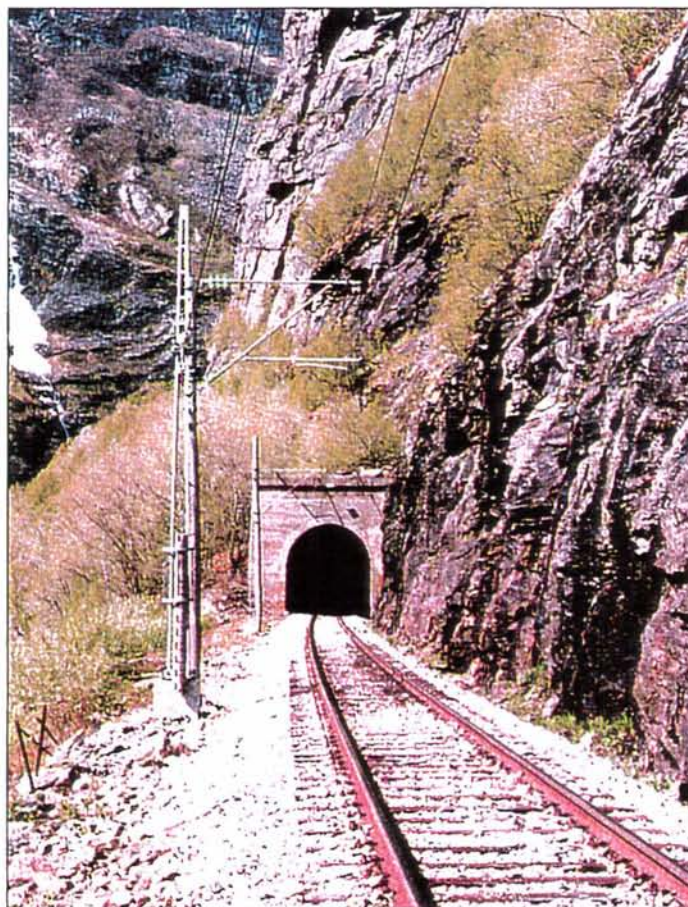


# HOVEDPLAN FOR TOGRADIO I TUNNELER

## JERNBANEVERKET REGION VEST



**OPPDRAKSGIVER:** Jernbaneverket Region Vest

**PROSJEKT:** Togrado i tunneler

**RAPPORT NR.:** 1

**DATO:** 10.02.99

**REVISJON NR.:** 1

**ANTALL SIDER:** 74

---

**Rapporten omhandler:**

Hovedplan for kostnadene ved utbygging av togradio i tunneler. I tillegg inneholder rapporten kostnadene ved å utvide anlegget for å få dekning for mobiltelefonanleggene NMT900, GSM og GSM-R, nødradio og TETRA i tunnelene.

**For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten avd. Trondheim:**

Prosjektansvarlig: Trude Frøysa Norli  
Trude F. Norli

Prosjektleder: Bente Langeland  
Bente Langeland

Rapporten utarbeidet av: Bente Langeland  
Bente Langeland

Besøksadresse:  
Pir-Senteret  
Postadresse:  
Pir-Senteret  
7005 Trondheim

Sentralbord  
Jernbaneverket:  
22 45 50 00

Resepsjon  
Ingeniørtjenesten:  
22 45 61 00

Telefaks:  
72 57 26 04

Postgiro:  
0824.07.58610  
Bankgiro:  
8230.01.35516

Reg.nr:  
NO 971 033 533 MVA

## FORORD

Revideringen av hovedplanen er utført av Jernbaneverket Ingeniørtjenesten avd. Trondheim og omfatter dekning for togradio, vedlikeholdsradio, nødradio og mobiltelefon i alle tunneler over 100 meter.

På Baneledermøte i juni 1998 ble det bestemt at hovedplan for togradio i tunneler skulle revideres for alle regionene.

Ved å bygge ut for togradio i tunneler ferdigstiller en et prosjekt og får et sikkerhetssamband.

Planen inneholder forutsetninger og rammebetingelser som er lagt til grunn, beskrivelser av de ulike systemene og økonomiske sammenstillinger. Økonomiske kalkyler og oversiktstegninger for tunnelene er også vedlagt planen.

Spørsmål vedrørende planen kan rettes til :

Jernbaneverket Region Vest

Kjell Atle Gullbrå  
Tlf.: 559 66108

Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, avd. Trondheim (JIn)

Bente Langeland  
Tlf.: 725 72747

## SAMMENDRAG

Jernbaneverket Region Vest har revidert en hovedplan for utbygging av togradio i alle tunneler over 100 meter. Det er skissert et basisalternativ som gir dekning for togradio, vedlikeholdsradio og mobiltelefonsystemet NMT450. I tillegg er det skissert tre påbyggingsalternativer som i tillegg til togradio, vedlikeholdsradio og NMT450 vil gi:

- ✓ Dekning for mobiltelefonsystemene NMT900, GSM og GSM-R
- ✓ Dekning for TETRA
- ✓ Dekning for nødradio

Forutsetningen for å få radiodekning i tunnelene er at radiosignalene for systemene er tilgjengelig ved tunnelmunningen.

Ved å bygge ut for togradio i tunneler vil togradioutbyggingen være fullført på de elektrifiserte hovedbanene, og en får dermed et sikkerhetssamband som dekker disse banene i sin helhet.

Som basisalternativ er det valgt å benytte antenner med repeatere for alle tunneler.

Dekning for togradio i tunneler vil gjøre togfremføringen mer smidig og økonomisk. Dekning for mobiltelefon vil gi de reisende bedre kommunikasjonsmuligheter, men dette kan også være sjenerende for andre reisende.

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 befolkede områder. Systemene skal ikke gi radioforstyrrelser mot andre godkjente radiosystemer.

Muligheten for bruk av togradio i tunneler vil medføre færre nedbremsinger i tunnelene. Dette vil gi mindre bremsestøv, noe som er en fordel for teknisk utstyr i tunnelene. Opplagrede mengder med støv kan også være et problem for eventuelle personer som må utføre service og ettersyn i tunnelene. Færre nedbremsinger vil også medføre redusert strømforbruk og tidsforbruk, samt bedre komforten for passasjerene.

# INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	2
SAMMENDRAG .....	3
<b>1. TERMINOLOGI.....</b>	<b>6</b>
1.1 Ordforklaringer.....	6
1.2 Forkortelser.....	7
<b>2. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER .....</b>	<b>8</b>
2.1 Generelt .....	8
2.2 Bakgrunn/historikk .....	8
2.3 Situasjonsbeskrivelse .....	8
2.4 Driftsforhold .....	8
2.5 Funksjonskrav.....	9
2.6 Dimensjoneringskriterier med tekniske forutsetninger.....	9
2.7 Forholdet til andre planer.....	9
2.8 Utbyggingsprioritering .....	9
<b>3. MÅLSETTINGER .....</b>	<b>10</b>
3.1 Overordnede mål .....	10
3.2 Mål for utbyggingstiltaket .....	10
3.3 Målet med selve planleggingen .....	10
<b>4. PRAKTISKE KONSEKVENSER .....</b>	<b>11</b>
4.1 Sikkerhet.....	11
4.2 Komfort .....	11
4.3 Miljø .....	11
4.4 Trafikk.....	11
<b>5. ALTERNATIV .....</b>	<b>12</b>
5.1 Generelt .....	12
5.2 Basisalternativ .....	12
5.3 Påbyggingsalternativer .....	14
5.3.1 GSM, GSM-R og NMT900 .....	14
5.3.2 Nødradio .....	14
5.3.3 TETRA.....	16
5.4 Oversikt over konsekvenser.....	16
<b>6. STRØMFORSYNING .....</b>	<b>18</b>
6.1 Bygdenett.....	18
6.2 Kontaktledningen.....	18
<b>7. KOSTNADER .....</b>	<b>19</b>
7.1 Kostnader for alternativene.....	19
7.1.1 Basisalternativ.....	19
7.1.2 Påbyggingsalternativ NMT-900, GSM, GSM-R.....	19
7.1.3 Påbyggingsalternativ nødradio.....	20
7.1.4 Påbyggingsalternativ TETRA .....	20
7.2 Totale kostnader for Region Vest .....	20
7.3 Oppsummering av kostnader for baner i hele landet .....	21
<b>8. SAMFUNNSØKONOMISKE KALKYLER.....</b>	<b>25</b>
8.1 Forenklet nytte-/kostnadsanalyse for Region Vest .....	25
8.1.1 Metode .....	25
8.1.2 Forutsetninger .....	25
8.1.3 Effekter .....	26
8.1.4 Beregningsresultat.....	26
8.2 Forenklet nytte-/kostnadsanalyse for alle regioner .....	26

---

8.2.1 Generelt.....	26
8.2.2 Metode .....	26
8.2.3 Forutsetninger .....	27
8.2.4 Effekter .....	28
8.2.5 Beregningsresultat.....	28
8.2.6 Følsomhetsanalyse .....	29
<b>9. VIDERE FREMDRIFT .....</b>	<b>30</b>
<b>10.LITTERATUR .....</b>	<b>31</b>
<b>11.VEDLEGG .....</b>	<b>32</b>

# 1. TERMINOLOGI

## 1.1 Ordforklaringer

<b>Antenne</b>	Omformer det elektriske signalet til radiosignaler.
<b>Basestasjon</b>	Kiosk med radioutstyr, antennemast, antenne og strømtilførsel til radioutstyret som gir radiodekning i det lokale området. Avstanden mellom basestasjoner er slik at man får radiodekning langs banen.
<b>Blokktelefon</b>	Telefon montert på/ved hovedsignaler og ved stillerapparatet på stasjoner. Blokktelefonen gir forbindelse til togleder og har hos togleder indikering på hvor det ringes fra/til.
<b>Duplex</b>	En forsterker som gjør at to kommunikasjonselementer som er koplet til samme kommunikasjonslinje både kan sende og motta meldinger samtidig.
<b>Hovedenhet</b>	En enhet som er plassert mellom basestasjonen og underenhetene og fungerer som både en mottaker og sender. Hovedenheten omvandler radiosignalene til optiske signaler som den sender ut på fiber til underenhetene. Hovedenheten mottar også optiske signaler fra underenhetene som den omvandler til radiosignaler og sender videre til basestasjonen
<b>Nødradio</b>	Radioanlegg som blir brukt i nødsituasjoner og ved ulykker av alle etater som har oppgaver ved ulykker. Frekvensen er bestemt til å være 160 MHz.
<b>Nødtelefonanlegg</b>	Anlegget består av telefoner utplassert i tunneler. Anlegget skal inngå i jernbaneverkets linjesvitsjede nett. Ved avløst av telefonrør skal det settes opp direkte forbindelse til togleder.
<b>Radierende kabel</b>	En kabel hvor radiosignaler blir overført. Fra kabelen stråler radiosignalene ut i tunnelen. Små spalter i kabelen gjør at visse områder av elektromagnetisk energi både kan bli strålet ut fra kabelen og tatt opp av kabelen.
<b>Repeater</b>	Fungere på samme måte som en hovedenhet. Repeateren får signalet fra luften via en antenne for så å sende signalet videre til en hovedenhet eller via en antenne og ut i tunnelen.
<b>Sikkerhetssamband</b>	Et telesamband som er godkjent for å kunne gi ordre om togfremføring mot restriktive signaler. Sambandet er etablert for å kunne brukes mellom togleder og tjenestemann (lokfører m.m.) ute på linjen som fremfører tog/aggreat.
<b>Togradio</b>	Radiosamband mellom lokfører og togleder som tilfredsstillt kravene til et sikkerhetssamband.
<b>Togtelefonanlegg</b>	Anlegget består av telefonkontakter utplassert langs sporet koplet til en fysisk telefonlinje på et par. Samband går til togleder.
<b>Underenhet</b>	Underenheten mottar de optiske signalene på fiber fra hovedenheten og omvandler signalene til radiosignaler som underenheten sender ut i tunnelen på antenner eller radierende kabel.
<b>Vedlikeholdsradio</b>	Et radiosystem som ble utbygd for ca. 20 år siden for å gi personell som jobbet langs eller på sporet en mulighet til å kommunisere direkte til hverandre eller til togleder, eventuelt ringe ut i NSB/JBV's interne telefonnett.

## 1.2 Forkortelser

GSM	= Groupe Spécial Mobile
GSM- R	= Groupe Spécial Mobile - Railway
NMT	= Nordisk Mobil Telefon
TETRA	= TERrestrial Trunked RADio



## 2. BAKGRUNN, FORUTSETNINGER OG RAMMEBETINGELSER

### 2.1 *Generelt*

Når et tog befinner seg inne i en tunnel kan det være aktuelt å kommunisere mellom toget og omverdenen. I dag eksisterer det i utgangspunktet kun togtelefon og blokktelefon i tunnelene, mens det er hel/delvis dekning for vedlikeholdsradio og togradio i noen tunneler. Korte tunneler i nærheten av basestasjoner vil som regel få dekning for radio uten at egne tunnelradioanlegg er bygget.

### 2.2 *Bakgrunn/historikk*

Jernbaneverket har i dag togradio og blokktelefon/togtelefonkontakter som de viktigste kommunikasjonssystemer for togfremføring. Dekning for togradio i tunneler har hittil ikke vært prioritert, da utbygging av slik radiodekning har vært prioritert på åpne strekninger. Fra trafikkselskapet NSB BA og Jernbaneverkets togledelse har det imidlertid kommet en rekke klager på at det ikke er togradiodekning i tunnellene, bare på fri linje.

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.

Hovedplanen er delvis basert på dokumentet "Plan for radiodekning av tunneler", utarbeidet av Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, 27.05.94, v1.0.

### 2.3 *Situasjonsbeskrivelse*

Det kan ofte være et problem at det ikke er dekning for togradio i tunneler på de banene som er utbygget med togradio 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 togtelefonkontaktene/blokktelefonen inne i tunnelen. Dette øker behovet for nedbremsing/igangsetting. Det kan også ta tid å komme frem til togtelefonkontaktene/blokktelefonen i de lengste tunnelene. 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 ordrer fra togleder via togradiosystemet inne i lokomotivet, og dermed hadde det vært nok med en lokfører.

Jernbaneverket har store krav til sikkerhet, og det kan være viktig med radiodekning for radiosystemene til politi, brann- og helsevesen (dagens nødradio) inne i tunnel. Ved ulykke inne i tunnel kan det være dårlige muligheter for kommunikasjon ut derfra. For en lang tunnel, kanskje flere kilometer, kan det i enkelte tilfelle være kritisk. Hvis tunnelen har dekning for togradio/mobiltelefon/vedlikeholdsradio vil dette delvis kunne veie opp for manglende dekning for dagens nødradio.

Med unntak av Oslotunnelen og to tunneler på Gardemobanen mellom flyplassen og Eidsvoll kan Jernbaneverket i dag ikke tilby de reisende tilgang til det offentlige nett for mobiltelefonssystemer ved kjøring i tunnel. Dette er selvsagt et tilbud som må vurderes i hvert enkelt tilfelle avhengig av for eksempel trafikkgrunnlag og nytte/kostanalyser.

