ 2 og 3 fordi det er vanskelig å beregne nytte/kost-verdi for mobiltelefon og nødradio i tunneler.

Trasè A:

Alternativ	Totale kostnader	Kostnadsreduksjon pr. år	Inntjeningstid
1	5 430 000,-	3 145 000,-	2 år
2	12 654 000,-	3 145 000,-	4 år
3	14 454 000,-	3 145 000,-	5 år

Trasè B:

Alternativ	Totale kostnader	Kostnadsreduksjon pr. år	Inntjeningstid
1	54 023 000,-	6 290 000,-	9 år
2	121 362 000,-	6 290 000,-	19 år
3	132 387 000,-	6 290 000,-	21 år

I tabellen under er det også gitt total kostnader for alternativ 1 for tunneler > 500 meter og for tunneler > 1000 meter.

Alternativ 1 trasè A:

Lengde	Totale kostnader
> 500 meter	3 180 000,-
> 1000 meter	2 218 000,-

Alternativ 1 trasè B:

Lengde	Totale kostnader
> 500 meter	40 748 000,-
> 1000 meter	35 798 000,-

Totale kostnader for alternativ 1 for hver enkelt tunnel ordnet etter samme inndeling som over er gitt i vedlegg C.

7.4 Anbefaling

NSB Bane Region Vest går inn for Alternativ 1 (NSBs radiosystemer, Mobiltelefonsystem NMT 450) for alle tunneler over 100 meter. Dette er en minimumsløsning, men alle NSB systemene er tatt med. Region Vest anbefaler at trasé A blir bygd ut før trasé B på grunn av nytte/kost-verdien.

På mellomlang sikt vil sannsynligvis NSB-systemene havne i et annet frekvensområde. Det er derfor vanskelig å forsvare for store investeringer i en ren 450 MHz utbygging som ikke lar seg utvide for 900 MHz båndet. En utbygging av både 450 MHz og 900 MHz blir for kostbart til at dette kan forsvares uten at det eksisterer en strategi for fremtidig bruk av 900 MHz- båndet.

Dersom NSB Bane frem mot utbyggingen avgjør at fremtidige NSB-systemer skal ligge i 900 MHz båndet, går Bane Region Vest inn for Alternativ 5 (NSBs radiosystemer, alle Mobiltelefonsystemer i tunneler over 500 m).

7.5 Fremdriftsplan

7.5.1 Detaljplan

Detaljplan er ikke utarbeidet for noen av tunnelene.

7.5.2 Finansiering

Finansiering er ikke bestemt.

For en eventuell utbygging av NMT 900 og GSM i en tunnel bør det være mulig med en felles finansiering i lag med mobiltelefonoperatørene.

For nødradio kan det også være mulig med en felles finansiering mellom NSB BrV og stat/kommune.

8 LITTERATUR

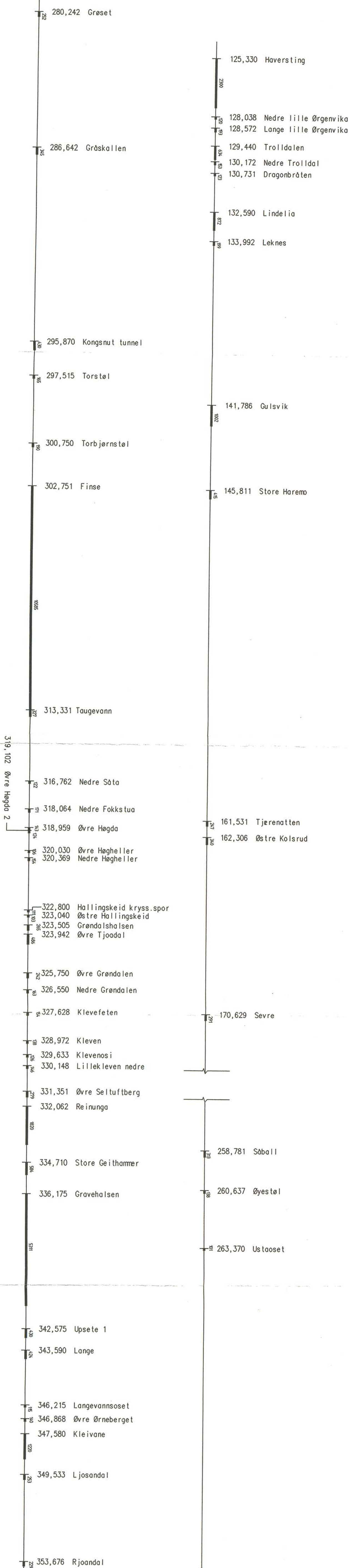
- [1] «Strategisk rammeplan for NSB Banedivisjonen», NSB Banedivisjonen, september 1990.
- [2] «Regler for bygging og rutiner for godkjenning av baneanlegg», Versjon 01, NSB Banedivisjonen, 10. februar 1993.

