

Jernbaneverket

# Felles veg- og jernbaneutbygging

Tunnelkonsepter

Standardisering av løsninger



Oppdragsnr.: 5163477 Dokumentnr.: R-OP1-001 Versjon: B04  
2016-12-01

**Oppdragsgiver:** Jernbaneverket  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Lars Rognstad Rugtvedt  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
**Oppdragsleder:** Lise Lund  
**Fagansvarlig:** Eirik Moen  
**Andre nøkkelpersoner:** Morten Knudsmoen, Jens W. Bjerkelund

B04	2016-12-01	Oppdatert etter ny versjon av N500	EIM	LILUN	EIM
B03	2016-10-25	Implementert kommentarer etter høring	EIM	LILUN	EIM
B02	2016-09-05	Utkast - for kommentar	EIM	LILUN	EIM
A01	2016-09-02	Intern utgave	EIM		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Dagens regelverk</b>	<b>7</b>
3.1	Vegtunneler	7
3.1.1	Tunnelklasser veg	7
3.1.2	Vertikalkurvatur	8
3.1.3	Utvidelse for nisjer	8
3.1.4	Nødutganger (rømningsveger)	8
3.1.5	Brannsikring	9
3.2	Jernbanetunneler	10
3.2.1	Tunnelkonsept jernbane	10
3.2.2	Vertikalkurvatur	11
3.2.3	Utvidelse for nisjer	11
3.2.4	Tilgang til sikkert område	11
3.2.5	Brannsikring	11
<b>4</b>	<b>Samspillsløsninger</b>	<b>13</b>
4.1	Valg av tunnelkonsept jernbane	13
4.2	Valg av tunnelklasse veg	13
4.3	Felles trase	13
4.4	Rømning	14
4.4.1	Rømning fra veg- til jernbanetunnel	15
4.4.2	Rømning fra jernbane- til vegtunnel	16
4.4.3	Felles sikkert område (samspillsløsning)	16
4.4.4	Sporoppbygging ved evakuerings-/beredskapssoner	17
4.4.5	Brannsikring	17
4.4.6	Risiko for ulykker	18
4.5	Trafikkstyring	18
4.6	Planlegging og prosjektering	18
4.7	Utbygging	18
4.8	Drift og vedlikehold	19
4.8.1	Materialbruk	19
<b>5</b>	<b>Kostnadsvurderinger</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Videre vurderinger og avklaringer</b>	<b>21</b>



# 1 Forord

Dette notatet er skrevet med bakgrunn i konseptet som er gjort i KVU Voss – Arna og bygd på Fellesprosjektet E6/ Dovrebanen. Det forventes at besparelsene for felles utbygging av veg og jernbane er betydelige. Etablering av felles rømming mellom veg og jernbane vil i mange prosjekter ivareta et høyt sikkerhetsnivå, samtidig som prosjektomfanget kan reduseres. Det er også forhold knyttet til drift og vedlikehold som kan gjøres på en lettere måte ved etablering av slike rømningskonsepter.

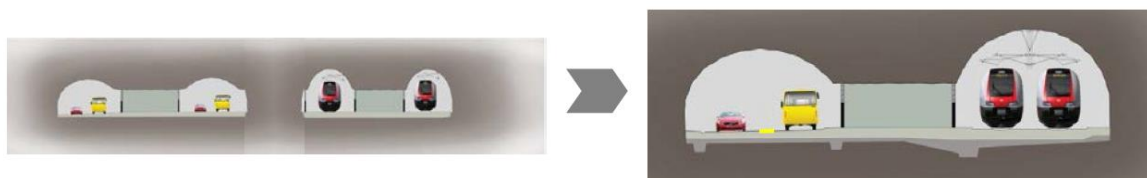
Notatet er utarbeidet i tett samarbeid mellom Jernbaneverket, Statens vegvesen og Norconsult. Det er gjennomført work-shop i prosessen med deltakere fra begge etater der ulike løsninger ble tegnet og diskutert. Personene som har deltatt i utarbeidelsen av dette notatet har bred erfaring innen veg og jernbane, både innen prosjekterings- og byggefasen.

I tillegg til selve rømningskonseptet vil det ligge kostnadsgevinster knyttet til selve prosjektgjennomføringen der veg og jernbane bygges samtidig. Dette innebærer blant annet organisering, entrepriser, prosjekteringer med mer. Dette vil ikke omtales nærmere i dette notatet.