### 2.4 *Driftsforhold*

Denne hovedplanen omhandler alle tunnelene over 100 meter i Region Vest. Det er vanskelig å gå i detaljer på dagens trafikk, togtyper, passasjerantall, trafikkbelastning og kapasitet/fremkommelighet for hver enkelt tunnel.

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.

## 2.5 Funksjonskrav

Funksjonskravene er i henhold til "Strategisk rammeplan for NSB Banedivisjonen".

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 et overvåkingssystem.

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/h.

## 2.6 Dimensjoneringskriterier med tekniske forutsetninger

Løsningene som presenteres er ikke i henhold til Jernbaneverket sitt dokument "JD560 Tele - Regler for prosjektering", da denne utbyggingen er et inngrep i eksisterende anlegg.

For mobiltelefonsystemer forutsettes det at disse radiosignalene er tilgjengelig ved tunnelmunningen og kan tas inn ved hjelp av antenner plassert i en antennemast. Kartlegging av dekningen for mobiltelefonsystemene på fri linje er blitt utført. 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 likevel forberedes for disse.

Når det gjelder nødradio forutsettes at nødetatene er ansvarlige for dekningen på utsiden av tunnelen.

## 2.7 Forholdet til andre planer

Denne hovedplanen danner grunnlag for fremtidige detalj- og byggeplaner.

Hovedplanen er delvis basert på dokumentet "Plan for radiodekning av tunneler", utarbeidet av Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, 27.05.94, v1.0.

## 2.8 Utbyggingsprioritering

Vi mener at en logisk utbyggingsprioritering er:

- ✓ Tunneler som er særskilte brannobjekter
- ✓ Tunneler som ikke har togradiodekning mellom forsignal og hovedsignal
- ✓ Tunneler over 1000 meter
- ✓ Tunneler over 500 meter
- ✓ Tunneler over 100 meter

Av sikkerhetsmessige grunner burde de lengste tunnelene bygges ut før en kort tunnel, selv om den korte tunnelen ikke har togradiodekning mellom forsignal og hovedsignal.

## **3. MÅLSETTINGER**

### **3.1 Overordnede mål**

Denne hovedplanen danner et utgangspunkt for fremtidige detalj- og byggeplaner for utbygging av togradio i tunneler i Region Vest. Planen inneholder en vurdering av tekniske alternativer og kostnadene ved utbygging av togradio i tunneler i regionen. Planen tar også for seg kostnadene for påbygging av TETRA, NMT-900, GSM-R, GSM kommersiell og dagens nødradio.

### **3.2 Mål for utbyggingstiltaket**

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

Utbygging av dekning for mobiltelefonssystemer i tunneler vil øke servicegraden for de reisende i regionen.

### **3.3 Målet med selve planleggingen**

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

## 4. PRAKTISKE KONSEKVENSER

### 4.1 Sikkerhet

Ved å bygge ut togradio i tunnelene blir det ikke behov for å bevege seg så mye ute på sporet, da det ikke lengre vil være behov for å bruke togtelefonkontaktene/blokktelefonen inne i tunnel. Togradio i tunnelen gir også gode muligheter for kommunikasjon inne i tunnelen ved ulykker, arbeid på sporet, vedlikehold osv. Det medfører også at sikkerheten for de som arbeider på linjen blir bedre enn det den er i dag.

Det vil også bli mulig for lokomotivfører å fortelle togleder om uforutsette hendelser raskere, slik at togleder kan informere andre tog om hendelsen.

### 4.2 Komfort

Det blir bedre komfort for passasjerene, da det blir færre nedbremsinger og mindre forsinkelser. Utbyggingen av togradio vil forenkle en videre utbygging for mobiltelefon, noe som medfører at passasjerende får anledning til å bruke mobiltelefonutstyr også i tunneler. Bruk av mobiltelefon vil nok også til en viss grad kunne sjenere noen av passasjerene.

### 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.

Tunnelradio vil medføre mindre utslipp av bremsestøv, noe som gjør at miljøet i selve tunnelen blir bedre. Dette vil være en fordel både for de som eventuelt må jobbe der av og til, samt elektronisk utstyr som er følsomt overfor bremsestøv.

Det forbrukes mye elektrisk kraft for å akselerere toget opp til normal hastighet etter en nedbremsing, noe som kan unngås ved bruk av togradio i stedet for togtelefonkontakter/blokktelefon.

Strålingen inne i toget vil være minimal siden antenne blir plassert på utsiden av toget.

### 4.4 Trafikk

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

Tunnelradio med dekning for togradio vil medføre færre stopp og nedbremsinger i tunnelene, noe som er spesielt gunstige på høyhastighetsbaner og/eller baner med høy tetthet av tog.

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

Dekning for mobiltelefon i tunnel vil ha direkte innvirkning på selve togdriften, da vedlikeholdspersonale bruker mobiltelefon. Utbygging for mobiltelefondekning i tunneler vil 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 en faktor som kan få betydning på lengre sikt.

## 5. ALTERNATIV

### 5.1 Generelt

Det er en forutsetning at alle signalene som skal inn i en tunnel har tilstrekkelig feltstyrke ved munningen for å bli koblet til tunnelradioanlegget.

Alternativene i dette kapitelet er bare prinsippalternativer, slik at det på detalj-/byggeplannivå må sees på muligheter for lokale tilpasninger.

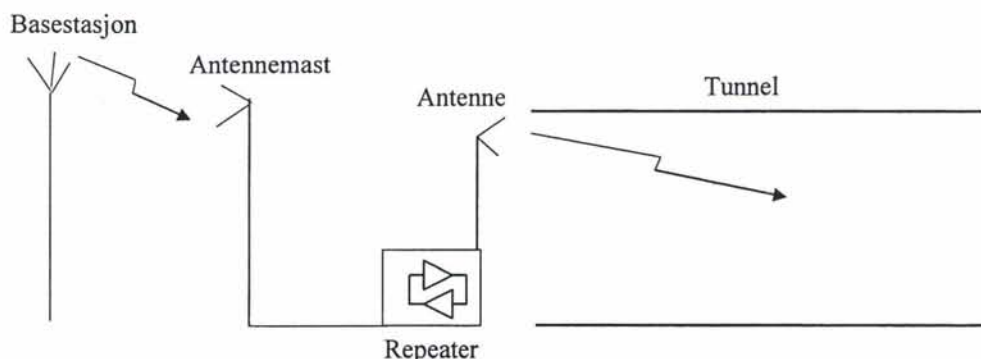
### 5.2 Basisalternativ

Basisalternativet gir dekning for togradio, vedlikeholdsradio og NMT450 i tunneler, altså de systemene som benytter 450 MHz.

Signalene mottas ved hjelp av en båndselektiv radio-repeater, som er plassert i et skap inne i tunnelmunningen. Antennemasten plasseres i nærheten av tunnelmunningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioutstyret.

#### Tunneler med lengde 100 - 300 meter

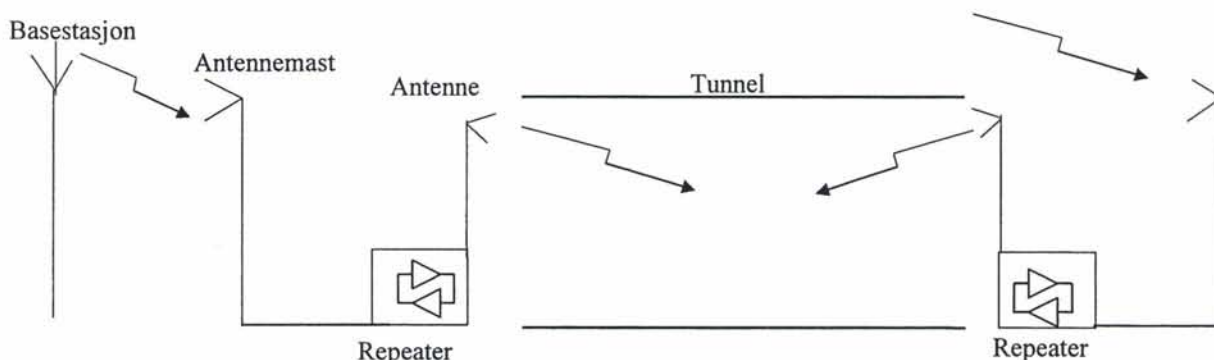
Radio-repeateren som står i tunnelmunningen, sender signaler inn i tunnelen på en antenne som er plassert høyt oppe på tunnelveggen.



Figur 5.1 Prinsippkisse for tunneler opp til 300 meter

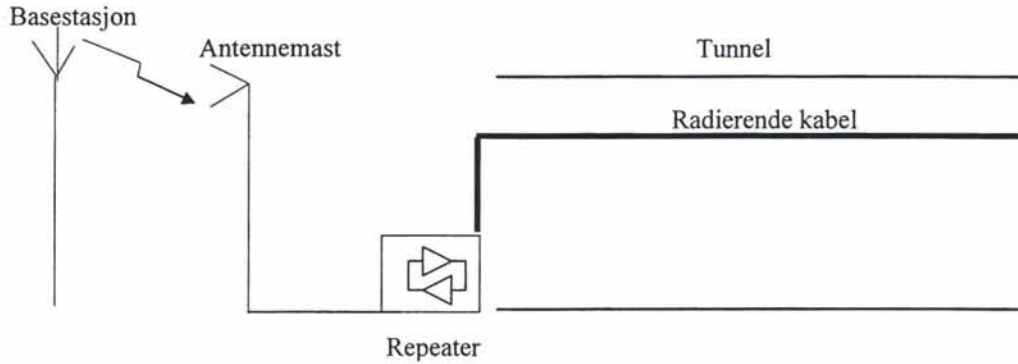
#### Tunneler med lengde 300 - 1300 meter

Løsningen baserer seg på samme løsning som for tunneler mellom 100 og 300 meter, men med en antenne i hver ende av tunnelen.



Figur 5.2 Prinsippkisse for tunneler opp til 1300 meter

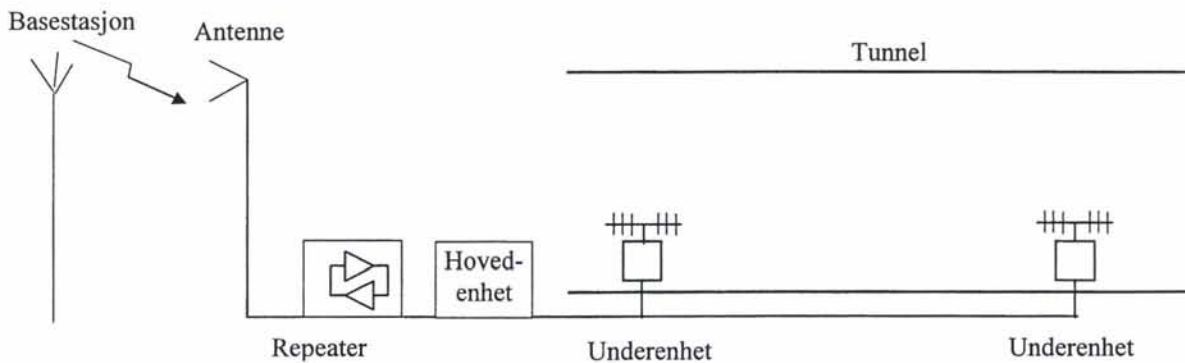
Problemet med denne løsninger er at det kan være vanskelig å få signalene bra på begge sidene av tunnelen. Det medfører at på den ene siden må det settes opp en ny basestasjon. En billiger løsning er da å legge radierende kabel, se figur 5.3.



Figur 5.3 Prinsippkisse for tunneler opp til 1000 meter med radierende kabel

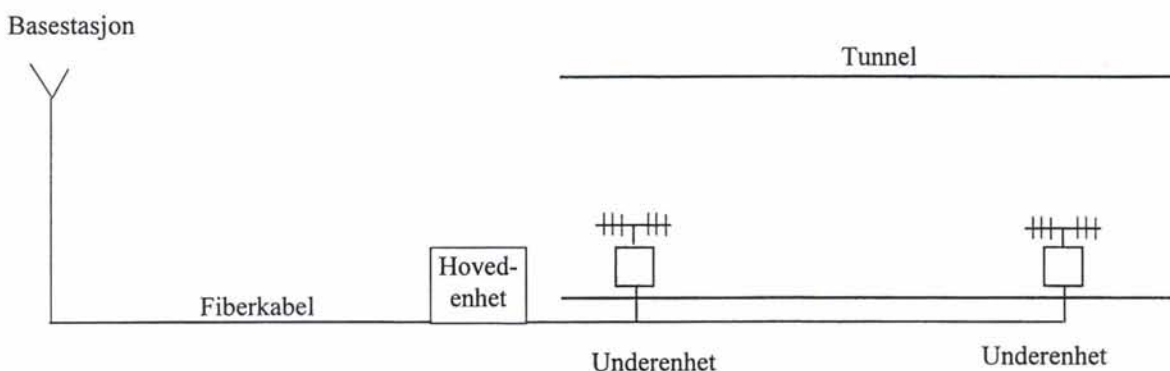
### Tunneler med lengde over 1300 meter

Signalene fra radio-repeater sendes inn på en "hovedenhet". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "underenheter". Til hver "underenhet" er det plassert to antenner som stråler i hver sin retning.



Figur 5.4 Prinsippkisse for tunneler over 1300 meter

Dersom basestasjonen er plassert ved tunnelmunningen eller den er i nærheten av tunnelen, legges det fiber mellom basestasjonen og hovedenheten. Da er det ikke nødvendig med en repeater.



Figur 5.5 Prinsippkisse for tunneler over 1000 meter med fiber mellom basestasjonen og hovedenheten

## 5.3 Påbyggingsalternativer

### 5.3.1 GSM, GSM-R og NMT900

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio og mobiltelefonsystemene NMT-450, NMT-900 GSM-R og GSM kommersiell. Det er teknisk mulig å benytte antenner i tunneler for 900 MHz. En forutsetning ved dette alternativet er at det må være en repeater-enhet ombord i toget for å kompensere for det tapet som er gjennom veggene i toget.

Det er snakk om at NMT-900 skal forsvinne fra markedet i år 2001.

I tillegg til basisalternativet må det monteres en båndselektiv radio-repeater som blir plassert i samme skap som den båndselektive radio-repeateren for 450 MHz. Det blir i tillegg plassert en antenne på den samme antennemast som er plassert i nærheten av tunnelmunningen. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioustyret.

Tunnelene blir delt opp i de samme lengdene:

- ✓ 100 til 300 meter
- ✓ 300 til 1300 meter
- ✓ over 1300 meter

### 5.3.2 Nødradio

Radierende kabel benyttes i dette påbyggingsalternativet. Dette blir gjort da det ikke er mulig å tilkoble antenner for feltutstråling i dette frekvensbåndet (160 MHz) fordi bølgelengden er stor i forhold til et normalt tunneltverrsnitt. For alternativet er det benyttet 7/8" radierende kabel. En større og dyrere kabel kan i visse tilfeller redusere kostnadene for hele anlegget.

Dette alternativet vil gi dekning for togradio, vedlikeholdsradio, dagens nødradio og mobiltelefonsystemene (NMT-450, NMT-900, GSM-R og to GSM operatører) i tunneler.