9 VEDLEGG

- A:** Skjematisk tunneloversikt.
- B:** Oversikt over enkeltkomponenter pr. alternativ.
- C:** Kostnader for alle alternativene pr. tunnel.

VEDLEGG A

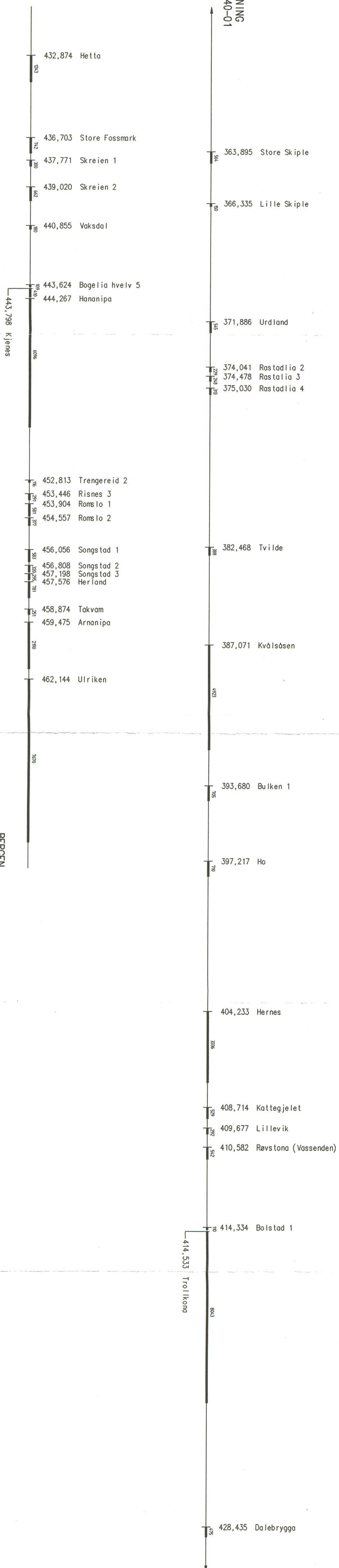
SKJEMATISK TUNNELOVERSIKT



KONF. TEGNING
NR.: 195040-02

Revisjonen gjelder		Dato		Tegnet av		Kontrollert av	
NSB BANE REGION VEST		27.02.96		SBB		BOS	
HOVEDPLAN FOR RADIODEKNING I TUNNELER		-		Kontrollert av		Godkjent av	
TUNNEL OVERSIKT - BERGENSBANEN		-		Kontrollert av		Godkjent av	
HAVERSTING - RJOANDAL		-		Kontrollert av		Godkjent av	
TUNNELER OVER 100 METER		-		Kontrollert av		Godkjent av	
NSB BANE		Tegning nr.		195040-01		Rev.	
INGENIØRTJENESTEN		-		-		-	





BERGEN

414,533 Troilikonno

Revisjonen gjelder		Dato		Tegnet av		Kontrollert av		Godkjent av	
NSB BANE REGION VEST		Målestokk		Dato		Tegnet av		Kontrollert av	
HOVEDPLAN FOR RADIODREKNING I TUNNELER		-		27.02.96		SBB		BOSS	
TUNNEL OVERSIKT - BERGENSBANEN		-		-		-		-	
STORE SKIPLE - ULRIKEN		-		-		-		-	
TUNNELER OVER 100 METER		-		-		-		-	
NSB BANE		Arkiv bet.		Ersatt for		-		-	
INGENØRTJENESTEN		-		-		-		-	
Tegning nr.		195040-02		Rev.		-		-	