## 2 Innledning

Det pågår felles planlegging og prosjektering av vei og jernbane på flere strekninger i Norge. Jernbaneverket og Statens vegvesen mener det kan ligge betydelige innsparinger i disse prosjektene dersom prosjektene planlegges godt fra tidlig planfaser. Dette gjelder spesielt fellesstrekninger i tunnel, men muligens også i dagsoner.

Det er behov for vurderinger av fellesløsninger som kan redusere kostnadene for fellesprosjekter på generelt grunnlag, hvor reduksjon i utbyggingskostnadene er et mål.



Figur 1 Optimalisert samspilløsning mellom vei- og jernbanetunnel

Denne rapporten er utviklet gjennom prosjektet for «Dobbeltspor Nordlandsbanen Stjørdal-Åsen», hvor ett av alternativene for ny jernbanetrase er i en felles korridor med nye E6 fra Kvithamar til Langstein. I tillegg har det vært sett på et tilsvarende prosjekt på Bergenbanen for strekningen Arna-Stanghelle, samt erfaringsoverføring fra «Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen» mellom Eidsvoll og Stange som nylig er ferdigstilt.

Rapporten har til hensikt å beskrive hvordan vurderinger knyttet til reduserte utbyggingskostnader kan løses for et felles veg og jernbaneprosjekt hvor traseen ligger i en felles tunnelkorridor.

Følgende fokusområder er definert:

- ❖ Finne kostnadsoptimale løsninger
- ❖ Finne optimale rømningskonsepter
- ❖ Utnytte felles infrastruktur
- ❖ Utnytte felles brannvernløsninger
- ❖ Gevinster ved felles utbygging og organisering
- ❖ Gevinster for drift og vedlikehold

Rapport er søkt utformet slik at den kan brukes av både Statens vegvesen og Jernbaneverket som grunnlag for kommende planlegging.

## 3 Dagens regelverk

Dagens regelverk er fungerer som 2 separate «oppslagsverk» som ikke er samkjørte for en felles korridor som utnyttes både av vegen og jernbanen.

### 3.1 Vegtunneler

Normaler og retningslinjer er kravdokumenter og de viktigste håndbøkene i Statens vegvesens håndbokhierarki. Normaler er hjemlet i lovverk og gjelder all offentlig veg/gate eller Statens vegvesen og andre myndigheter. Oversikt over alle vegvesenets håndbøker finnes her:

- ❖ [Håndbøker Statens Vegvesen](#)

Regelverket knyttet opp til vegtunneler er i hovedsak gitt av håndbok N500 som ble oppdatert i november 2016. Normalen gjelder for alle typer vegtunneler og er benyttet som grunnlag for beskrivelsen i dette kapitlet. Håndboken kan lastes ned via følgende link:

- ❖ [Håndbok N500](#)

#### 3.1.1 Tunnelklasser veg

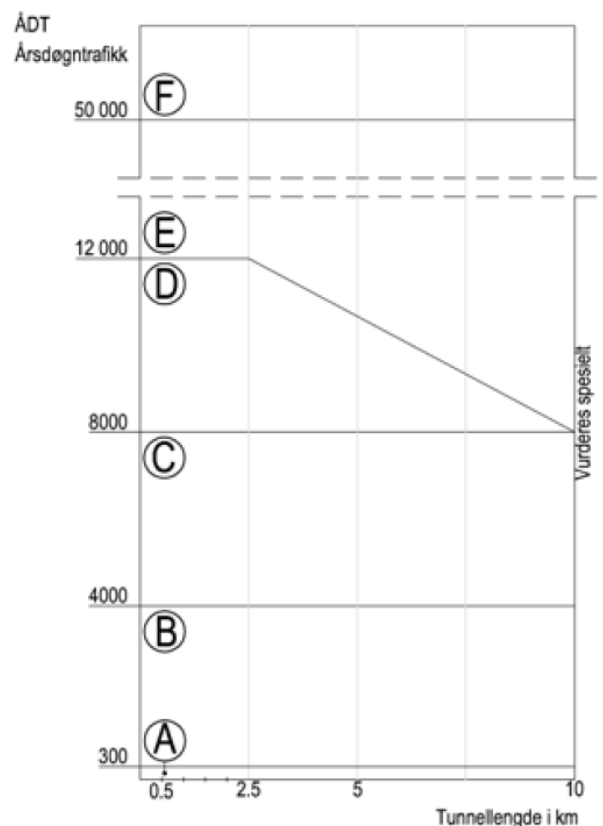
Tunnelene inndeles i tunnelklasser basert på trafikkmengde og tunnellengde, se Figur 2. Trafikkmengde angis som årsgjennsnitt (ÅDT). ÅDT er total trafikkmengde pr. år dividert med 365 og angis som sum trafikk i begge retninger.