Signalene mottas ved hjelp av en båndselektiv radio-repeater, altså en båndselektiv radio-repeater i tillegg dersom en allerede har bygget ut basisalternativet. Antennen plasseres i samme antennemast som for basisalternativet. Bruk av nisjer er ikke nødvendig for tunnelradioustyret.

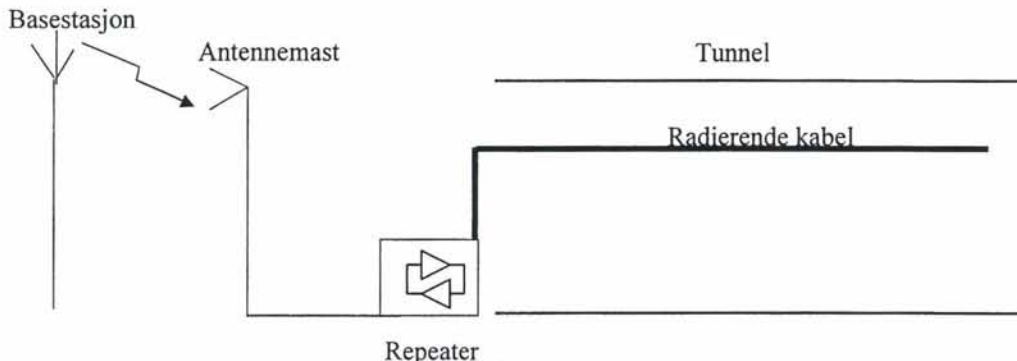
Den høyeste frekvensen er dimensjonerende for anlegget (har størst demping på kabelen). For lange tunneler med radierende kabel har vi benyttet følgende nøkkeltall for å beregne avstanden mellom forsterkere/underenheter i tunnelene :

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

I tunneler der både 900 og 450 MHz benyttes, vil det være et forsterkerpunkt for 450 MHz for annen hver 900 MHz forsterkerpunkt. I tunneler der både 900, 450 og 160 MHz benyttes, vil det være et forsterkerpunkt for 160 MHz for hvert tredje 900 MHz forsterkerpunkt. Disse avstandene kan økes dersom du fibermater repeaterne og hovedenhetene.

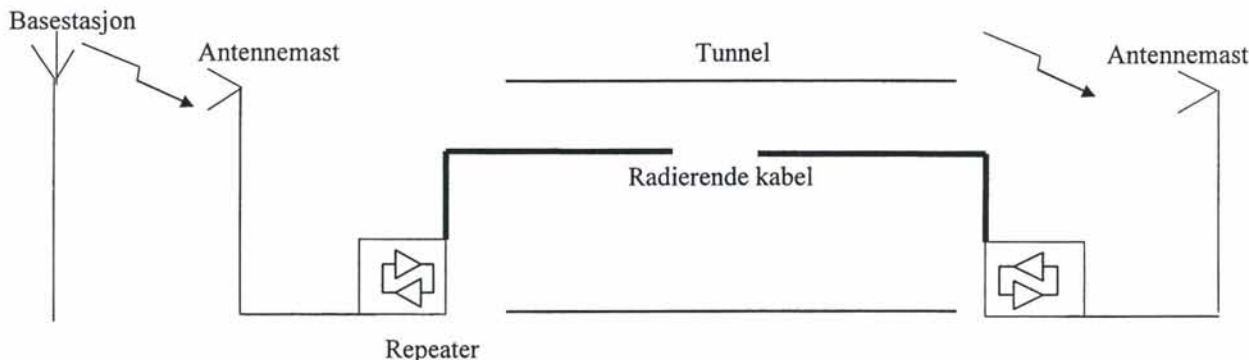
For dette alternativet blir tunnelene delt inn i følgende lengder dersom basestasjonen er så langt unna at signalet må tas inn ved hjelp av en repeater:

- ✓ Tunneler med lengde 100 - 500 meter: Signalene fra radio-repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen, se figur 5.6.



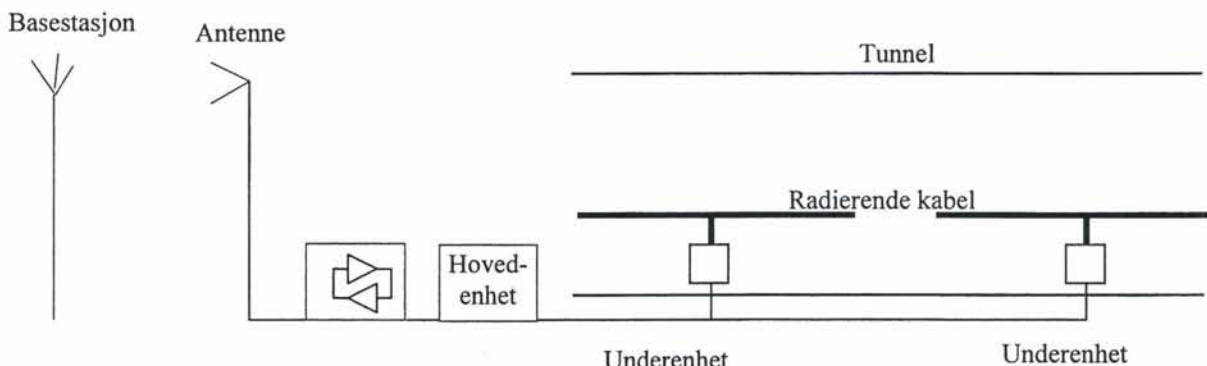
Figur 5.6 Prinsippkisse for tunneler mellom 100 og 500 meter

- ✓ Tunneler med lengde 500 - 1000 meter: Signalene fra radio-repeater sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen i hver ende av tunnelen, se figur 5.7.



Figur 5.7 Prinsippkisse for tunneler mellom 500 og 1000 meter

- ✓ Tunneler med lengde over 1000 meter: Signalene fra radio-repeater sendes inn på en "hovedenhet". Signalene føres inn i tunnelen via fiber til en eller flere "underenheter". Til hver "underenhet" er det tilkoblet to radierende kabler, som føres i hver sin retning (T-struktur), se figur 5.8.

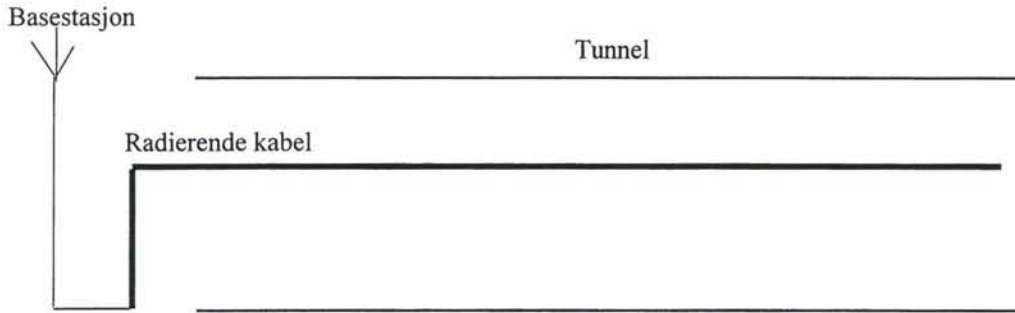


Figur 5.8 Prinsippkisse for tunneler over 1000 meter

Dersom basestasjonen er ved tunnelmunningen blir tunnelene delt inn i følgende lengder:

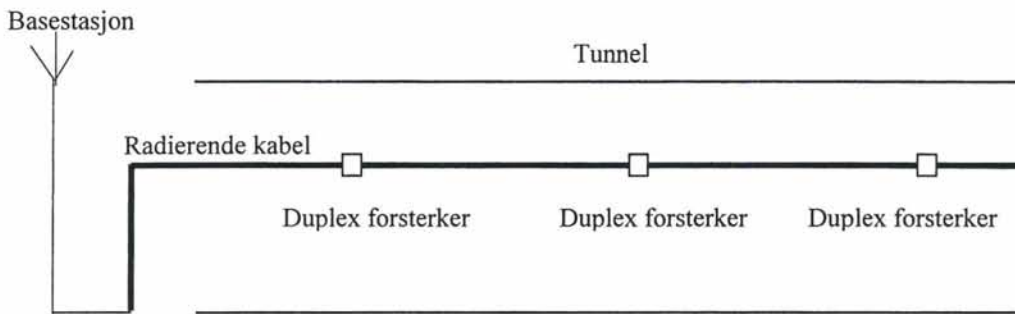
- ✓ Tunneler med lengde 100 - 1000 meter: Signalene fra basestasjonen sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen, se figur 5.9.





Figur 5.9 Prinsippkisse for tunneler mellom 100 og 1000 meter

- ✓ Tunneler med lengde over 1000 meter: Signalene fra basestasjonen sendes inn i tunnelen på en radierende kabel som henger høyt oppe på tunnelveggen med duplex forsterkere for hver 1000 meter. En prinsippkisse er vist i figur 5.10.



Figur 5.10 Prinsippkisse for tunneler over 1000 meter

### 5.3.3 TETRA

TETRA er det fremtidige nødradiosystemet. Det vil benytte frekvensen 380 MHz. For denne frekvensen bør det benyttes strålekabel, men det er også teknisk mulig å benytte antenner. Det er viktig å legge merke til at antenner er sikrere ved brann enn en opphengt radierende kabel. Ved valg av løsning må det sees på hvilken løsning som blir valgt for 450MHz. Det er den samme løsningen som blir valgt for TETRA.

Dette systemet er nytt og det må derfor gjennomføres målinger angående avstanden mellom antennene.

## 5.4 Oversikt over konsekvenser

### Konsekvens 1: Utbygging med antenner

Systemet er uegnet for videre utvidelser til dagens nødradio (160 MHz) i fremtiden dersom antenner benyttes i stedet for radierende kabel. Det betyr at der hvor en bygger ut med antenner, må en ved utvidelser til nødradio montere radierende kabel i tunnelen. I tillegg må repeaterne utvides.

### Konsekvens 2: Utbygging av anlegg med radierende kabel

Utbygging med radierende kabel i tunneler gir gode muligheter for å utvide systemet til andre frekvensbånd. En utvidelse til 160 MHz vil medføre en ekstra forsterker ved munningen. En utvidelse til 900 MHz kan medføre 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 og repeaterne utvides.

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

Dette medfører at en må basere seg på å bruke togradradio, mobiltelefon eller vedlikeholdsradio i nødsituasjoner. Dette kan være en fullgod løsning i mange tunneler. Dersom det ikke finnes dekning for mobiltelefon utenfor tunnelen fra før, vil ikke mobiltelefonen være noe alternativ. Kapasiteten til vedlikeholdsradioanlegget er liten og det er ikke mulig å koble seg til redningssentralene via dette systemet (hvertfall ikke ennå). Alle redningslag må da utstyres med mobiltelefon eller eventuelt en vedlikeholdsradio. Ulempen med en slik løsning er at ved en ulykke kan kapasiteten i mobiltelefonnettet eller i vedlikeholdsradioanlegget fort bli "sprengt".

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

Servicenivået for de reisende blir ikke forbedret, 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 dekning i biltunneler. Noen reisende ser på mobiltelefoner som en støykilde.

## 6. STRØMFORSYNING

I vedlegg B er det satt opp en oversikt over strømforsyningen til alle tunnelene.

### 6.1 Bygdenett

Et alternativ for strømforsyning til radioanlegget er å få strøm fra det lokale strømmettet. For at det skal være mulig må en ha tilgang til det lokalt nettet i nærheten av tunnelmunningen. For de lange tunnelene er det nødvendig med trafostasjoner inne i tunnelene, noe som krever kabelkanal. I de lange tunnelene legges det 690V strømkabelen som dekker tunnelen i kabelkanal, og det lages avgreninger til 690/230V transformatorer som forsyner radioutstyr både ved munningen og inne i tunnelen. 690/230V transformatorene er så små at det ikke er behov for nisjer. Det prosjekteres med en batteri backup som sikrer 8 timers drift.

Kostnadene for tilkobling til det lokale strømmettet er avhengige av tunnelens lengde. For tunneler med hovedenhet og underenheter, tunneler større enn 1300 meter, må det plasseres transformatorer inne i tunnelen og det må da være nisjer og kabelkanal tilgjengelig. Detaljer i denne sammenhengen må sees på i detalj- og byggeplan.

### 6.2 Kontaktledningen

Et annet alternativ for strømforsyning er å ta strømforsyningen fra kontaktledningsnettet. Dette er et alternativ når det er langt til det lokale nettet. Dette alternativet er avhengig av batteri backup som sikrer 8 timers drift etter utfall av kontaktledningsstrømmen. Det gjør det også mulig å ta strømbrydd i kontaktledningen uten at radioanlegget forsvinner.

Kostnadene ved dette alternativet må også deles opp avhengig av tunnallengden. For noen tunneler kan transformatoren stå i tunnelmunningen og en slipper da å sprengte nisjer i tunnelen, mens for andre tunneler må transformatoren plasseres i tunnelen og nisjer må lages.

## 7. KOSTNADER

### 7.1 *Kostnader for alternativene*

I vedlegg A er det laget en oversikt over prisgrunnlaget for hvert alternativ. Prisene er hentet fra "Rammeavtale nr. 70027 vedrørende tunnelradiosystem mellom Jernbaneverket og Alcatel". Prisene er blitt justert med 3,5% to ganger på grunn av prisstigningen som har vært i årene 1997 og 1998.

Alle prisene er eksklusiv merverdiavgiften på 23,0%.

#### 7.1.1 Basisalternativ

For tunneler under 300 meter er det valgt å bruke antenner som den tekniske løsningen i basisalternativet. Når antenner er den tekniske løsningen er kostnadene uavhengig av tunnellengden. Kostnaden for alle tunnelen under 300 meter er 196 600 kr/tunnel.

For tunneler mellom 300 og 1300 meter er det valgt å bruke antenner for å få signalene inn i tunnelen, da denne løsningen blir billigere enn å bruke radierende kabel. Kostnaden for tunnelene mellom 300 og 1300 meter er 393 100 kr/tunnel og denne kostnadene er uavhengig av tunnelens lengde.

Problemet med å benytte antenner for tunneller mellom 300 og 1300 meter er at signalene ikke er gode nok på begge sidene av tunnelen. Å sette opp en ny basestasjon er kostbart fordi den er vanskelig å få tak i. Radierende kabel bør derfor benyttes som løsning i disse tunnelene. Målinger av signalene må foretas på detalj-/byggeplan. Prisen som er brukt for radierende kabel i kostnadsoverslaget er en middelvei. Prisene variere mellom 250 kr/m og 800 kr/m avhengig av hvordan veggene er i tunnelen.

Når tunnelene er over 1300 meter er det valgt å bruke antenner som teknisk løsning. Denne løsningen er også avhengig av tunnelens lengde, fordi antall underenheter og lengde på fiberkabelen vil variere. Det blir ikke benyttet repeater for disse lengdene, da en vet at det er mulig å legge fiberkabel mellom basestasjonen og hovedenheten. Derfor legges det inn kostnaden for 1000 meter ekstra fiber.

#### 7.1.2 Påbyggingsalternativ NMT-900, GSM, GSM-R

Det er to operatører på markedet som benytter systemet GSM; Telenor og Netcom. I kostnadsoverslaget er det lagt inn kostnader for en repeater, men de to operatørene vil nok ikke godta at de skal bruke samme repeater. Dersom de to operatørene ikke blir enige om å benytte bare en repeater, må de selv dele på kostnadene med en ekstra repeater.