VEDLEGG B

**OVERSIKT OVER ENKELTKOMPONENTER
PR. ALTERNATIV**

Priser A

<i>Enhet</i>	<i>Pris</i>	<i>Kommentar</i>
System A1 og A2		Alternativ 1 - Antennebasert 450
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Repeater, båndselektiv 450	100 000	Grunnenhet med 450 båndmodul og alarm
Strømtilførsel	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
System A3		Alternativ 1 - Antennebasert 450
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Headend station, båndselektiv 450	100 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Remote station, båndselektiv 450	50 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Fiber, pr./meter ferdig lagt	65	16 pars kabel (8 pars kr. 50 pr./meter)
Strømforsyning	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk eller NSB
Optisk RX	35 000	Optisk mottager, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
Optisk TX	65 000	Optisk sender, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
Pris strøm, tunneler 1000 - 10 000 m	400	Ferdig montert pr. meter, inklusive trafoer

<i>Enhet</i>	<i>Pris</i>	<i>Kommentar</i>
System D1 og D2		Alternativ 2 - Radierende kabel 450 / 900
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Repeater, 900/450	300 000	Grunnenhet med 900/450 båndmodul og alarm
Strømtilførsel	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk eller NSB
Radiernede kabel, pr./meter ferdig montert	200	7/8 "
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
System D3		Alternativ 2 - Radierende kabel 450 / 900
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Headend station, 900/450	300 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Remote station, 900/450	150 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Fiber, pr./meter ferdig lagt	65	16 pars kabel (8 pars kr. 50 pr./meter)
Strømforsyning	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk eller NSB
Optisk RX	35 000	Optisk mottager, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
Optisk TX	65 000	Optisk sender, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
Radiernede kabel, pr./meter ferdig montert	200	7/8 "
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
Combiner	15 000	Bredbånds combiner, 2 veis
Pris strøm, tunneler 1000 - 10 000 m	400	Ferdig montert pr. meter, inklusive trafoer

Priser E

<i>Enhet</i>	<i>Pris</i>	<i>Kommentar</i>
System E1 og E2		Alternativ 3 - Radierende kabel 160 / 450 / 900
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Repeater, båndselektiv 900/450/160	400 000	Grunnenhet med 900/450/160 båndmodul og alarm
Strømtilførsel	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk eller NSB
Radiernede kabel, pr./meter ferdig montert	200	7/8 "
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
System E3		Alternativ 3 - Radierende kabel 160 / 450 / 900
Antenne, med kabel og kontakter	10 000	Ferdig montert
Antennemast, med fundament	30 000	Ferdig montert
Headend station, båndselektiv 900/450/160	400 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Remote station, båndselektiv 900/450/160	200 000	Grunnenhet med alarm, uten fiberoptisk RX/TX
Fiber, pr./meter ferdig lagt	65	16 pars kabel (8 pars kr. 50 pr./meter)
Strømforsyning	50 000	Tilkobling ved munning, fra E-verk eller NSB
Optisk RX	35 000	Optisk mottager, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
Optisk TX	65 000	Optisk sender, for både remote stations og headend station. Pris pr./stk.
Radiernede kabel, pr./meter ferdig montert	200	7/8 "
DC - blokk	5 000	Overspenningsvern
Combiner	15 000	Bredbånds combiner, 2 veis
Pris strøm, tunneler 1000 - 10 000 m	400	Ferdig montert pr. meter, inklusive trafoer