Tunnelklasse skal velges ut fra den trafikkmengde som kan forventes 20 år, ÅDT (20), etter at tunnelen er åpnet for trafikk. Lengden på tunnelen har i tillegg betydning når det gjelder fastlegging av tunnelklasse D eller E som vist i Figur 2.

Tunnelklassene er utgangspunktet for å bestemme tunnelprofil, antall tunnellop, behov for havarinisjer, snunisjer, gangbare tverrforbindelser, nødutganger samt sikkerhetsutrustning.

Tunnelprofilene gis betegnelse etter total bredde i kjørebanelnivå,

Kravet til fri høyde i tunneler er 4,6 m med unntak av tunneler for gang- og sykkeltrafikk. Kravet til fri høyde gjelder vinkelrett på kjørebanelnivå, målt ved kantstein.



Figur 2 Tunnelklasser veg

### 3.1.2 Vertikalkurvatur

Med unntak for undersjøiske tunneler skal ikke veg i tunnel bygges med mer enn 5 % stigning.

#### Drenering i tunnel

I henhold til håndbok N200 (kapittel 4 - Grøfter, kummer og rør – pkt 405.7) skal grøftens fall i lengderetningen hele veien minst være 0,5 % i en vegtunnel.

### 3.1.3 Utvidelse for nisjer

#### Nisje for havari og snunisjer

Havarinisjer skal muliggjøre parkering utenfor kjørebane ved nødstop og med en normalavstand som angitt i tabellen under. Det skal i tillegg anlegges snunisjer for større kjøretøy for tunnelklasse B, C og D for tunneler med en lengde over 2 x normalavstanden som angitt i tabellen under.

Tabell 1 Normalavstand for havari- og snunisjer

Tunnelklasse	Normalavstand havarinisje	Normalavstand snunisje	Kommentar
A	–	–	Møteplasser
B	500 m	2 000 m	Snunisje bygges i tunneler > 4 km
C	375 m	1500 m	Snunisje bygges i tunneler > 3 km
D	250 m	1 000 m	Snunisje bygges i tunneler > 2 km
E	500 m	–	Angitt avstand gjelder for hvert tunnellop
F	250 m	–	Angitt avstand gjelder for hvert tunnellop

#### Nisje for tekniske bygg

Teknisk bygg skal plasseres i egen nisje med tett vegg mot trafikkrommet. Nisjen bør plasseres i forbindelse med havarinisje.

#### Nisje for nødstasjoner

Avstanden mellom nødstasjoner skal ikke overstige 150 meter.

### 3.1.4 Nødutganger (rømningsveger)

Nødutganger gjør det mulig for trafikantene å forlate tunnelen og nå et trygt sted i tilfelle det oppstår en ulykke eller brann. De gir også redningstjenestene adgang til tunnelen til fots.

Tunnelsikkerhetsforskriftene stiller krav til etablering av nødutganger for tunneler med lengde 0,5 – 10 km med ÅDT > 8 000 og for tunneler med lengde > 10 km med ÅDT > 4 000. Kravet inntreffer på det tidspunkt ÅDT overstiger de gjengitte verdiene.

Nødutganger bygges enten som tverrforbindelser mellom tunnellop, eller direkte utgang fra tunnelen til det fri. For toløps tunneler etableres nødutganger med gangbare tverrforbindelser mellom tunnellopene med innbyrdes avstand på 250 meter.

For ettløps tunneler kan nødutganger etableres med utganger direkte til det fri, utganger til rømningsstunnel eller ved bygging av ekstra tunnellop med gangbare tverrforbindelser mellom tunnellopene. Valg av løsning og når det eventuelt skal etableres, skal godkjennes av Vegdirektoratet for riksveg.

Krav til nødutganger gjelder også for ramper tilknyttet tunnelsystemet.

Tilstrekkelig evakueringskapasitet for tverrforbindelsene skal sikres spesielt.



### 3.1.5 Brannsikring

Krav til brannsikring er beskrevet i håndbok N500 kapittel 4.4, hvor dimensjonerende branneffekt for tunnelklasse D er angitt til 100 MW.

#### Slokkevann

Det skal finnes vannforsyning i alle tunneler. Det skal finnes hydranter i nærheten av portalene og innvendig, med mellomrom som ikke skal overstige 250 m. Dersom vannforsyning ikke er tilgjengelig skal det sikres at tilstrekkelig vannmengde er tilgjengelig på annen måte, for eksempel ved bruk av tankbil.