For dette påbyggingsalternativet er kostnadene for de forskjellige tunnellengdene bare beregnet for de tekniske løsningen som er valgt i basisalternativet:

- ✓ Antenner for tunneler under 300 meter
- ✓ Antenner for tunneler mellom 300 og 1300 meter
- ✓ Antenner for tunneler over 1300 meter

Kostnaden for tunneler under 300 meter for å bygge på til NMT900, GSM og GSM-R er uavhengig av tunnellengden, 164 400 kr/tunnel.

For tunneler mellom 300 og 1300 meter benyttes den tekniske løsningen som ble montert i basisalternativet. Kostnadene for disse tunnelene med antenner som teknisk løsning er uavhengige av tunnellengden, 328 900 kr/tunnel.

Kostnadene for tunnelene over 1300 meter er avhengig av tunnellengden da det variere hvor mange underenheter som skal monteres.

### 7.1.3 Påbyggingsalternativ nødradio

Når en skal bygge ut for nødradio er det ikke teknisk mulig å benytte antenner. Det vil si at det må monteres radierende kabel.

Repeaterene som er montert for togradio og eventuelt TETRA og mobiltelefonsystemene (NMT900 og GSM) kan brukes på nytt dersom alle systemene skal være i tunnelen.

For dette påbyggingsalternativet er kostnadene avhengig av tunnellengden da lengden på den radierende kabelen vil variere.

### 7.1.4 Påbyggingsalternativ TETRA

Da det er teknisk mulig å benytte antenner for dette alternativet er kostnadene bare beregnet for de tekniske løsningen som er valgt i basisalternativet, det vil si:

- ✓ Antenner for tunneler under 300 meter
- ✓ Antenner for tunneler mellom 300 og 1300 meter
- ✓ Antenner for tunneler over 1300 meter

Avstanden mellom antennene/underenhetene er ikke beregnet eller målt siden TETRA er et nytt system. I denne hovedplanen er avstanden satt lik avstanden for basisalternativet (450 MHz).

Kostnadene for tunneler med lengde under 300 meter og mellom 300 og 1000 meter er uavhengig av tunnelens lengde. Kostnadene er henholdsvis 164 400 kr/tunnel og 328 900 kr/tunnel.

For tunneler over 1000 meter varierer kostnadene med tunnelens lengde.

## 7.2 Totale kostnader for Region Vest

I tabell 7.1 og i vedlegg C er det satt opp en oversikt over totale kostnader for alle tunnelene for basisalternativet. I tillegg er det satt opp kostnadene for å bygge på til NMT900, GSM, GSM-R, nødradio og TETRA. Kostnader i forbindelse med prosjektering, byggeledelse og uforutsette kostnader settes til 10 % av summen for materiell og arbeid før merverdiavgiften blir lagt til.

Tabell 7.1 Kostnader i Region Vest inklusiv prosjekteringskostnader

Banestrekning	Basisalternativ [kr]	Tillegg for påbygging til		
		NMT-900, GSM, GSM-R [kr]	TETRA [kr]	Nødradio [kr]
Sum (eks. mva)	58 975 020	38 588 570	35 932 560	63 998 200
Sum (inkl. 23% mva)	72 539 270	47 463 940	44 197 040	78 717 780

I tabell 7.2 er det satt opp en oversikt over kostnadene for tunneler over 1000 meter, mellom 500 og 1000 meter og mellom 100 og 500 meter i Region Vest for basisalternativet og påbyggingsalternativene. En mer detaljert oversikt er vist i vedlegg D.

Tabell 7.2 Kostnader fordelt på tunnellengde og alternativ i Region Vest

Alternativ		Basis [kr]	Tillegg for påbygging til		
			NMT900, GSM, GSM-R	TETRA [kr]	Dagens nødradio [kr]
Over 1000 meter	Eks. mva	29 265 170	17 968 670	15 312 650	32 695 160
	Inkl. 23% mva	35 996 160	22 101 460	18 834 560	40 215 040
Mellom 500 og 1000 meter	Eks. mva	11 380 520	7 596 810	7 596 810	13 401 590
	Inkl. 23% mva	13 998 040	9 344 070	9 344 070	16 483 950
Mellom 100 og 500 meter	Eks. mva	18 329 330	13 023 100	13 023 100	17 901 460
	Inkl. 23% mva	22 545 070	16 018 410	16 018 410	22 018 790
Totalt	Eks. mva	58 975 020	38 588 570	35 932 560	63 998 200
	Inkl. 23% mva	72 539 270	47 463 940	44 197 040	78 717 780

I tabell 7.3 er det satt opp en oversikt over kostnadene ved de forskjellige sammensetningene av utbyggingsalternativene. Basisalternativet er det alternativet som er utgangspunktet for alt. Det er ikke satt opp noe alternativ med utbygging av både TETRA og dagens nødradio, da det ikke er aktuelt å ha begge deler.

Tabell 7.3 Oversikt over kostnadene ved forskjellige utbyggings sammensetninger

Diverse sammensetninger	Kostnader Eks. mva [kr]	Kostnader inkl. 23% mva [kr]
Basisalternativ + NMT900, GSM, GSM-R	97 563 590	120 003 220
Basisalternativ + TETRA	94 907 580	116 736 320
Basisalternativ + Nødradio	122 973 220	151 257 060
Basisalternativ + NMT900, GSM, GSM-R + TETRA	133 496 150	164 200 260
Basisalternativ + NMT900, GSM, GSM-R + Nødradio	161 561 790	198 721 000

### 7.3 Oppsummering av kostnader for baner i hele landet

I tabell 7.4 er det satt opp en oversikt over kostnadene på de forskjellige banestrekningen i Norge som blir bygd ut med togradio i tunneler.

Banene er definert som:

- ✓ Dovrebanen: Fra Oslo S til Trondheim
- ✓ Sørlandsbanen: Fra Oslo S til Stavanger
- ✓ Bergensbanen: Fra Oslo S til Bergen via Roa
- ✓ Vestfoldbanen: Fra Drammen til Skien
- ✓ Østfoldbanen: Fra Oslo S til Kornsjø via vestre linje
- ✓ Stavne-Leangenbanen: Fra Stavne til Leangen (i Trondheim)
- ✓ Bratsbergbanen: Fra Skien til Nordagutu
- ✓ Strekningen: Hokksund – Hønefoss

Tabell 7.4 Fordeling av kostnader på baner

Baner		Basis [kr]	Tillegg for påbygging		Dagens nødradio [kr]
			NMT900, GSM, GSM-R [kr]	TETRA [kr]	
Dovrebanen	eks. mva	9 724 330	6 366 020	6 208 170	9 031 040
	Inkl. 23% mva	11 960 920	7 830 210	7 636 050	11 108 180
Sørlandsbanen	eks. mva	68 728 350	42 270 270	40 780 830	60 209 810
	Inkl. 23% mva	84 535 870	51 992 430	50 160 420	74 058 060
Bergensbanen	eks. mva	61 135 880	39 673 830	37 017 810	65 502 010
	Inkl. 23% mva	75 197 130	48 798 810	45 531 910	80 567 470
Vestfoldbanen	eks. mva	2 805 770	1 808 770	1 808 770	2 673 280
	Inkl. 23% mva	3 451 100	2 224 780	2 224 780	3 288 130
Østfoldbanen	eks. mva	1 792 360	2 567 640	2 409 700	2 074 290
	Inkl. 23% mva	2 204 600	3 158 200	2 963 930	2 551 380
Stavne – Leangenbanen	eks. mva	1 782 990	1 140 050	958 540	1 698 590
	Inkl. 23% mva	2 193 080	1 402 260	1 179 000	2 089 260
Bratsbergbanen	eks. mva	2 208 310	1 447 010	1 447 010	1 832 250
	Inkl. 23% mva	2 716 230	1 779 820	1 779 820	2 253 670
Hokksund - Hønefoss	eks. mva	1 147 130	904 380	904 380	1 150 060
	Inkl. 23% mva	1 410 980	1 112 390	1 112 390	1 414 580
<b>TOTALT</b>	eks. mva	<b>149 325 120</b>	<b>96 177 970</b>	<b>91 535 210</b>	<b>144 171 330</b>
	Inkl. 23% mva	<b>183 669 910</b>	<b>118 298 900</b>	<b>112 588 300</b>	<b>177 330 730</b>

Kostnadene for tunneler over 1000 meter på de forskjellige banestrekningen er satt opp i tabell 7.5.

I tabellene 7.6 og 7.7 er kostnadene satt opp for henholdsvis tunneler mellom 500 og 1000 meter, og mellom 100 og 500 meter med hensyn på baner.

Tabell 7.5 Kostnadene for tunneler over 1000 meter delt på baner

Baner		Basis [kr]	Tillegg for påbygging		
			NMT900, GSM, GSM-R [kr]	TETRA [kr]	Dagens nødradio [kr]
Dovrebanen	eks. mva	2 234 470	1 301 490	1 143 640	1 831 150
	Inkl. 23% mva	2 748 400	1 600 830	1 406 670	2 252 310
Sørlandsbanen	eks. mva	27 929 550	16 947 580	15 458 140	24 919 860
	Inkl. 23% mva	34 353 350	20 845 520	19 013 510	30 651 430
Bergensbanen	eks. mva	29 265 170	17 968 670	15 312 650	32 695 160
	Inkl. 23% mva	35 996 160	22 101 460	18 834 560	40 215 040
Vestfoldbanen	eks. mva	465 450	361 760	361 760	776 770
	Inkl. 23% mva	572 510	444 960	444 960	955 420
Østfoldbanen	eks. mva	0,0	939 730	781 880	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	1 155 870	961 710	0,0
Stavne – Leangenbanen	eks. mva	1 782 990	1 140 050	958 540	1 698 590
	Inkl. 23% mva	2 193 080	1 402 260	1 179 000	2 089 260
Bratsbergbanen	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
Hokksund – Hønefoss	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALT</b>	eks. mva	<b>61 677 640</b>	<b>38 659 270</b>	<b>34 016 600</b>	<b>61 921 520</b>
	Inkl. 23% mva	<b>75 863 490</b>	<b>47 550 910</b>	<b>41 840 420</b>	<b>76 163 460</b>

Tabell 7.6 Kostnader for tunneler mellom 500 og 1000 meter delt på baner

Baner		Basis [kr]	Tillegg for påbygging		
			NMT900, GSM, GSM-R [kr]	TETRA [kr]	Dagens nødradio [kr]
Dovrebanen	eks. mva	1 993 820	1 447 010	1 447 010	2 429 750
	Inkl. 23% mva	2 452 390	1 779 820	1 779 820	2 988 590
Sørlandsbanen	eks. mva	6 371 950	4 341 030	4 341 030	7 289 990
	Inkl. 23% mva	7 837 500	5 339 470	5 339 470	8 966 680
Bergensbanen	eks. mva	11 380 520	7 596 810	7 596 810	13 401 590
	Inkl. 23% mva	13 998 040	9 344 070	9 344 070	16 483 950
Vestfoldbanen	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
Østfoldbanen	eks. mva	448 950	361 790	361 790	566 080
	Inkl. 23% mva	552 210	445 000	445 000	696 280
Stavne – Leangenbanen	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
Bratsbergbanen	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
Hokksund – Hønefoss	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALT</b>	eks. mva	<b>20 195 240</b>	<b>38 659 270</b>	<b>13 746 640</b>	<b>23 687 400</b>
	Inkl. 23% mva	<b>24 840 150</b>	<b>47 550 910</b>	<b>16 908 370</b>	<b>29 135 500</b>



Tabell 7.7 Kostnader for tunneler mellom 100 og 500 meter delt på baner

Baner		Basis [kr]	Tillegg for påbygging		
			NMT900, GSM, GSM-R [kr]	TETRA [kr]	Dagens nødradio [kr]
Dovrebanen	eks. mva	5 496 040	3 617 530	3 617 530	4 770 150
	Inkl. 23% mva	6 760 120	4 449 560	4 449 560	5 867 280
Sørlandsbanen	eks. mva	34 426 850	20 981 660	20 981 660	27 999 960
	Inkl. 23% mva	42 345 020	25 807 440	25 807 440	34 439 950
Bergensbanen	eks. mva	20 490 190	14 108 350	14 108 350	19 405 270
	Inkl. 23% mva	25 202 930	17 353 280	17 353 280	23 868 480
Vestfoldbanen	eks. mva	2 340 310	1 447 010	1 447 010	1 896 510
	Inkl. 23% mva	2 878 590	1 779 820	1 779 820	2 332 710
Østfoldbanen	eks. mva	1 343 410	1 266 120	1 266 030	1 508 210
	Inkl. 23% mva	1 652 390	1 557 330	1 557 210	1 855 100
Stavne – Leangenbanen	eks. mva	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inkl. 23% mva	0,0	0,0	0,0	0,0
Bratsbergbanen	eks. mva	2 208 310	1 447 010	1 447 010	1 832 250
	Inkl. 23% mva	2 716 230	1 779 820	1 779 820	2 253 670
Hokksund - Hønefoss	eks. mva	1 147 130	904 380	904 380	1 150 060
	Inkl. 23% mva	1 410 980	1 112 390	1 112 390	1 414 580
<b>TOTALT</b>	<b>eks. mva</b>	<b>67 452 240</b>	<b>43 772 070</b>	<b>43 771 970</b>	<b>58 562 410</b>
	<b>Inkl. 23% mva</b>	<b>82 966 260</b>	<b>53 839 650</b>	<b>53 839 520</b>	<b>72 031 760</b>

## 8. SAMFUNNSØKONOMISKE KALKYLER

### 8.1 Forenklet nytte-/kostnadsanalyse for Region Vest

#### 8.1.1 Metode

Beregningene følger Jernbaneverkets egen metodehåndbok for nytte-/kostnadsberegninger. Nytte-/kostnadsvurderinger av jernbaneprosjekter bygger på de samme prinsipper som Vegvesenets samfunnsøkonomiske beregninger. Forøvrig er metodikken stadig under utvikling i Jernbaneverket. Nytte-/kostnadstallet sier hvor mye en får tilbake av hver investert krone under gitte forutsetninger. I nytte-/kostnadsanalysen ser en på forskjellene mellom et 0-alternativ, som er en framskrivning av dagens situasjon, og et eller flere ulike alternativer for utbygging eller forbedring.

For togradio-prosjektet er det utført en forenklet N/K. Her vurderes kun de bedriftsøkonomiske effektene, siden tiltaket isolert sett ikke vil føre til nevneverdige endringer for omgivelsene.

#### Nytte-/kostnadsanalysen består av tre hovedledd:

- ✓ Finne frem til hvilke faktorer som endres som følge av prosjektgjennomføring.
- ✓ Sette verdier på disse (kroneverdier).
- ✓ Regne ut forholdet mellom investeringskostnadene og de samlede fordelene og ulempene ved prosjektet.

I tillegg kan det være en del faktorer som er vanskelige å tallfeste men som også må tas med i den endelige vurderingen av lønnsomheten til prosjektet.