VEDLEGG C

**KOSTNADER FOR ALLE ALTERNATIVENE
PR. TUNNEL**

Banenr.	Km.	Tunnel navn	Lengde	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Haversting - Ål						
2300	125,330	HAVERSTING	2 300 m	1 829 500 Kr	3 829 500 Kr	3 994 500 Kr
2300	128,038	NEDRE LILLE ØRGENVIKA	120 m	225 000 Kr	464 000 Kr	579 000 Kr
2300	128,572	LANGE LILLE ØRGENVIKA	193 m	225 000 Kr	478 600 Kr	593 600 Kr
2300	129,440	TROLLDALEN	634 m	450 000 Kr	1 113 600 Kr	1 343 600 Kr
2300	130,172	NEDRE TROLLDAL	153 m	225 000 Kr	470 600 Kr	585 600 Kr
2300	130,731	DRAGONBRÅTEN	123 m	225 000 Kr	464 600 Kr	579 600 Kr
2300	132,590	LINDELIA	872 m	450 000 Kr	1 208 800 Kr	1 438 800 Kr
2300	133,992	LEKNES	199 m	225 000 Kr	479 800 Kr	594 800 Kr
2300	141,786	GULSVIK	1 002 m	450 000 Kr	2 126 330 Kr	2 266 330 Kr
2300	145,811	STORE HAREMO	415 m	450 000 Kr	523 000 Kr	638 000 Kr
2300	161,531	TJÆRENATTEN	247 m	225 000 Kr	489 400 Kr	604 400 Kr
2300	162,306	ØSTRE KOLSRUD	340 m	225 000 Kr	508 000 Kr	623 000 Kr
2300	170,629	SEVRE	291 m	225 000 Kr	498 200 Kr	613 200 Kr
		DELSUMMER	6 889 m	5 429 500 Kr	12 654 430 Kr	14 454 430 Kr
Ål - Ulriken						
2310	258,781	SÅBALL	313 m	225 000 Kr	502 600 Kr	617 600 Kr
2310	260,637	ØYESTØL	138 m	225 000 Kr	467 600 Kr	582 600 Kr
2310	263,370	USTAASET	101 m	225 000 Kr	460 200 Kr	575 200 Kr
2311	280,242	GRØSET	252 m	225 000 Kr	490 400 Kr	605 400 Kr
2311	286,642	GRÅSKALLEN	345 m	225 000 Kr	509 000 Kr	624 000 Kr
2311	295,870	KONGSNUT TUNNEL	430 m	450 000 Kr	526 000 Kr	641 000 Kr
2311	300,750	TORBJØRNSTØL	190 m	225 000 Kr	478 000 Kr	593 000 Kr
2311	302,751	FINSE	10 585 m	6 942 025 Kr	16 479 025 Kr	16 856 525 Kr
2311	313,331	TAUGEVANN	327 m	225 000 Kr	505 400 Kr	620 400 Kr
2311	316,762	NEDRE SÅTA	122 m	225 000 Kr	464 400 Kr	579 400 Kr
2311	318,064	NEDRE FOKKSTUA	171 m	225 000 Kr	474 200 Kr	589 200 Kr
2311	318,959	ØVRE HØGDA	143 m	225 000 Kr	468 600 Kr	583 600 Kr
2311	319,102	ØVRE HØGDA 2	124 m	225 000 Kr	464 800 Kr	579 800 Kr
2311	320,030	ØVRE HØGHELLER	106 m	225 000 Kr	461 200 Kr	576 200 Kr
2311	320,369	NEDRE HØGHELLER	154 m	225 000 Kr	470 800 Kr	585 800 Kr
2311	322,800	HALLINGSKEID KR. SPOR	111 m	225 000 Kr	462 200 Kr	577 200 Kr