Alternative løsninger er i henhold til tunnelveiledning N520 kapittel 4.2.2:

- ❖ Etablering av egne kummer (ca. 6 m<sup>3</sup>) i tilknytning til drencsystemet.
- ❖ Tankvogn med tilstrekkelig kapasitet (minimum 6 m<sup>3</sup>).
- ❖ Slokkevannsreservoar ved lavbrekk.

#### Ventilasjon

Det er et generelt krav om at det skal monteres ventilasjonsanlegg i vegtunneler med en lengde over 1000 meter når ÅDT er over 1000 kjøretøy/døgn.

Det er i tillegg et krav om brannventilasjon for alle vegtunneler med en stigning under 2 % og med en lengde på over 500 eller 1000 meter (avhengig av tunnelklasse). Dette er nærmere beskrevet i håndbok N500 kapittel 9.4.4. Dette vil være aktuelt for en samspillsløsning med en jernbanetunnel som ikke kan ha større stigning enn 2%.

## 3.2 Jernbanetunneler

Jernbaneverkets tekniske regelverk er et viktig styringsverktøy og hjelpemiddel ved utforming, bygging og dimensjonering av jernbaneanlegg og er en samlebetegnelse for retningslinjene innenfor de ulike jernbanetekniske fagområdene. Oversikt over alle retningslinjene i teknisk regelverk finnes her:

❖ [Jernbaneverkets tekniske regelverk](#)

Regelverket knyttet opp til jernbanetunneler er i hovedsak gitt av retningslinjene i [«Tunneler / Prosjektering og bygging»](#). Regelverket omhandler i tillegg krav til sikkerhetstiltak i henhold til TSI SRT 2014. Regelverket gjelder for prosjektering og bygging av nye tunneler for hastighet  $V \leq 250$  km/h. og er benyttet som grunnlag for beskrivelsen i dette kapitlet.

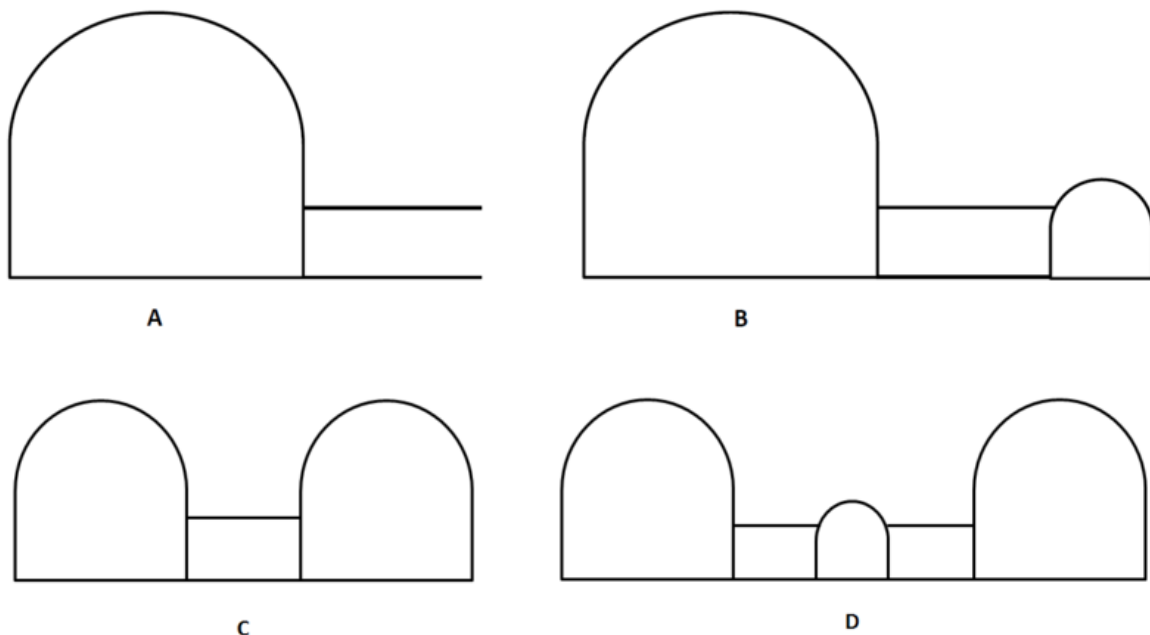
Det er igangsatt et prosjekt i Jernbaneverket for å etablere en «Beredskapsveileder for tunneler». Arbeidet med denne veilederen skal ferdigstilles våren 2017.