#### Bruksperiode

Standard beregningsperiode er i følge JBV's metodehåndbok 25 år etter siste investering. For hver enkelt konsekvens beregnes det forskjeller mellom 0-alternativet og investeringsalternativet over denne perioden. Investeringsobjekter som har lengre teknisk/økonomisk levetid enn dette gis en restverdi ved beregningsperiodens slutt.

#### Diskonteringsrente

I beregningene benyttes nåverdimetoden, som vil si at alle framtidige kostnader og inntekter oppgis i dagens prisnivå. Nytter, ulemper og investeringskostnader for hvert enkelt år diskonteres til sammenlikningsåret 1999 med diskonteringsrenten. Diskonteringsrenten er fastsatt av Finansdepartementet til 7 %, dvs et krav til årlig avkastning på 7 %.

#### 8.1.2 Forutsetninger

##### 0-alternativ

0-alternativet forutsetter at det ikke investeres i togradio i tunneler de første 25 årene. I dag baserer lokførere seg på bruk av togtelefonkontakter/blokktelefoner inne i tunnelen, noe som innebærer at en person må gå ut av toget. På godstog som trafikkerer strekninger med mye tunneler må det derfor være 2 lokførere, siden det alltid må være minst en person på toget. På persontog er det alltid mer personell, så her er det ikke behov for en ekstra lokfører.

##### Investering og restverdi

I beregningene er det forutsatt en investering på ca 72,6 mill. kr. fordelt over perioden 2001 - 2003. Dette framkommer av beregningsarket under kolonne 3 (vedlegg E).

Det er videre forutsatt at anlegget har en levetid på 30 år. Siden beregningsperioden er på 25 år, vil anlegget ha en restverdi for de siste 5 årene. Denne er beregnet til 12,1 mill. kr.

### 8.1.3 Effekter

#### Sparte Personalkostnader

På Bergensbanen er det ikke så mye å hente på redusert bemanning, både fordi det er behov for en ekstra lokfører vinterstid og fordi det er nødvendig med et visst antall lokførere for å kunne betjene Flåmsbanen om sommeren.

#### Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold av det nye anlegget vil utgjøre en ny kostnad for Jernbaneverket. Denne er estimert til 135.000 kr pr år. I Nytte-/ kostnadsanalysen kan det ikke regnes sparte vedlikeholdkostnader som følge av at de gamle togtelefonkontaktene ikke lenger vil være i bruk. I følge regelverket må disse beholdes inntil en full utbygging av nødradio eventuelt er gjennomført.

#### Ikke prissatte effekter

Utbygging av togradio i tunneler har effekter som er vanskelig å tallfeste og som derfor ikke kommer med i nytte-/kostnadsforholdet. Av disse kan nevnes:

- ✓ Raskere og smidigere togframføring
- ✓ Bedre sikkerhet og beredskap
- ✓ Mindre bremsestøv i tunneler, som er skadelig for teknisk utstyr og plagsomt for de som utfører service og ettersyn.
- ✓ Redusert strømforbruk
- ✓ Bedre komfort for de reisende

Det er både tidkrevende og vanskelig å finne de reelle besparelsene som disse faktorene gir. Nytte-/kostnadstallet gir derfor ikke et helt riktig bilde av lønnsomheten til prosjektet.

### 8.1.4 Beregningsresultat

Siden det ikke vil være nevneverdige besparelser på personalsiden og det er vanskelig å beregne de øvrige effektene, viser nytte-/kostnadsanalysen at prosjektet har en mye større kostnad enn nytte:

Gvinster:	0,5 mill. kr
Kostnader:	61,0 mill. kr
N/K-forhold:	0

Av denne grunn er det heller ikke foretatt noen følsomhetsanalyse.

## 8.2 Forenklet nytte-/kostnadsanalyse for alle regioner

### 8.2.1 Generelt

Det foretatt en nytte-/kostnadsanalyse for hver region, i tillegg til en samlet analyse for alle regioner. Resultatene viser at det er stor forskjell på lønnsomheten ved innføring av togradio i tunneler i de ulike regionene. Region Sør peker seg ut som den regionen hvor dette vil ha størst nytte i forhold til kostnadene.

### 8.2.2 Metode

Beregningene følger Jernbaneverkets egen metodehåndbok for nytte-/kostnadsberegninger.

Nytte-/ kostnadsvurderinger av jernbaneprosjekter bygger på de samme prinsipper som Vegvesenets samfunnsøkonomiske beregninger. Forøvrig er metodikken stadig under utvikling i Jernbaneverket. Nytte-/kostnadstallet sier hvor mye en får tilbake av hver investert krone under gitte forutsetninger. I nytte-/kostnadsanalysen ser en på forskjellene mellom et 0-alternativ, som er en framskriving av dagens situasjon, og et eller flere ulike alternativer for utbygging eller forbedring.

For togradio-prosjektet er det utført en forenklet N/K. Her vurderes kun de bedriftsøkonomiske effektene, siden tiltaket isolert sett ikke vil føre til nevneverdige endringer for omgivelsene.

**Nytte-/kostnadsanalysen består av tre hovedledd:**

- ✓ Finne frem til hvilke faktorer som endres som følge av prosjektgjennomføring.
- ✓ Sette verdier på disse (kroneverdier).
- ✓ Regne ut forholdet mellom investeringskostnadene og de samlede fordelene og ulempene ved prosjektet.

I tillegg kan det være en del faktorer som er vanskelige å tallfeste men som også må tas med i den endelige vurderingen av lønnsomheten til prosjektet.

**Bruksperiode**

Standard beregningsperiode er i følge JBVs metodehåndbok 25 år etter siste investering. For hver enkelt konsekvens beregnes det forskjeller mellom 0-alternativet og investeringsalternativet over denne perioden. Investeringsobjekter som har lengre teknisk/økonomisk levetid enn dette gis en restverdi ved beregningsperiodens slutt.

**Diskonteringsrente**

I beregningene benyttes nåverdimetoden, som vil si at alle framtidige kostnader og inntekter oppgis i dagens prisnivå. Nytt, ulemper og investeringskostnader for hvert enkelt år diskonteres til sammenlikningsåret 1999 med diskonteringsrenten. Diskonteringsrenten er fastsatt av Finansdepartementet til 7 %, dvs et krav til årlig avkastning på 7 %.

### 8.2.3 Forutsetninger

**0-alternativ**

0-alternativet forutsetter at det ikke investeres i togradio i tunneler de første 25 årene. I dag baserer lokførere seg på bruk av togtelefonkontakter/blokktelefoner inne i tunnelen, noe som innebærer at en person må gå ut av toget. På godstog som trafikkerer strekninger med mye tunneler må det derfor være 2 lokførere, siden det alltid må være minst en person på toget. På persontog er det alltid mer personell, så her er det ikke behov for en ekstra lokfører.

**Investering og restverdi**

I beregningene (vedlegg E) er det forutsatt følgende investeringer i de ulike regionene fordelt over perioden 2001-2003:

	Region Nord	Region Øst	Region Sør	Region Vest	Samlet investering
<b>Investering (mill.kr)</b>	12,9	8,2	90,0	72,6	<b>183,6</b>

Det er videre forutsatt at anlegget har en levetid på 30 år. Siden beregningsperioden er på 25 år, vil anleggene ha følgende restverdier for de siste 5 årene:

	Region Nord	Region Øst	Region Sør	Region Vest	Samlet restverdi
<b>Restverdi (mill.kr)</b>	2,15	1,35	15,0	12,1	<b>30,6</b>

## 8.2.4 Effekter

### Sparte Personalkostnader

For NSB BA vil innføring av togradio i tunneler ha en spesielt stor effekt på de strekningene der det i dag er nødvendig med 2 lokførere på godstogene. Dette gjelder først og fremst strekningen Kristiansand - Stavanger. NSB Togdrift har opplyst at det ved innføring av togradio i tunneler kan spares inn tilsammen 9 lokførerårsverk i Kristiansand og Stavanger. Dette utgjør en besparelse på ca 4,5 mill. kr pr år (1999 - kroner).

På Bergensbanen er det ikke så mye å hente på redusert bemanning, både fordi det er behov for en ekstra lokfører vinterstid og fordi det er nødvendig med et visst antall lokførere for å kunne betjene Flåmsbanen om sommeren.

Heller ikke på de andre strekningene vil innføring av togradio gi noen direkte reduksjon i personalkostnader, pga færre tunneler.

### Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold av det nye anlegget vil utgjøre en ny kostnad for Jernbaneverket. For de ulike regionene er det estimert følgende kostnader pr år:

	Region Nord	Region Øst	Region Sør	Region vest	Samlede kostnader
Kostnader	20.000,-	20.000,-	120.000,-	135.000,-	295.000,-

I nytte/- kostnadsanalysen kan det ikke regnes sparte vedlikeholdkostnader som følge av at de gamle togtelefonkontaktene ikke lenger vil være i bruk. I følge regelverket må disse beholdes inntil en full utbygging av nødradio eventuelt er gjennomført.

### Ikke prissatte effekter

I tillegg til sparte personalkostnader, har utbygging av togradio i tunneler effekter som er vanskelig å tallfeste og som derfor ikke kommer med i nytte-/kostnadsforholdet. Av disse kan nevnes:

- ✓ Raskere og smidigere togframføring
- ✓ Bedre sikkerhet og beredskap
- ✓ Mindre bremsesøv i tunneler, som er skadelig for teknisk utstyr og plagsomt for de som utfører service og ettersyn.
- ✓ Redusert strømforbruk
- ✓ Bedre komfort for de reisende

Det er både tidkrevende og vanskelig å finne de reelle besparelsene som disse faktorene gir. Nytte-/kostnadstallet gir derfor ikke et helt riktig bilde av hvor lønnsomt prosjektet er.

## 8.2.5 Beregningsresultat

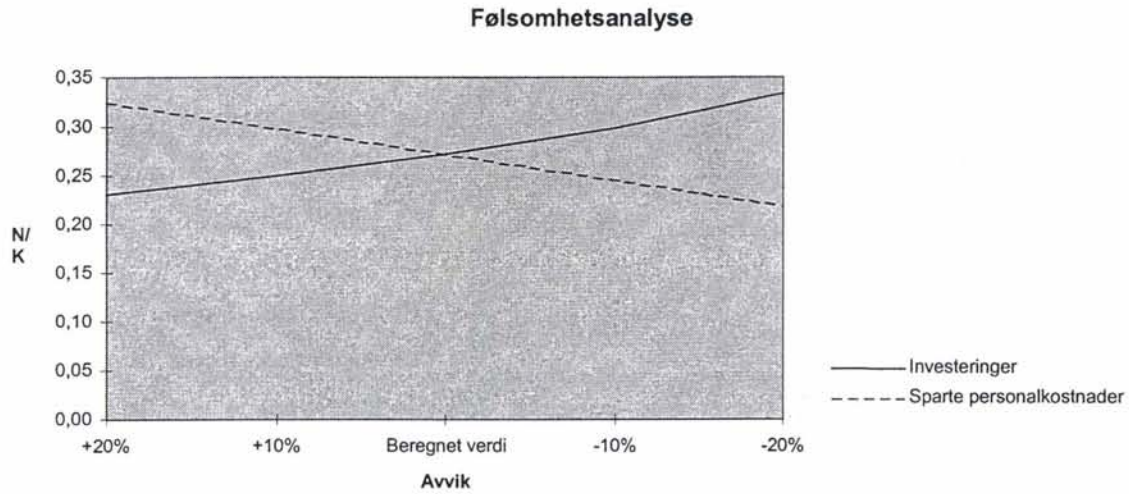
Resultatet av beregningene er vist som neddiskonterte summer i tabellen nedenfor.

Gevinster:	42,0 mill. kr
Kostnader	154,4 mill. kr
N/K-forhold:	0,3

### 8.2.6 Følsomhetsanalyse

I følsomhetsanalysen er det viktig å undersøke hvilke utslag endringer i de viktigste faktorene kan gi på sluttresultatet. På hovedplannivå skal nøyaktigheten på beregningene ligge innenfor +/- 20 %.

De viktigste faktoren er investeringskostnader og sparte personalkostnader. Resultatet fra følsomhetsanalysen for de to beste alternativene er vist i figuren under.



Figur 8.1 Følsomhetsanalyse

## 9. VIDERE FREMDRIFT

Den videre fremdrift for Region Vest er å lage detalj- og byggeplaner for de tunnelene som skal utbygges. Region Vest har allerede laget byggeplaner for tunnelene mellom Voss og Bergen, slik at det er mulig å begynne å bygge med en gang. Resten av utbyggingen kan så gjennomføres når detalj- og byggeplanene er ferdige. Det må nok regnes et par på å bygge.

## 10. LITTERATUR

- [1] "Hovedplan for radiodekning i tunneler", NSB Bane Region Vest, April 1996
- [2] "Rammeavtale nr. 70027 vedrørende tunnelradiosystem mellom Jernbaneverket og Alcatel", Jernbaneverket MA-enheten, Februar 1997
- [3] "JD 560 Tele - Regler for prosjektering", Teknisk regelverk, Januar 1998



## 11. VEDLEGG

Vedlegg A	Prisgrunnlag for de forskjellige systemene og strømforsyning
Vedlegg B	Oversikt over tilgang til strømforsyning for hver tunnel
Vedlegg C	Kostnader for hvert alternativ pr. tunnel
Vedlegg D	Oversikt over kostnader for tunneler delt inn i tunnellengde
Vedlegg E	Nytte-/kostanalyse for Region Vest og alle regionene

## **VEDLEGG A**

### **Prisgrunnlag for de forskjellige systemene og strømforsyning**

## A-1 PRISGRUNNLAG FOR BASISALTERNATIVET (450 MHZ)

Alle tunnallengder er kostnadsberegnet med både antenner og radierende kabel som den tekniske løsningen for å finne ut hvilken løsning som lønner seg.

### A-1.1 Teknisk løsning med antenner

#### Tunneler mellom 100 og 300 meter (Uavhengig av lengde)

Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Antennemast med fundament	1	32,14	32,14	FERDIG MONTERT
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>196,57</b>	

#### Tunneler mellom 300 og 1300 meter (Uavhengig av lengde)

Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Antenne	2	3,75	7,50	INKL. ARBEID
Antennemast med fundament	2	32,14	64,27	FERDIG MONTERT
Repeaterenhet inkl. antenne	2	160,68	321,37	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>393,14</b>	

### EKSEMPEL PÅ KOSTNADER FOR TUNNELER OVER 1300 METER

#### Tunneler over 1300 (Avhengig av lengde)

Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Hovedenhet	1	412,42	412,42	INKL. ARBEID
Underenhet	3	182,11	546,32	INKL. ARBEID
Fiberkabel	2500	0,075	187,50	FERDIG LAGT I KABELKANAL
Avgrening for fiberkabel	3	1,61	4,82	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>1 151,06</b>	

## A-1.2 Teknisk løsning med radierende kabel

Kostnadene i disse tabellene er bare eksempler, da kostnadene er avhengig av tunnellengden.