Tunneler > 100 m

2311	323,040	ØSTRE HALLINGSKEID	103 m	225 000 Kr	460 600 Kr	575 600 Kr
2311	323,505	GRØNDALSHALSEN	265 m	225 000 Kr	493 000 Kr	608 000 Kr
2311	323,942	ØVRETJOADAL	486 m	450 000 Kr	537 200 Kr	652 200 Kr
2311	325,750	ØVRE GRØNDALEN	242 m	225 000 Kr	488 400 Kr	603 400 Kr
2311	326,550	NEDRE GRØNDALEN	163 m	225 000 Kr	472 600 Kr	587 600 Kr
2311	327,628	KLEVEFETEN	154 m	225 000 Kr	470 800 Kr	585 800 Kr
2311	328,972	KLEVEN	138 m	225 000 Kr	467 600 Kr	582 600 Kr
2311	329,633	KLEVENOSI	126 m	225 000 Kr	465 200 Kr	580 200 Kr
2311	329,967	LILLEKLEVEN	176 m	225 000 Kr	475 200 Kr	590 200 Kr
2311	330,148	LILLEKLEVEN NEDRE	146 m	225 000 Kr	469 200 Kr	584 200 Kr
2311	331,351	ØVRE SELTUFTBERG	279 m	225 000 Kr	495 800 Kr	610 800 Kr
2311	332,062	REINUNGA	1 820 m	1 606 300 Kr	3 090 300 Kr	3 242 800 Kr
2311	334,710	STORE GEITHAMMER	584 m	450 000 Kr	1 093 600 Kr	1 323 600 Kr
2320	336,175	GRAVEHALSEN	5 311 m	3 649 615 Kr	8 351 815 Kr	8 591 815 Kr
2320	342,575	UPSETE 1	430 m	450 000 Kr	526 000 Kr	641 000 Kr
2320	343,590	LANGE	424 m	450 000 Kr	524 800 Kr	639 800 Kr
2320	346,215	LANDEVANNSOSET	115 m	225 000 Kr	463 000 Kr	578 000 Kr
2320	346,868	ØVRE ØRNEBERGET	140 m	225 000 Kr	468 000 Kr	583 000 Kr
2320	347,580	KLEIVANE	1 220 m	450 000 Kr	2 271 300 Kr	2 411 300 Kr
2320	349,533	LJOSANDAL	253 m	225 000 Kr	490 600 Kr	605 600 Kr
2320	353,676	RJOANDAL	229 m	225 000 Kr	485 800 Kr	600 800 Kr
2320	363,895	STORE SKIPLE	564 m	450 000 Kr	1 085 600 Kr	1 315 600 Kr
2320	366,335	LILLE SKIPLE	150 m	225 000 Kr	470 000 Kr	585 000 Kr
2320	371,886	URDLAND	545 m	450 000 Kr	1 078 000 Kr	1 308 000 Kr
2320	374,041	RASTADLIA 2	229 m	225 000 Kr	485 800 Kr	600 800 Kr
2320	374,478	RASTADLIA 3	248 m	225 000 Kr	489 600 Kr	604 600 Kr
2320	375,030	RASTADLIA 4	313 m	225 000 Kr	502 600 Kr	617 600 Kr
2320	382,468	TVILDE	338 m	225 000 Kr	507 600 Kr	622 600 Kr
2320	387,071	KVÅLSÅSEN	4 923 m	3 469 195 Kr	7 673 795 Kr	7 901 295 Kr
2330	393,680	BULKEN 1	705 m	450 000 Kr	1 142 000 Kr	1 372 000 Kr
2330	397,217	HO	710 m	450 000 Kr	1 144 000 Kr	1 374 000 Kr
2330	404,233	HERNES	3 336 m	2 521 240 Kr	5 358 440 Kr	5 548 440 Kr
2330	408,714	KATTEGJELET	529 m	450 000 Kr	1 071 600 Kr	1 301 600 Kr
2330	409,677	LILLEVIK	292 m	225 000 Kr	498 400 Kr	613 400 Kr
2330	410,582	RØVSTONA (VASSENDEN)	542 m	450 000 Kr	1 076 800 Kr	1 306 800 Kr
2330	414,334	BOLSTAD 1	110 m	225 000 Kr	462 000 Kr	577 000 Kr