### 3.2.1 Tunnelkonsept jernbane

Følgende prinsipielle tunnelkonsept benyttes for dobbeltsporede jernbanestrekninger (se også Figur 3 og [«Veileder for valg av tunnelkonsept»](#)):

- Ett stort dobbeltsporet løp med rømningsveger til det fri eller annet sikkert sted for minimum hver 1000 meter.
- Ett stort dobbeltsporet løp med parallell service-/rømningsstunnel med tverrforbindelse for rømning for minimum hver 1000 meter.
- To separate enkeltsporede løp med tverrforbindelse mellom disse for hver 500 meter.
- To separate enkeltsporede løp med servicetunnel forbundet med rømningsveger mellom tunnelene

Dette er de samme løsningene som omfattes av TSI SRT, og gjelder jernbanetunneler med lengde på mer enn 1 km.



Figur 3 Tunnelkonsept for dobbeltsporede jernbanestrekninger

Aspekter som tunnelsikkerhet, geologiske forutsetninger, anleggsteknikk med TBM eller konvensjonell sprengning, kostnader, drift og vedlikehold påvirker valget mellom dobbeltspor eller to parallelle enkeltspørtunneler. Tunnellengde vil ha avgjørende betydning for valg av konsept.

### 3.2.2 Vertikalkurvatur

Krav til vertikalkurvatur er gitt av de generelle kravene som gjelder for sporets trase. Normalkravet tilsier at en ny jernbane ikke skal bygges med mer enn 12,5 ‰ stigning for baner med blandet trafikk.

Minstekrav tilsier at det kan tillates en stigning på inntil 20 ‰ stigning for en lengde på opptil 3 km.

#### Drenering i tunnel

I henhold til teknisk regelverk (Underbygning / Prosjektering og bygging / Drenering – kap 7.2) skal grøftens fall i lengderetningen hele veien minst være 3,0 ‰.

### 3.2.3 Utvidelse for nisjer

#### For teleanlegg

Radioutstyr (repeatere) for GSM-R og MIT skal plasseres for hver 500 meter i tverrslag eller i egne telenisjer.

#### For tekniske rom

Teknisk rom skal plasseres i egen nisje med tett vegg mot trafikkrommet. For lengre tunneler vil det være behov for tekniske rom hver 1000 meter. Rommene har et arealbehov på om lag 100 m<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Tilgang til sikkert område

Sikre områder skal være tilgjengelig for personer som selv begynner å evakuere fra toget, og for redningstjenestene.

Et sikkert område er et sted i eller utenfor tunnelen der det er mulig å overleve en stund, og der passasjerer og personale kan søke tilflukt etter at de har forlatt et tog. Det skal være mulig å ta seg fra det sikre området til friluft uten å måtte returnere til det berørte tunnellopet.

Det er ikke krav om universell utforming av rømningsvegene for en jernbanetunnel.

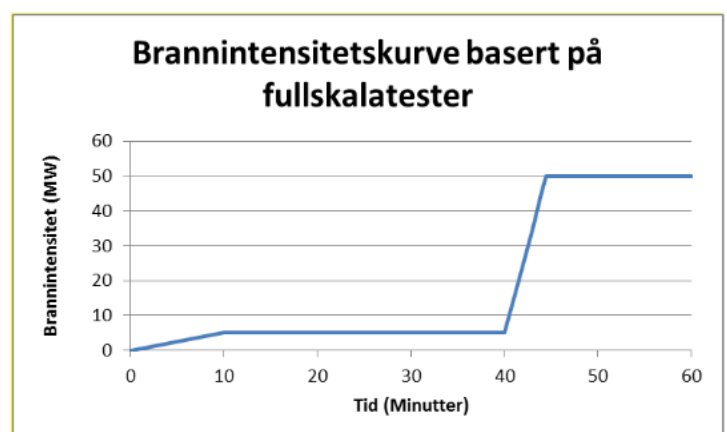
### 3.2.5 Brannsikring

Brannintensitetskurve som angitt i figuren til høyre, skal legges til grunn som dimensjonerende brannscenario.

Normal prosedyre vil være å kjøre ut av tunnelen hvor mulighetene for brannslukking er mye bedre.

Dette er nærmere beskrevet i Teknisk regelverk under [Tunneler/Prosjektering og bygging/Sikkerhetstiltak](#).

Det er i «Teknisk designbasis for Intercity» angitt en brannlast for et «Sikkert område» på 50 MW.