Tunneler mellom 100 og 300 meter (Avhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kkkr]	Totalt [kkkr]	Kommentarer
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Antennemast med fundament	1	32,14	32,14	FERDIG MONTERT
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Radierende kabel	300	0,48	144,62	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>341,19</b>	

Tunneler mellom 300 og 1000 meter (Avhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kkkr]	Totalt [kkkr]	Kommentarer
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Antennemast med fundament	1	32,14	32,14	FERDIG MONTERT
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Radierende kabel	1000	0,48	482,05	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>678,62</b>	

Tunneler mellom 1000 og 2000 meter (Avhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kkkr]	Totalt [kkkr]	Kommentarer
Antenne	2	3,75	7,50	INKL. ARBEID
Antennemast med fundament	2	32,14	64,27	FERDIG MONTERT
Repeaterenhet inkl. antenne	2	160,68	321,37	INKL. ARBEID
Radierende kabel	1500	0,48	723,08	FERDIG MONTERT
Ny basestasjon	1	321,37	321,37	
<b>Sum</b>			<b>1 437,58</b>	

Tunneler over 2000 meter (Avhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kkkr]	Totalt [kkkr]	Kommentarer
Hovedenhet	1	412,42	412,42	INKL. ARBEID
Underenhet	3	182,11	546,32	INKL. ARBEID
Fiberkabel	3000	0,08	225,00	FERDIG LAGT I KABELKANAL
Radierende kabel	2000	0,48	964,10	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>2 147,84</b>	

## A-2 PRISGRUNNLAG FOR PÅBYGGINGSALTERNATIVET NMT900, GSM OG GSM-R (900MHZ)

For påbyggingsalternativet vises kostnadene bare for de tekniske løsningene som ble valgt for basisalternativet. Det vil si at det brukes antenner for alle tunnellene.

<b>Tunneler mellom 100 og 300 meter (Uavhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>164,43</b>	

<b>Tunneler mellom 300 og 1300 meter (Uavhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	2	3,75	7,50	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	2	160,68	321,37	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>328,87</b>	

### EKSEMPEL PÅ KOSTNADER FOR TUNNELER OVER 1300 METER

<b>Tunneler over 1300 meter (Avhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Hovedenhet	1	143,54	143,54	INKL. ARBEID
Underenhet	3	182,11	546,32	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>854,29</b>	

## A-3 PRISGRUNNLAG FOR PÅBYGGINGSALTERNATIVET NØDRADIO (160 MHZ)

I dette påbyggingsalternativet er det bare teknisk mulig å benytte radierende kabel. Kostnadene i disse tabellene er bare eksempler da kostnadene er avhengig av tunnellengden.

<b>Tunneler mellom 100 og 300 meter (Avhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Radierende kabel	300	0,32	96,41	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>260,84</b>	

<b>Tunneler mellom 300 og 1000 meter (Avhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Radierende kabel	1000	0,32	321,37	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>485,80</b>	

<b>Tunneler over 1000 meter (Avhengig av lengde)</b>				
<b>Materiell</b>	<b>Antall [stk]</b>	<b>Materiellpris [kk]</b>	<b>Totalt [kk]</b>	<b>Kommentarer</b>
Antenne	1	3,75	3,75	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,68	160,68	INKL. ARBEID
Hovedenhet	1	64,27	64,27	INKL. ARBEID
Underenhet	8	107,12	856,98	INKL. ARBEID
Radierende kabel	3000	0,32	964,10	FERDIG MONTERT
<b>Sum</b>			<b>2 049,79</b>	

## A-4 PRISGRUNNLAG FOR PÅBYGGINGSALTERNATIVET TETRA (380 MHZ)

For påbyggingsalternativet vises kostnadene bare for de tekniske løsningene som ble valgt for basisalternativet. Det vil si at det brukes antenner for alle tunnellene.

Tunneler mellom 100 og 300 meter (Uavhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Antenne	1	3,7	3,7	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,7	160,7	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>164,4</b>	

Tunneler mellom 300 og 1300 meter (Uavhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Antenne	2	3,7	7,5	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	2	160,7	321,4	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>328,9</b>	

### EKSEMPEL PÅ KOSTNADER FOR TUNNELER OVER 1300 METER

Tunneler over 1300 (Avhengig av lengde)				
Materiell	Antall [stk]	Materiellpris [kk]	Totalt [kk]	Kommentarer
Antenne	1	3,7	3,7	INKL. ARBEID
Repeaterenhet inkl. antenne	1	160,7	160,7	INKL. ARBEID
Hovedenhet	1	64,3	64,3	INKL. ARBEID
Underenhet	8	160,7	1 285,5	INKL. ARBEID
<b>Sum</b>			<b>1 514,2</b>	

## A-5 PRISGRUNNLAG FOR STRØMFORSYNING

E-VERK	MATERIELLPRISER
Nytt abonnement	10 000 kr/punkt
690/230V trafo	17 000 kr/stk
kabelkanal	500 kr/m
3*25 mm <sup>2</sup> Al	110 kr/m
2*1,5 mm <sup>2</sup> Cu	70 kr/m
Jording	5 000 RS
Batteri	5 000 kr/stk

KL-ANLEGG	MATERIELLPRISER
Transformator 16kV/230V	50 000 kr/stk
Batteri	5 000 kr/stk
Jording	5 000 RS
Nisjer	70 000 pr/stk



## **VEDLEGG B**

### **Oversikt over tilgang til strømforsyning for hver tunnel**

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
HASTERSTING	2 300	230V tilgjengelig ved munning.	200,0
NEDRE LILLE ØRGENVIKA	120	Kabel fra basestasjon på km. 128,300	10,0
LANGE ØRGENVIKA	193	Kabel fra basestasjon på km. 128,300	20,0
TROLLDALEN	634	230V tilgjengelig ved munning	55,0
NEDRE TROLLDAL	153	230V tilgjengelig ved munning	10,0
DRAGONBRÅTEN	123	230V tilgjengelig ved munning	10,0
LINDELIA	872	230V tilgjengelig ved munning	70,0
LEKNES	199	230V tilgjengelig ved munning	10,0
GULSVIK	1 002	Legges kabel fra basestasjon på km. 140,800. 690/230V trafo ved hver radioenhet	250,0
STORE HAREMO	415	230V tilgjengelig noen hundre meter fra munning	45,0
TJÆRENATTEN	247	230V tilgjengelig noen hundre meter fra munning	15,0
ØSTRE KOLSRUD	340	230V tilgjengelig noen hundre meter fra munning	40,0
SEVRE	291	Legges kabel fra basestasjon på km. 170,000	45,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
SÅBALL	313	Legges kabel fra basestasjon på km. 258,800	25,0
ØYESTØL (Overbygg)	138	230V tilgjengelig ved munning	10,0
USTAASET ØST (Overbygg)	44		
USTAASET	101		
USTAASET VEST (Overbygg)	142		
	<b>287</b>	Legges kabel fra basestasjon på km. 263,400	15,0
GRØSETT ØST (Overbygg)	58		
GRØSETT	252		
GRØSETT VEST (Overbygg)	60		
	<b>370</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 278,700. 690/230V trafo ved hver radioenhet	240,0
VIKA ØST (Overbygg)	128		
VIKA	92		
VIKA VEST (Overbygg)	106		
	<b>326</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 278,700. 690/230V trafo ved hver radioenhet	80,0
GRÅSKALLEN (Overbygg)	345	Strøm fra Tunga blokkpost.	50,0
KONGSNUT	415	Legges kabel fra basestasjonen på km. 293,400. 690/230V trafo ved hver radioenhet	240,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
TORBJØRNSTØL ØST (Overbygg)	90		
TORBJØRNSTØL	190		
TORBJØRNSTØL VEST(Overbygg)	325		
	<b>605</b>	Kabel fra basestasjon på km. 301,140. 690/230V trafo ved hver radioenhet	115,0
FINSE ØST (Overbygg)	189	Kabel fra Finse stasjon km. 302,100. 690/230V trafo ved hver radioenhet	55,0
FINSE VEST (Overbygg)	220	Kabel fra Finse stasjon km. 302,100	15,0
FINSE	10 590	VLR og strømforsyning i tunnelen	5,0
NEDRE FOKSTUA	171	Kabel fra basestasjon på km. 318,200	10,0
ØVRE HØGDA 1 (Overbygg)	724		
ØVRE HØGDA	143		
ØVRE HØGDA 2 (Overbygg)	124		
NEDRE HØGDA	80		
NEDRE HØGDA 1 (Overbygg)	161		
	<b>1 232</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 318,200. 690/230V trafo ved hver radioenhet	170,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
NEDRE HØGDA 2 (Overbygg)	456		
ØVRE HØGHELLER	106		
HØGHELLER	233		
NEDRE HØGHELLER	154		
(Overbygg)	38		
	<b>987</b>	Viderefører kabel fra basestasjonen på km. 318,200. 690/230V trafo ved hver radioenhet	150,0
ØVRE MIDTSTUA 1 (Overbygg)	124		
ØVRE MIDTSTUA	68		
ØVRE MIDTSTUA 2 (Overbygg)	102		
	<b>294</b>	Viderefører kabel fra basestasjonen på km. 322,050. 690/230V trafo ved hver radioenhet	65,0
NEDRE MIDTSTUA 1 (Overbygg)	89		
NEDRE MIDTSTUA	55		
NEDRE MIDTSTUA 2 (Overbygg)	751		
SKARA	66		
SKARA (Overbygg)	296		
	<b>1 257</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 322,050. 690/230V trafo ved hver radioenhet	210,0
HALLINGSKEID KRYSS.SPOR	111	230V tilgjengelig fra stasjonsbygningen	10,0
ØSTRE HALLINGSKEID	103	Kabel fra Hallingskeid st. km 322,800	45,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
(Overbygg)	70		
GRØNDALSHALSEN	265		
(Overbygg)	172		
ØVRE TJOADAL	486		
(Overbygg)	654		
MIDTRE TJOADAL	41		
(Overbygg)	196		
NEDRE TJOADAL	72		
(Overbygg)	359		
ØVRE GRØNDALEN	242		
(Overbygg)	228		
	<b>2 785</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	380,0
(Overbygg)	100		
NEDRE GRØNDALEN	163		
(Overbygg)	687		
	<b>950</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	165,0
(Overbygg)	148		
KLEVEFETEN	154		
(Overbygg)	221		
	<b>523</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	100,0
KLEVEFET (Overbygg)	336	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	85,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
KLEVE (Overbygg)	126		
KLEVEN	138		
(Overbygg)	120		
	<b>384</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	120,0
(Overbygg)	41		
KLEVENOSI	126		
(Overbygg)	40		
	<b>207</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	65,0
(Overbygg)	37		
ØVRE LILLEKLEVEN	54		
LILLEKLEVEN (Overbygg)	176		
	<b>267</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	60,0
LILLEKLEVEN NEDRE	146		
(Overbygg)	86		
	<b>232</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 326,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	25,0
(Overbygg)	96		
ØVRE SELTUFTBERG	279		
(Overbygg)	30		
NEDRE SELTUFTBERG	96		
BODLADAL (Overbygg)	73		
ØVRE BODLADALEN	55		
(Overbygg)	38		
NEDRE BODLADALEN	21		
(Overbygg)	22		
	<b>710</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 334,400. 690/230V trafo ved hver radioenhet	120,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
REINUNGA	1 820		
REINUNGA (Overbygg)	20		
	<b>1 840</b>	Legges kabel fra basestasjonen på km. 334,400. 690/230V trafo ved hver radioenhet	270,0
(Overbygg)	77		
LILLE GEITHAMMER	76		
GEITHAMMER (Overbygg)	28		
	<b>181</b>	Kabel fra basestasjon på km. 334,400	10,0
(Overbygg)	77		
MIDTRE GEITHAMMER	39		
(Overbygg)	43		
STORE GEITHAMMER	584		
LEITE (Overbygg)	31		
	<b>774</b>	230V fra Myrdal st. km 335,800. 690/230V trafo ved hver radioenhet	130,0
(Overbygg)	148		
MYRDALSLEITE	31		
(Overbygg)	373		
	<b>552</b>	230V fra Myrdal st. km 335,800. 690/230V trafo ved hver radioenhet	110,0
GRAVEHALSEN	5 311		
UPSETE (Overbygg)	134		
	<b>5 445</b>	230V fra Myrdal st. km 335,800. 690/230V trafo ved hver radioenhet	750,0
(Overbygg)	37		
UPSETE	430		
	<b>467</b>	Kabel fra basestasjon på km. 344,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	145,0
LANGE (Overbygg)	424	Kabel fra basestasjon på km. 344,300. 690/230V trafo ved hver radioenhet	110,0



Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
RUSTEDAL (Overbygg)	30		
RUSTEDAL	79		
(Overbygg)	74		
	<b>183</b>	Kabel fra basestasjon på km. 344,300	5,0
OSA (Overbygg)	49		
LANGEVANNSOSET	115		
(Overbygg)	26		
	<b>190</b>	Viderefører kabel fra basestasjonen på km. 348,900. 690/230V trafo ved hver radioenhet	80,0
(Overbygg)	83		
ØVRE ØRNEBERGET	140		
ØRNEBERGET (Overbygg)	301		
NEDRE ØRNEBERGET	76		
(Overbygg)	58		
	<b>658</b>	Viderefører kabel fra basestasjonen på km. 348,900. 690/230V trafo ved hver radioenhet	120,0
KLEIVANE	1 220	Kabel fra basestasjon på km. 348,900. 690/230V trafo ved hver radioenhet	180,0
LJOSANDAL (Overbygg)	39		
LJOSANDAL	253		
LJOSANDAL (Overbygg)	74		
	<b>366</b>	Kabel fra basestasjon på km. 348,900. 690/230V trafo ved hver radioenhet	130,0
MJØLFJELL (Overbygg)	58		
RJOANDAL	229		
(Overbygg)	109		
	<b>396</b>	Kabel fra basestasjon på km. 354,200. 690/230V trafo ved hver radioenhet	100,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
STORE SKIPLE (Overbygg)	35		
STORE SKIPLE	564		
	<b>599</b>	Kabel fra basestasjon på km. 362,700. 690/230V trafo ved hver radioenhet	210,0
LILLE SKIPLE	150	230V tilgjengelig i nærheten av munning	5,0
URDLAND	545	Kabel fra basestasjon på km. 371,500	70,0
RASTADLIA 2	229	230V tilgjengelig i nærheten av munning	10,0
RASTADLIA 3	248	230V tilgjengelig i nærheten av munning	10,0
RASTADLIA 4	313	230V tilgjengelig i nærheten av munning	10,0
TVILDE	338	230V tilgjengelig i nærheten av munning	10,0
KVÅLSÅSEN	4 923	VLR og strømforsyning i tunnelen	5,0
BULKEN	705	230V tilgjengelig 100 meter fra østre munning	60,0
HO	710	230V tilgjengelig ved munning	60,0
HERNES	3 336	230V tilgjengelig ved munning	350,0
KATTEGJELET	529	230V tilgjengelig 50 meter fra østre munning	45,0
LILLEVIK	292	230V tilgjengelig like ved østre munning	5,0
RØVSTONA	542	230V tilgjengelig 200 meter fra munning	60,0