Tunneler > 100 m

2330	414,533	TROLLKONA	8 043 m	5 339 995 Kr	12 688 595 Kr	13 003 595 Kr
2340	428,435	DALEBRYGGA	475 m	450 000 Kr	535 000 Kr	650 000 Kr
2340	432,874	HETTA	1 243 m	450 000 Kr	2 286 595 Kr	2 426 595 Kr
2340	436,703	STORE FOSSMARK	742 m	450 000 Kr	1 156 800 Kr	1 386 800 Kr
2340	437,771	SKREIEN 1	300 m	225 000 Kr	500 000 Kr	615 000 Kr
2340	439,020	SKREIEN 2	662 m	450 000 Kr	1 124 800 Kr	1 354 800 Kr
2340	440,855	VAKSDAL	180 m	225 000 Kr	476 000 Kr	591 000 Kr
2340	443,624	BOGELIA HVELV 5	109 m	225 000 Kr	461 800 Kr	576 800 Kr
2340	443,798	KJENES	410 m	450 000 Kr	522 000 Kr	637 000 Kr
2340	444,267	HANANIPA	6 096 m	4 224 640 Kr	9 713 840 Kr	9 978 840 Kr
2340	452,410	Ny TRA basestasjon		200 000 Kr		
2340	452,813	TRENGEREID 2	116 m	225 000 Kr	463 200 Kr	578 200 Kr
2340	453,446	RISNES 3	291 m	225 000 Kr	498 200 Kr	613 200 Kr
2340	453,904	ROMSLO 1	581 m	450 000 Kr	1 092 400 Kr	1 322 400 Kr
2340	454,557	ROMSLO 2	377 m	450 000 Kr	515 400 Kr	630 400 Kr
2340	456,056	SONGSTAD 1	583 m	450 000 Kr	1 093 200 Kr	1 323 200 Kr
2340	456,808	SONGSTAD 2	320 m	225 000 Kr	504 000 Kr	619 000 Kr
2340	457,198	SONGSTAD 3	295 m	225 000 Kr	499 000 Kr	614 000 Kr
2340	457,576	HERLAND	781 m	450 000 Kr	1 172 400 Kr	1 402 400 Kr
2340	458,874	TAKVAM	251 m	225 000 Kr	490 200 Kr	605 200 Kr
2340	459,475	ARNANIPA	2 190 m	1 778 350 Kr	3 756 350 Kr	3 921 350 Kr
2340	462,144	ULRIKEN	7 670 m	5 166 550 Kr	12 020 550 Kr	12 323 050 Kr
		DELSUMMER	71 665 m	54 022 910 Kr	121 361 805 Kr	132 386 805 Kr

TOTALE SUMMER			78 554 m	59 452 410 Kr	134 016 235 Kr	146 841 235 Kr
GJENNOMSNTLIG KOST, U/AVGIFTER				757 Kr/m	1 706 Kr/m	1 869 Kr/m