Figur 4 Brannintensitetskurve for persontogmateriell med brannhemmende egenskaper

Ved brann skal tunnelkledningen være brannbestandig i et tidsrom som er tilstrekkelig langt til at passasjerer og togpersonale kan redde seg selv eller evakueres, og til at redningstjenestene kan utføre sitt arbeid. Dette tidsrommet skal være i samsvar med evakueringsscenarioene som er inntatt og beskrevet i beredskapsplanen.

#### Slokkevann

I henhold til Teknisk regelverk og TSI-SRT 2014 er det ikke krav til uttak av slokkevann i tunnelen.

Beredskapsplasser skal etableres utenfor begge portaler for tunneler lengre enn 1.000 meter. Arealet skal være minst 500 m<sup>2</sup> og ha uttak for vann med sikker vannkilde på minst 800 l/min i to timer, det vil si et volum på 96m<sup>3</sup> (STI SRT 2014, Krav nr: 4.2.1.7.)

Dette er også lagt til grunn for anbefalingen i «Teknisk designbasis for Intercity», dersom risikonivået er normalt.

#### Mekanisk ventilasjon

I henhold til Teknisk regelverk og TSI-SRT 2014 er det ikke krav til røykventilasjon. Tunnelens egne naturlige ventilasjon anses normalt som tilstrekkelig.

Mekanisk ventilasjon anses ikke som et effektivt tiltak i selvevakueringsfasen, men kan være et middel for redning og bekjempelse ved kravet om tilretteleggelse for assistert evakuering. Dette avklares for den enkelte tunnel i beredskapsplanen.

For ikke-elektrifiserte strekninger eller strekninger der dieseldrift utgjør en stor del av togtrafikken, skal tunneler over 2000 m vurderes mht. luftkvalitet og avtrekk for å unngå konsentrasjon av CO og CO<sub>2</sub>.

## 4 Samspillløsninger

Samspillløsninger er aktuelt for parallelle veg- og jernbanetunneler lengre enn 2 km, hvor det blir krav om rømningsveger eller nødutganger til det fri eller annet sikkert sted og hvor det da kan være mulig med rømning til parallell veg- eller jernbanetunnel.

### 4.1 Valg av tunnelkonsept jernbane

For en samspillløsning med parallell vegtrase vil det være naturlig å gå videre med et tunnelkonsept av **type B** – ett stort dobbeltsporet løp med parallell service-/rømningstunnel med tverrforbindelse, hvor parallell vegtunnel defineres som rømningstunnel.

Prinsipper for rømning er nærmere beskrevet i kapittel 4.4 Rømning.