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømforsyning	Kostnad [i tusen kr]
BOLSTAD	110	Kabel fra Bolstadøyri st. km. 414,130	20,0
TROLLKONA	8 043	TUNNELEN ER UTBYGD	0,0
DALEBRYGGA	475	230V tilgjengelig ved munning	70,0
HETTA	1 243	Kabel fra basestasjon på km. 432,200.	130,0
STORE FOSSMARK	742	230V tilgjengelig 100 meter fra munning	60,0
SKREIEN 1	300	230V tilgjengelig rett ved munning	5,0
SKREIEN 2	662	230V tilgjengelig 50 meter fra østre munning	70,0
VAKSDAL	180	Kabel fra basestasjon på km. 440,600.	20,0
BOGELIA HVELV 5	109	230V tilgjengelig ved tunnelmunning	5,0
KJENES	410	Legger kabel fra Bogelia hvelv 5	50,0
HANANIPA	6 096	Basestasjon på km.452.400 (=km 450.363 pga kjedebrudd). 690/230V trafo ved hver radioenhet	720,0
TRENGEREID 2	116	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	30,0
RISNES 3	291	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	50,0
ROMSLO 1	581	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	100,0
ROMSLO 2	377	22/0,65kV trafo, 690/230V trafo ved hver radioenhet	75,0

<b>Tunnelnavn</b>	<b>Lengde [m]</b>	<b>Strømforsyning</b>	<b>Kostnad [i tusen kr]</b>
SONGSTAD 1	583	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	100,0
SONGSTAD 2	320	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	70,0
SONGSTAD 3	295	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	50,0
HERLAND	781	Kabel fra Romslo 2, 690/230V trafo ved hver radioenhet	120,0
TAKVAM	251	Kabel fra basestasjon på km. 458,700.	15,0
ARNANIPA	2 190	Kabel fra basestasjon på km. 461,900. 690/230V trafo ved hver radioenhet	300,0
ULRIKEN	7 670	Kabel fra basestasjon på km. 461,900 og km 471,000.690/230V trafo ved hver radioenhet	925,0

## **VEDLEGG C**

### **Kostnader for hvert alternativ pr. tunnel**

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]
125,330 HAVERSTING	2 300	200,00	1 394,80	1 594,80	871,98	707,00	1 231,91
128,038 NEDRE LILLE ØRGENVIKA	120	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	203,00
128,572 LANGE ØRGENVIKA	193	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	226,46
129,440 TROLLDALEN	634	55,00	393,14	448,14	328,87	328,87	532,61
130,172 NEDRE TROLLDAL	153	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	213,60
130,731 DRAGONBRÅTEN	123	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	203,96
132,590 LINDELIA	872	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	609,10
133,992 LEKNES	199	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	228,39
141,786 GULSVIK	1 002	250,00	393,14	643,14	328,87	328,87	650,88
145,811 STORE HAREMO	415	45,00	393,14	438,14	328,87	328,87	462,23
161,531 TJÆRENATTEN	247	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	243,81
162,306 ØSTRE KOLSRUD	340	40,00	393,14	433,14	328,87	328,87	438,13

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
170,629 SEVRE	291	45,00	196,57	241,57	164,43	164,43	257,95
258,781 SÅBALL	313	25,00	393,14	418,14	328,87	328,87	429,45
260,637 ØYESTØL (Overbygg)	138	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	208,78
263,326 USTAASET ØST (Overbygg)	44						
263,370 USTAASET	101						
263,471 USTAASET VEST (Overbygg)	142						
	<b>287</b>	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	256,67
280,184 GRØSETT ØST (Overbygg)	58						
280,242 GRØSETT	252						
280,494 GRØSETT VEST (Overbygg)	60						
	<b>370</b>	240,00	393,14	633,14	328,87	328,87	447,77
280,646 VIKA ØST (Overbygg)	128						
280,774 VIKA	92						
280,866 VIKA VEST (Overbygg)	106						
	<b>326</b>	80,00	393,14	473,14	328,87	328,87	433,63
286,642 GRÅSKALLEN (Overbygg)	345	50,00	393,14	443,14	328,87	328,87	439,74

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
295,883 KONGSNUT	415	240,00	393,14	633,14	328,87	328,87	462,23
300,660 TORBJØRNSTØL ØST (Overbygg)	90						
300,750 TORBJØRNSTØL	190						
300,940 TORBJØRNSTØL VEST(Overbygg)	325						
	<b>605</b>	115,00	393,14	508,14	328,87	328,87	523,29
301,764 FINSE ØST (Overbygg)	189	55,00	196,57	251,57	164,43	164,43	225,17
302,300 FINSE VEST (Overbygg)	220	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	235,13
302,751 FINSE	10 590	5,00	3 479,50	3 484,50	2 328,84	1 992,48	4 753,03
318,064 NEDRE FOKSTUA	171	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	219,39
318,235 ØVRE HØGDA 1 (Overbygg)	724						
318,959 ØVRE HØGDA	143						
319,102 ØVRE HØGDA 2 (Overbygg)	124						
319,226 NEDRE HØGDA	80						
319,306 NEDRE HØGDA 1 (Overbygg)	161						
	<b>1 232</b>	170,00	393,14	563,14	328,87	328,87	724,79



Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. [kkr]	Basis [kkr]	Total [kkr]	Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R [kkr]	Tillegg for utbygging av TETRA [kkr]	Tillegg for utbygging av dagens nødradio [kkr]
319,574 NEDRE HØGDA 2 (Overbygg)	456						
320,030 ØVRE HØGHELLER	106						
320,136 HØGHELLER	233						
320,369 NEDRE HØGHELLER	154						
320,523 (Overbygg)	38						
	<b>987</b>	150,00	393,14	543,14	328,87	328,87	1 345,57
320,668 ØVRE MIDTSTUA 1 (Overbygg)	124						
320,792 ØVRE MIDTSTUA	68						
320,860 ØVRE MIDTSTUA 2 (Overbygg)	102						
	<b>294</b>	65,00	196,57	261,57	164,43	164,43	258,92
321,113 NEDRE MIDTSTUA 1 (Overbygg)	89						
321,202 NEDRE MIDTSTUA	55						
321,257 NEDRE MIDTSTUA 2 (Overbygg)	751						
322,008 SKARA	66						
322,074 SKARA (Overbygg)	296						
	<b>1 257</b>	210,00	393,14	603,14	328,90	328,90	732,83
322,800 HALLINGSKEID KRYSS.SPOR	111	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	200,10
323,040 ØSTRE HALLINGSKEID	103	45,00	196,57	241,57	164,43	164,43	197,53

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
323,435 (Overbygg)	70						
323,505 GRØNDALSHALSEN	265						
323,770 (Overbygg)	172						
323,942 ØVRE TJOADAL	486						
324,428 (Overbygg)	654						
325,082 MIDTRE TJOADAL	41						
325,123 (Overbygg)	196						
325,319 NEDRE TJOADAL	72						
325,391 (Overbygg)	359						
325,750 ØVRE GRØNDALEN	242						
325,992 (Overbygg)	228						
	<b>2 785</b>	380,00	1 424,80	1 804,80	871,98	707,01	1 387,77
326,450 (Overbygg)	100						
326,550 NEDRE GRØNDALEN	163						
326,713 (Overbygg)	687						
	<b>950</b>	165,00	393,14	558,14	328,87	328,87	634,17
327,480 (Overbygg)	148						
327,628 KLEVEFETEN	154						
327,782 (Overbygg)	221						
	<b>523</b>	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	496,94

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
328,131 KLEVEFET (Overbygg)	336	85,00	393,14	478,14	328,87	328,87	436,85
328,846 KLEVE (Overbygg)	126						
328,972 KLEVEN	138						
329,110 (Overbygg)	120						
	<b>384</b>	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	452,27
329,592 (Overbygg)	41						
329,633 KLEVENOSI	126						
329,759 (Overbygg)	40						
	<b>207</b>	65,00	196,57	261,57	164,43	164,43	230,96
329,876 (Overbygg)	37						
329,913 ØVRE LILLEKLEVEN	54						
329,967 LILLEKLEVEN (Overbygg)	176						
	<b>267</b>	60,00	196,57	256,57	164,43	164,43	250,24
330,148 LILLEKLEVEN NEDRE	146						
330,294 (Overbygg)	86						
	<b>232</b>	25,00	196,57	221,57	164,43	164,43	238,99

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
331,255 (Overbygg)	96						
331,351 ØVRE SELTUFTBERG	279						
331,630 (Overbygg)	30						
331,660 NEDRE SELTUFTBERG	96						
331,756 BODLADAL (Overbygg)	73						
331,829 ØVRE BODLADALEN	55						
331,884 (Overbygg)	38						
331,922 NEDRE BODLADALEN	21						
331,943 (Overbygg)	22						
	<b>710</b>	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	557,04
332,062 REINUNGA	1 820						
333,882 REINUNGA (Overbygg)	20						
	<b>1 840</b>	270,00	1 173,60	1 443,60	689,87	546,32	976,96
334,183 (Overbygg)	77						
334,260 LILLE GEITHAMMER	76						
334,336 GEITHAMMER (Overbygg)	28						
	<b>181</b>	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	222,60

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]
334,551 (Overbygg)	77						
334,628 MIDTRE GEITHAMMER	39						
334,667 (Overbygg)	43						
334,710 STORE GEITHAMMER	584						
335,294 LEITE (Overbygg)	31						
	<b>774</b>	130,00	393,14	523,14	328,87	328,87	577,60
335,389 (Overbygg)	148						
335,537 MYRDALSLEITE	31						
335,568 (Overbygg)	373						
	<b>552</b>	110,00	393,14	503,14	328,87	328,87	506,26
336,175 GRAVEHALSEN	5 311						
341,486 UPSETE (Overbygg)	134						
	<b>5 445</b>	750,00	2 185,90	2 935,90	1 418,30	1 189,06	2 563,98
342,538 (Overbygg)	37						
342,575 UPSETE	430						
	<b>467</b>	145,00	393,14	538,14	328,87	328,87	478,94
343,590 LANGE (Overbygg)	424	110,00	393,14	503,14	328,87	328,87	465,13

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis [kkkr]	Total [kkkr]	Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R [kkkr]	Tillegg for utbygging av TETRA [kkkr]	Tillegg for utbygging av dagens nødradio [kkkr]
344,247 RUSTEDAL (Overbygg)	30					
344,277 RUSTEDAL	79					
344,356 (Overbygg)	74					
	<b>183</b>	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43
346,166 OSA (Overbygg)	49					
346,215 LANGEVANNSOSET	115					
346,330 (Overbygg)	26					
	<b>190</b>	80,00	196,57	276,57	164,43	164,43
346,785 (Overbygg)	83					
346,868 ØVRE ØRNEBERGET	140					
347,008 ØRNEBERGET (Overbygg)	301					
347,309 NEDRE ØRNEBERGET	76					
347,385 (Overbygg)	58					
	<b>658</b>	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87
347,580 KLEIVANE	1 220	180,00	393,14	573,14	328,87	328,87

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
349,495 LJOSANDAL (Overbygg)	39						
349,533 LJOSANDAL	253						
349,787 LJOSANDAL (Overbygg)	74						
	<b>366</b>	130,00	393,14	523,14	328,87	328,87	446,49
353,618 MJØLFJELL (Overbygg)	58						
353,676 RJOANDAL	229						
353,905 (Overbygg)	109						
	<b>396</b>	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	456,13
363,860 STORE SKIPLE (Overbygg)	35						
363,895 STORE SKIPLE	564						
	<b>599</b>	210,00	393,14	603,14	328,87	328,87	521,37
366,335 LILLE SKIPLE	150	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	212,64
371,886 URDLAND	545	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	504,01
374,041 RASTADLIA 2	229	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	238,03
374,478 RASTADLIA 3	248	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	244,13
375,030 RASTADLIA 4	313	10,00	393,14	403,14	328,87	328,87	429,45

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
382,468 TVILDE	338	10,00	393,14	403,14	328,87	328,87	437,49
387,071 KVÅLSÅSEN	4 923	5,00	1 964,70	1 969,70	1 236,19	1 028,38	2 289,10
393,680 BULKEN	705	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	555,43
397,217 HO	710	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	557,04
404,233 HERNES	3 336	350,00	1 661,00	2 011,00	1 054,09	867,69	1 671,97
408,714 KATTEGJELET	529	45,00	393,14	438,14	328,87	328,87	498,87
409,677 LILLEVIK	292	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	258,27
410,582 RØVSTONA	542	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	503,05
414,334 BOLSTAD	110	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	199,78
414,533 TROLLKONA	8 043	TUNNELEN ER UTBYGD			1 964,63	1 671,11	3 720,26
428,435 DALEBRYGGA	475	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	481,52
432,874 HETTA	1 243	130,00	393,14	523,14	328,87	328,87	728,33



Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
436,703 STORE FOSSMARK	742	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	567,32
437,771 SKREIEN 1	300	5,00	393,14	398,14	328,87	328,87	425,28
439,020 SKREIEN 2	662	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	541,61
440,855 VAKSDAL	180	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	222,28
443,624 BOGELIA HVELV 5	109	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	199,46
443,798 KJENES	410	50,00	393,14	443,14	328,87	328,87	460,63
444,267 HANANIPA	6 096	720,00	2 407,10	3 127,10	1 600,41	1 349,74	2 880,31
452,813 TRENGEREID 2	116	30,00	196,57	226,57	164,43	164,43	201,71
453,446 RISNES 3	291	50,00	196,57	246,57	164,43	164,43	257,95
453,904 ROMSLO 1	581	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	515,58
454,557 ROMSLO 2	377	75,00	393,14	468,14	328,87	328,87	450,02
456,056 SONGSTAD 1	583	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	516,22

Km. Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
456,808 SONGSTAD 2	320	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	431,70
457,198 SONGSTAD 3	295	50,00	196,57	246,57	164,43	164,43	259,24
457,576 HERLAND	781	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	579,85
458,874 TAKVAM	251	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	245,10
459,475 ARNANIPA	2 190	300,00	1 386,50	1 686,50	871,98	707,01	1 196,56
462,144 ULRIKEN	7 670	925,00	2 716,10	3 641,10	1 782,52	1 510,43	3 493,26
Haversting - Bergen (eks.mva)				53 613,65	35 080,52	32 665,96	58 180,18
Prosjektering				5 361,37	3 508,05	3 266,60	5 818,02
<b>TOTALT (eks.mva)</b>				<b>58 975,02</b>	<b>38 588,57</b>	<b>35 932,56</b>	<b>63 998,20</b>
<b>TOTALT (inkl. 23% mva)</b>				<b>72 539,27</b>	<b>47 463,94</b>	<b>44 197,04</b>	<b>78 717,78</b>

<b>Totalt Region Vest (Eks.Mva)</b>				<b>53 613,65</b>	<b>35 080,52</b>	<b>32 665,96</b>	<b>58 180,18</b>
<b>Prosjektering, Uspesifisert</b>				<b>5 361,37</b>	<b>3 508,05</b>	<b>3 266,60</b>	<b>5 818,02</b>
<b>TOTALT REGION VEST (eks.mva)</b>				<b>58 975,02</b>	<b>38 588,57</b>	<b>35 932,56</b>	<b>63 998,20</b>
<b>TOTALT REGION VEST (INKL. 23%MVA)</b>				<b>72 539,27</b>	<b>47 463,94</b>	<b>44 197,04</b>	<b>78 717,78</b>