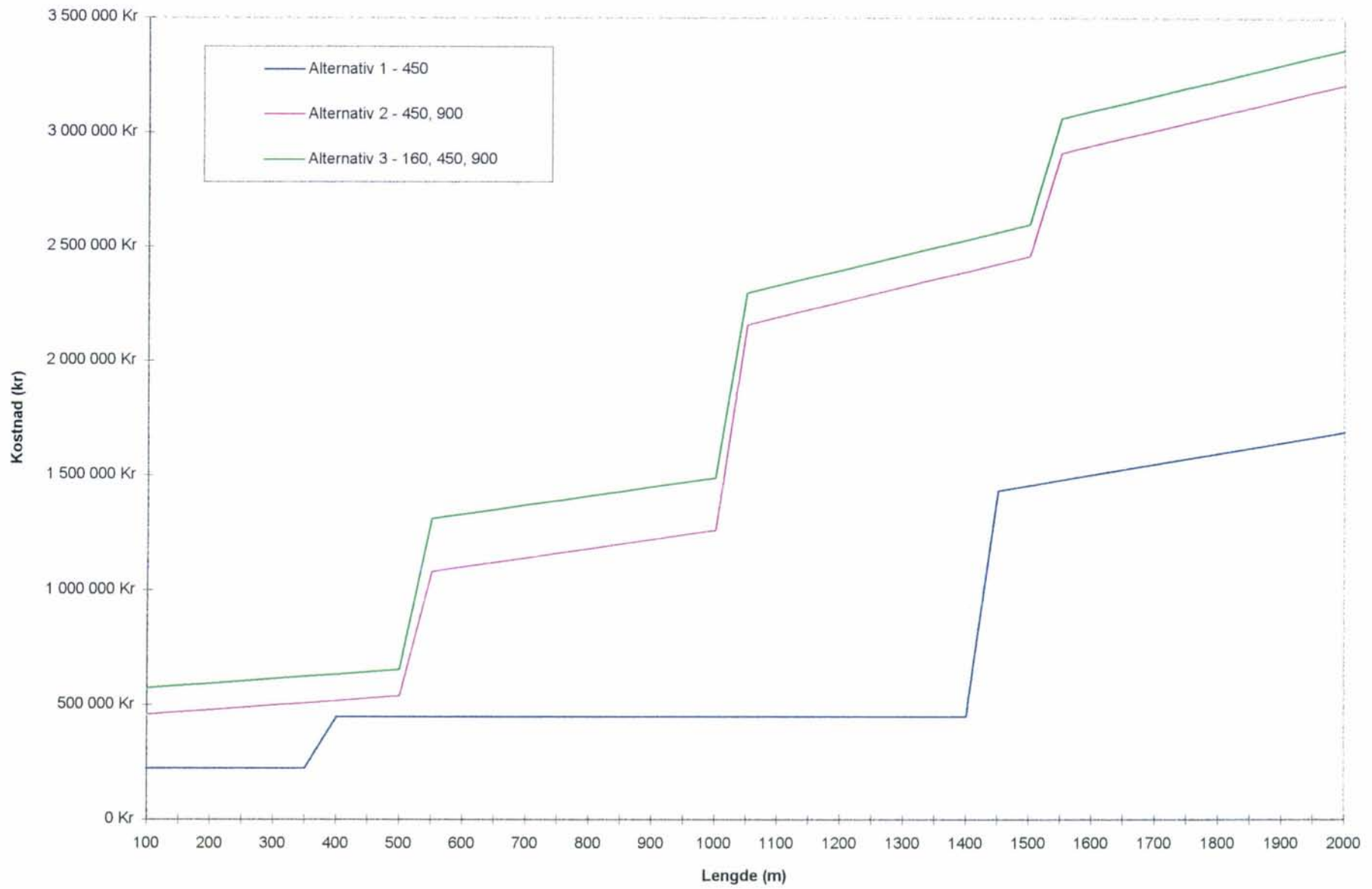
Banenr.	Km.	Tunnel navn	Lengde	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Haversting - Ål						
2300	125,330	HAVERSTING	2 300 m	1 829 500 Kr	3 829 500 Kr	3 994 500 Kr
2300	129,440	TROLLDALEN	634 m	450 000 Kr	1 113 600 Kr	1 343 600 Kr
2300	132,590	LINDELIA	872 m	450 000 Kr	1 208 800 Kr	1 438 800 Kr
2300	141,786	GULSVIK	1 002 m	450 000 Kr	2 126 330 Kr	2 266 330 Kr
DELSUMMER			4 808 m	3 179 500 Kr	8 278 230 Kr	9 043 230 Kr
Ål - Ulriken						
2311	302,751	FINSE	10 585 m	6 942 025 Kr	16 479 025 Kr	16 856 525 Kr
2311	332,062	REINUNGA	1 820 m	1 606 300 Kr	3 090 300 Kr	3 242 800 Kr
2311	334,710	STORE GEITHAMMER	584 m	450 000 Kr	1 093 600 Kr	1 323 600 Kr
2320	336,175	GRAVEHALSEN	5 311 m	3 649 615 Kr	8 351 815 Kr	8 591 815 Kr
2320	347,580	KLEIVANE	1 220 m	450 000 Kr	2 271 300 Kr	2 411 300 Kr
2320	363,895	STORE SKIPLE	564 m	450 000 Kr	1 085 600 Kr	1 315 600 Kr
2320	371,886	URDLAND	545 m	450 000 Kr	1 078 000 Kr	1 308 000 Kr
2320	387,071	KVÅLSÅSEN	4 923 m	3 469 195 Kr	7 673 795 Kr	7 901 295 Kr
2330	393,680	BULKEN 1	705 m	450 000 Kr	1 142 000 Kr	1 372 000 Kr
2330	397,217	HO	710 m	450 000 Kr	1 144 000 Kr	1 374 000 Kr
2330	404,233	HERNES	3 336 m	2 521 240 Kr	5 358 440 Kr	5 548 440 Kr
2330	408,714	KATTEGJELET	529 m	450 000 Kr	1 071 600 Kr	1 301 600 Kr
2330	410,582	RØVSTONA (VASSENDEN)	542 m	450 000 Kr	1 076 800 Kr	1 306 800 Kr
2330	414,533	TROLLKONA	8 043 m	5 339 995 Kr	12 688 595 Kr	13 003 595 Kr
2340	432,874	HETTA	1 243 m	450 000 Kr	2 286 595 Kr	2 426 595 Kr
2340	436,703	STORE FOSSMARK	742 m	450 000 Kr	1 156 800 Kr	1 386 800 Kr
2340	439,020	SKREIEN 2	662 m	450 000 Kr	1 124 800 Kr	1 354 800 Kr
2340	444,267	HANANIPA	6 096 m	4 224 640 Kr	9 713 840 Kr	9 978 840 Kr
2340	452,410	Ny TRA basestasjon		200 000 Kr		
2340	453,904	ROMSLO 1	581 m	450 000 Kr	1 092 400 Kr	1 322 400 Kr
2340	456,056	SONGSTAD 1	583 m	450 000 Kr	1 093 200 Kr	1 323 200 Kr
2340	459,475	ARNANIPA	2 190 m	1 778 350 Kr	3 756 350 Kr	3 921 350 Kr
2340	462,144	ULRIKEN	7 670 m	5 166 550 Kr	12 020 550 Kr	12 323 050 Kr