### 4.2 Valg av tunnelklasse veg

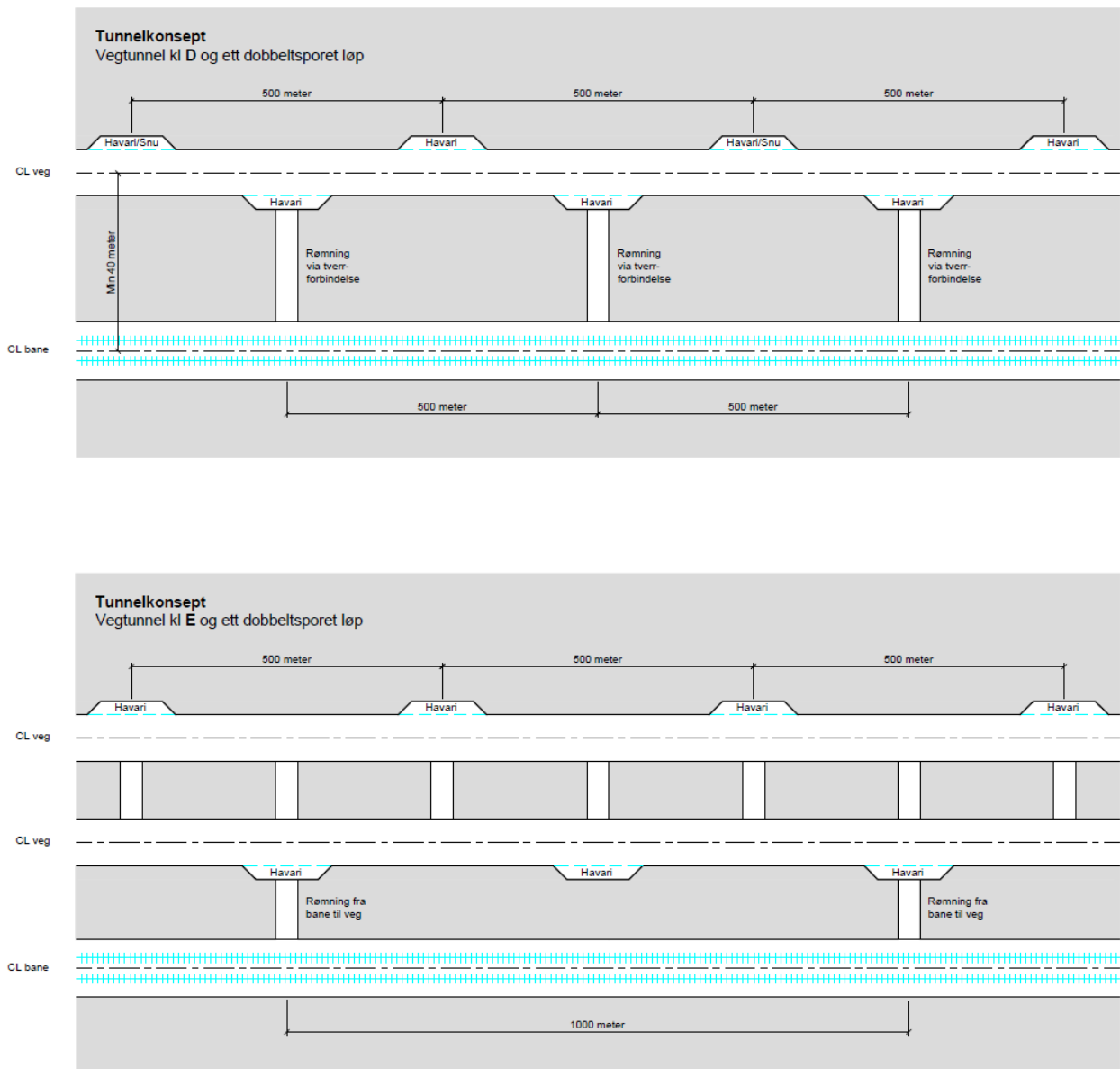
For en samspillløsning med parallell jernbanetrase vil det være naturlig å ta utgangspunkt i vegtunneler som kommer inn under **tunnelklasse D** eller lengre vegtunneler i tunnelklasse C hvor det er krav om nødutganger til det fri eller egen rømningstunnel med tverrforbindelser, hvor parallell jernbanetunnel defineres som rømningstunnel. Rømning vi da skje via et venteareal (sikker sone).

Vegtunneler i **tunnelklasse E** vil rømning skje internt i vegtunnelene og vil følgelig ikke dra nytte av en parallell jernbanetunnel. Se også figur 5.

### 4.3 Felles trase

En felles trasekorridor vil bli styrt av geometrikravene som gjelder for jernbanetunnelen. Traséene trenger ikke ligge helt parallelt, men for å få til et hensiktsmessig samspill mellom tunnelene er det en fordel at de ligger omtrent på samme nivå. Dette har blant annet sammenheng om krav til maksimal stigning på 5% for rømningsvegene fra en vegtunnel.