## **VEDLEGG D**

### **Oversikt over kostnader for tunneler delt inn i tunnellengde**

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R [kkkr]	Tillegg for utbygging av TETRA [kkkr]	Tillegg for utbygging av dagens nødradio [kkkr]
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]			
FINSE	10 590	5,00	3 479,50	3 484,50	2 328,84	1 992,48	4 753,03
TROLLKONA	8 043	TUNNELEN ER UTBYGD			1 964,63	1 671,11	3 720,26
ULRIKEN	7 670	925,00	2 716,10	3 641,10	1 782,52	1 510,43	3 493,26
HANANIPA	6 096	720,00	2 407,10	3 127,10	1 600,41	1 349,74	2 880,31
GRAVEHALSEN (+ 1 overbygg)	5 445	750,00	2 185,90	2 935,90	1 418,30	1 189,06	2 563,98
KVÅLSÅSEN	4 923	5,00	1 964,70	1 969,70	1 236,19	1 028,38	2 289,10
HERNES	3 336	350,00	1 661,00	2 011,00	1 054,09	867,69	1 671,97
GRØNDALSHALSEN, ØVRE/MIDTRE/NEDRE TJOADAL, ØVRE GRØNDALEN (+ 6 overbygg)	2 785	380,00	1 424,80	1 804,80	871,98	707,01	1 387,77
HAVERSTING	2 300	200,00	1 394,80	1 594,80	871,98	707,00	1 231,91
ARNANIPA	2 190	300,00	1 386,50	1 686,50	871,98	707,01	1 196,56
REINUNGA (+ 1 overbygg)	1 840	270,00	1 173,60	1 443,60	689,87	546,32	976,96
NEDRE MIDTSTUA, SKARA (+ 3 overbygg)	1 257	210,00	393,14	603,14	328,90	328,90	732,83
HETTA	1 243	130,00	393,14	523,14	328,87	328,87	728,33
ØVRE+NEDRE HØGDA (+ 3 overbygg)	1 232	170,00	393,14	563,14	328,87	328,87	724,79
KLEIVANE	1 220	180,00	393,14	573,14	328,87	328,87	720,93
GULSVIK	1 002	250,00	393,14	643,14	328,87	328,87	650,88
<b>Tunneler over 1000 meter (eks.mva)</b>				<b>26 604,70</b>	<b>16 335,15</b>	<b>13 920,59</b>	<b>29 722,87</b>
<b>Prosjektering</b>				<b>2 660,47</b>	<b>1 633,52</b>	<b>1 392,06</b>	<b>2 972,29</b>
<b>TUNNELER OVER 1000 METER (EKS.MVA)</b>				<b>29 265,17</b>	<b>17 968,67</b>	<b>15 312,65</b>	<b>32 695,16</b>
<b>TUNNELER OVER 1000 METER (INKL. 23%MVA)</b>				<b>35 996,16</b>	<b>22 101,46</b>	<b>18 834,56</b>	<b>40 215,04</b>

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R [kkkr]	Tillegg for utbygging av TETRA [kkkr]	Tillegg for utbygging av dagens nødradio [kkkr]
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]			
HØGHELLER, 3 TUNNELER (+ 2 overbygg)	987	150,00	393,14	543,14	328,87	328,87	1 345,57
NEDRE GRØNDALEN (+ 2 overbygg)	950	165,00	393,14	558,14	328,87	328,87	634,17
LINDELIA	872	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	609,10
HERLAND	781	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	579,85
MIDTRE/STORE GEITHAMMER (+ 3 overbygg)	774	130,00	393,14	523,14	328,87	328,87	577,60
STORE FOSSMARK	742	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	567,32
HO	710	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	557,04
ØVRE/NEDRE SELTUFTBERG, ØVRE/NEDRE BODLADALEN (+ 5 overbygg)	710	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	557,04
BULKEN	705	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	555,43
SKREIEN 2	662	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	541,61
ØVRE/NEDRE ØRNEBERGET (+ 3 overbygg)	658	120,00	393,14	513,14	328,87	328,87	540,33
TROLLDALEN	634	55,00	393,14	448,14	328,87	328,87	532,61
TORBJØRNSTØL (+ 2 overbygg)	605	115,00	393,14	508,14	328,87	328,87	523,29
STORE SKIPLE (+ 1 overbygg)	599	210,00	393,14	603,14	328,87	328,87	521,37
SONGSTAD 1	583	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	516,22
ROMSLO 1	581	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	515,58
MYRDALSLEITE (+ 2 overbygg)	552	110,00	393,14	503,14	328,87	328,87	506,26
URDLAND	545	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	504,01
RØVSTONA	542	60,00	393,14	453,14	328,87	328,87	503,05
KATTEGJELET	529	45,00	393,14	438,14	328,87	328,87	498,87
KLEVEFETEN (+ 2 overbygg)	523	100,00	393,14	493,14	328,87	328,87	496,94

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R		Tillegg for utbygging av TETRA		Tillegg for utbygging av dagens nødradio	
		[kkr]	[kkr]	Total [kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	[kkr]	
Tunneler mellom 500 og 1000 meter (eks.mva)				10 345,93		6 906,19		6 906,19		12 183,26
Prosjektering				1 034,59		690,62		690,62		1 218,33
<b>TUNNELER MELLOM 500 OG 1000 METER (EKS.MVA)</b>				<b>11 380,52</b>		<b>7 596,81</b>		<b>7 596,81</b>		<b>13 401,59</b>
<b>TUNNELER MELLOM 500 OG 1000 METER (INKL. 23%MVA)</b>				<b>13 998,04</b>		<b>9 344,07</b>		<b>9 344,07</b>		<b>16 483,95</b>
DALEBRYGGA	475	70,00	393,14	463,14		328,87		328,87		481,52
UPSETE (+ 1 overbygg)	467	145,00	393,14	538,14		328,87		328,87		478,94
LANGE (Overbygg)	424	110,00	393,14	503,14		328,87		328,87		465,13
STORE HAREMO	415	45,00	393,14	438,14		328,87		328,87		462,23
KONGSNUT	415	240,00	393,14	633,14		328,87		328,87		462,23
KJENES	410	50,00	393,14	443,14		328,87		328,87		460,63
RJOANDAL (+ 2 overbygg)	396	100,00	393,14	493,14		328,87		328,87		456,13
KLEVEN (+ 2 overbygg)	384	120,00	393,14	513,14		328,87		328,87		452,27
ROMSLO 2	377	75,00	393,14	468,14		328,87		328,87		450,02
GRØSETT (+ 2 overbygg)	370	240,00	393,14	633,14		328,87		328,87		447,77
LJOSANDAL (+ 2 overbygg)	366	130,00	393,14	523,14		328,87		328,87		446,49
GRÅSKALLEN (Overbygg)	345	50,00	393,14	443,14		328,87		328,87		439,74
ØSTRE KOLSRUD	340	40,00	393,14	433,14		328,87		328,87		438,13
TVILDE	338	10,00	393,14	403,14		328,87		328,87		437,49
KLEVEFET (Overbygg)	336	85,00	393,14	478,14		328,87		328,87		436,85
VIKA (+ 2 overbygg)	326	80,00	393,14	473,14		328,87		328,87		433,63

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]	[kkkr]
SONGSTAD 2	320	70,00	393,14	463,14	328,87	328,87	431,70
SÅBALL	313	25,00	393,14	418,14	328,87	328,87	429,45
RASTADLIA 4	313	10,00	393,14	403,14	328,87	328,87	429,45
SKREIEN 1	300	5,00	393,14	398,14	328,87	328,87	425,28
SONGSTAD 3	295	50,00	196,57	246,57	164,43	164,43	259,24
ØVRE MIDTSTUA (+ 2 Overbygg)	294	65,00	196,57	261,57	164,43	164,43	258,92
LILLEVIK	292	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	258,27
SEVRE	291	45,00	196,57	241,57	164,43	164,43	257,95
RISNES 3	291	50,00	196,57	246,57	164,43	164,43	257,95
USTAASET (+ 2 overbygg)	287	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	256,67
ØVRE LILLEKLEVEN (+ 2 overbygg)	267	60,00	196,57	256,57	164,43	164,43	250,24
TAKVAM	251	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	245,10
RASTADLIA 3	248	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	244,13
TJÆRENATTEN	247	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	243,81
LILLEKLEVEN NEDRE (+ 1 overbygg)	232	25,00	196,57	221,57	164,43	164,43	238,99
RASTADLIA 2	229	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	238,03
FINSE VEST (Overbygg)	220	15,00	196,57	211,57	164,43	164,43	235,13
KLEVENOSI (+ 2 overbygg)	207	65,00	196,57	261,57	164,43	164,43	230,96
LEKNES	199	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	228,39
LANGE ØRGENVIKA	193	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	226,46
LANGEVANNSOSET (+ 2 overbygg)	190	80,00	196,57	276,57	164,43	164,43	225,49
FINSE ØST (Overbygg)	189	55,00	196,57	251,57	164,43	164,43	225,17
RUSTEDAL (+ 2 overbygg)	183	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	223,24
LILLE GEITHAMMER (+ 2 overbygg)	181	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	222,60

Tunnelnavn	Lengde [m]	Strømf. Basis Total			Tillegg for utbygging av NMT900, GSM og GSM-R	Tillegg for utbygging av TETRA	Tillegg for utbygging av dagens nødradio
		[kk]	[kk]	[kk]	[kk]	[kk]	[kk]
VAKSDAL	180	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	222,28
NEDRE FOKSTUA	171	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	219,39
NEDRE TROLLDAL	153	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	213,60
LILLE SKIPLE	150	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	212,64
ØYESTØL (Overbygg)	138	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	208,78
DRAGONBRÅTEN	123	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	203,96
NEDRE LILLE ØRGENVIKA	120	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	203,00
TRENGEREID 2	116	30,00	196,57	226,57	164,43	164,43	201,71
HALLINGSKEID KRYSS.SPOR	111	10,00	196,57	206,57	164,43	164,43	200,10
BOLSTAD	110	20,00	196,57	216,57	164,43	164,43	199,78
BOGELIA HVELV 5	109	5,00	196,57	201,57	164,43	164,43	199,46
ØSTRE HALLINGSKEID	103	45,00	196,57	241,57	164,43	164,43	197,53
<b>Tunneler mellom 100 og 500 meter (eks.mva)</b>				<b>16 663,02</b>	<b>11 839,18</b>	<b>11 839,18</b>	<b>16 274,05</b>
<b>Prosjektering</b>				<b>1 666,30</b>	<b>1 183,92</b>	<b>1 183,92</b>	<b>1 627,41</b>
<b>TUNNELER MELLOM 100 OG 500 METER (EKS.MVA)</b>				<b>18 329,33</b>	<b>13 023,10</b>	<b>13 023,10</b>	<b>17 901,46</b>
<b>TUNNELER MELLOM 100 OG 500 METER (INKL. 23%MVA)</b>				<b>22 545,07</b>	<b>16 018,41</b>	<b>16 018,41</b>	<b>22 018,79</b>



## **VEDLEGG E**

### **Nytte-/kostanalyse for Region Vest og alle regionene**

### Nytte-/kostnadsanalyse for togradio i tunneler, Region Vest

(Alle tall i 1000 kroner)

Beregningsdato :		09.02.99		Diskonteringsrente, 7 %		N/K =		0	
Beregn.år	År	Investeringer		Gevinster		Disk.faktor	Diskonterte summer		
		Investeringer	Restverdi	NSB BA Sparte personalkostnader (Goods)	JBV Drift og vedlikehold		Investering	Nytte	
	1					1,00			
	2					1,07			
	3	24 200				1,14	21 137	0	
	4	24 200				1,23	19 754	0	
	5	24 200				1,31	18 462	0	
1	6			0	-135	1,40	0	-96	
2	7			0	-135	1,50	0	-90	
3	8			0	-135	1,61	0	-84	
4	9			0	-135	1,72	0	-79	
5	10			0	-135	1,84	0	-73	
6	11			0	-135	1,97	0	-69	
7	12			0	-135	2,10	0	-64	
8	13			0	-135	2,25	0	-60	
9	14			0	-135	2,41	0	-56	
10	15			0	-135	2,58	0	-52	
11	16			0	-135	2,76	0	-49	
12	17			0	-135	2,95	0	-46	
13	18			0	-135	3,16	0	-43	
14	19			0	-135	3,38	0	-40	
15	20			0	-135	3,62	0	-37	
16	21			0	-135	3,87	0	-35	
17	22			0	-135	4,14	0	-33	
18	23			0	-135	4,43	0	-30	
19	24			0	-135	4,74	0	-28	
20	25			0	-135	5,07	0	-27	
21	26			0	-135	5,43	0	-25	
22	27			0	-135	5,81	0	-23	
23	28			0	-135	6,21	0	-22	
24	29			0	-135	6,65	0	-20	
25	30		12 100	0	-135	7,11	1 701	1 682	
Sum ikke diskontert		72 600	12 100	0	-3 375				
Alle tall i tusen 1998-kroner									
Sum diskontert		59 354	1 701	0	-1 200	SUM	61 055	501	

## Nytte-/kostnadsanalyse for togradio i tunneler i alle regioner

(Alle tall i 1000 kroner)

Beregningsdato : 09.02.99		Diskonteringsrente, 7 %				N/K = 0,3		
Beregn.år	År	Investeringer		Gevinster		Disk.faktor	Diskonterte summer	
		Investeringer	Restverdi	Sparte personalkostnader (Goods)	Drift og vedlikehold		Investering	Nytte
	1					1,00		
	2					1,07		
	3	61 200				1,14	53 454	0
	4	61 200				1,23	49 957	0
	5	61 200				1,31	46 689	0
1	6			4 536	-295	1,40	0	3 024
2	7			4 536	-295	1,50	0	2 826
3	8			4 536	-295	1,61	0	2 641
4	9			4 536	-295	1,72	0	2 468
5	10			4 536	-295	1,84	0	2 307
6	11			4 536	-295	1,97	0	2 156
7	12			4 536	-295	2,10	0	2 015
8	13			4 536	-295	2,25	0	1 883
9	14			4 536	-295	2,41	0	1 760
10	15			4 536	-295	2,58	0	1 645
11	16			4 536	-295	2,76	0	1 537
12	17			4 536	-295	2,95	0	1 437
13	18			4 536	-295	3,16	0	1 343
14	19			4 536	-295	3,38	0	1 255
15	20			4 536	-295	3,62	0	1 173
16	21			4 536	-295	3,87	0	1 096
17	22			4 536	-295	4,14	0	1 024
18	23			4 536	-295	4,43	0	957
19	24			4 536	-295	4,74	0	895
20	25			4 536	-295	5,07	0	836
21	26			4 536	-295	5,43	0	781
22	27			4 536	-295	5,81	0	730
23	28			4 536	-295	6,21	0	683
24	29			4 536	-295	6,65	0	638
25	30		30 600	4 536	-295	7,11	4 301	4 897
Sum ikke diskontert		183 600	30 600	113 400	-7 375			
<b>Alle tall i tusen 1998-kroner</b>								
Sum diskontert		150 101	4 301	40 327	-2 623	<b>SUM</b>	154 402	42 006

Jernbaneverket  
Biblioteket

JBV



09TU09072  
**102943**