Tunneler > 500 m

		DELSUMMER	59 184 m	40 747 910 Kr	95 849 405 Kr	100 894 405 Kr
<hr/>						
TOTALE SUMMER			63 992 m	43 927 410 Kr	104 127 635 Kr	109 937 635 Kr
GJENNOMSNETLIG KOST, U/AVGIFTER				686 Kr/m	1 627 Kr/m	1 718 Kr/m

Tunneler > 1000 m

Banenr.	Km.	Tunnel navn	Lengde	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Haversting - Ål						
2300	125,330	HAVERSTING	2 300 m	1 829 500 Kr	3 829 500 Kr	3 994 500 Kr
2300	141,786	GULSVIK	1 002 m	450 000 Kr	2 126 330 Kr	2 266 330 Kr
		DELSUMMER	3 302 m	2 279 500 Kr	5 955 830 Kr	6 260 830 Kr
Ål - Ulriken						
2311	302,751	FINSE	10 585 m	6 942 025 Kr	16 479 025 Kr	16 856 525 Kr
2311	332,062	REINUNGA	1 820 m	1 606 300 Kr	3 090 300 Kr	3 242 800 Kr
2320	336,175	GRAVEHALSEN	5 311 m	3 649 615 Kr	8 351 815 Kr	8 591 815 Kr
2320	347,580	KLEIVANE	1 220 m	450 000 Kr	2 271 300 Kr	2 411 300 Kr
2320	387,071	KVÅLSÅSEN	4 923 m	3 469 195 Kr	7 673 795 Kr	7 901 295 Kr
2330	404,233	HERNES	3 336 m	2 521 240 Kr	5 358 440 Kr	5 548 440 Kr
2330	414,533	TROLLKONA	8 043 m	5 339 995 Kr	12 688 595 Kr	13 003 595 Kr
2340	432,874	HETTA	1 243 m	450 000 Kr	2 286 595 Kr	2 426 595 Kr
2340	444,267	HANANIPA	6 096 m	4 224 640 Kr	9 713 840 Kr	9 978 840 Kr
2340	452,410	Ny TRA basestasjon		200 000 Kr		
2340	459,475	ARNANIPA	2 190 m	1 778 350 Kr	3 756 350 Kr	3 921 350 Kr
2340	462,144	ULRIKEN	7 670 m	5 166 550 Kr	12 020 550 Kr	12 323 050 Kr
		DELSUMMER	52 437 m	35 797 910 Kr	83 690 605 Kr	86 205 605 Kr
TOTALE SUMMER			55 739 m	38 077 410 Kr	89 646 435 Kr	92 466 435 Kr
GJENNOMSNTLIG KOST, U/AVGIFTER				683 Kr/m	1 608 Kr/m	1 659 Kr/m



16 000 000 Kr