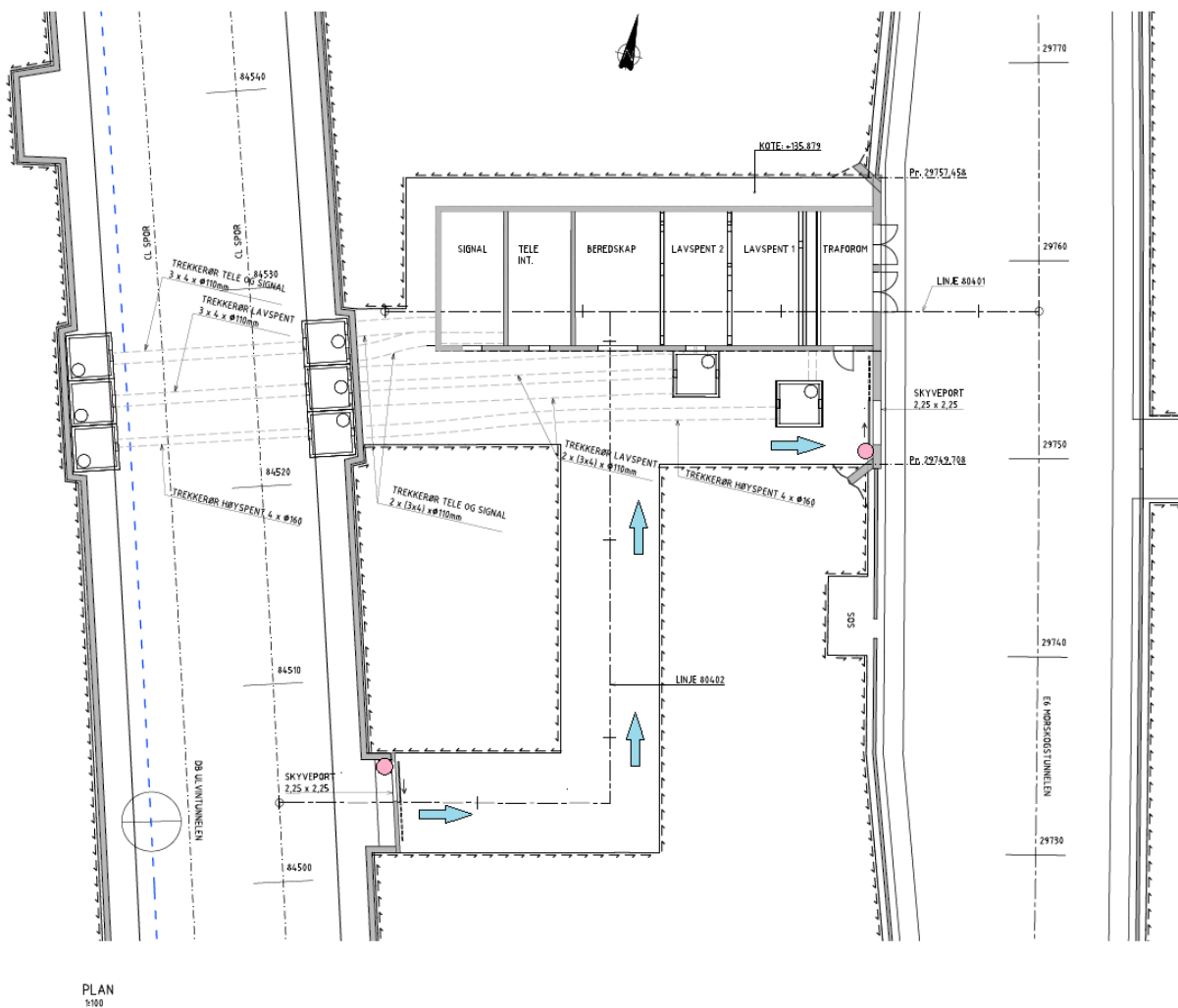
Avstanden mellom tunnelene er blant annet styrt av bergkvaliteten og kan i prinsippet være relativ kort (om lag 10 meter) ved gode fjellforhold, men for en samspillløsning vil arealkravene til et sikkert område være førende for avstanden mellom tunnelene. Denne avstanden er i utgangspunktet satt til minimum 25 meter. Avstanden er basert på erfaringstall i fra tilsvarende løsninger som er etablert i andre tunneler (se Figur 6 som viser løsning mellom Ulvintunnelen og Morskogtunnelen) og må i tillegg tilpasses arealbehovet for de enkelte utbyggsprosjektene. Dette er nærmere beskrevet i de påfølgende kapitlene.



Figur 5 Samspillsløsning veg- og jernbanetunnel

## 4.4 Rømning

Rømning via tverrforbindelser mellom tunnelene er et krav ved lengre vegtunneler og det bygges også tilsvarende tverrforbindelse for jernbanetunnelene i Follobaneprojektet. Det finnes også eksempler på at det er etablert tverrforbindelser mellom vegtunnel og jernbanetunnel, blant annet på Gjevingåstunnelen, nye Holmestrandtunnelen og for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen ved Mjøsa (mellom Ulvintunnelen og Morskogtunnelen). Løsningen fra Fellesprosjektet er vist i Figur 6.



Figur 6 Tverrforbindelse Ulvintunnelen – Morskogtunnelen

Rømningsløsningen krever en tydelig grensenittavklaring og ansvarsfordeling mellom Jernbaneverket og Statens Vegvesen. Dette må ivaretas gjennom egne avtaler.

#### 4.4.1 Rømning fra veg- til jernbanetunnel

Ved en brann i vegtunnelen som varer mindre enn 2 timer vil det være lite aktuelt med evakuering via jernbanetunnelen. Det vil heller ikke være behov for evakuering ved vanlige trafikkulykker i vegtunnelen. Evakuering til jernbanetunnelen vil kun være aktuelt ved brann i store kjøretøy eller trafikkuhell med store lekkasjer av farlig gass eller væske

Rømning vil skje via etablerte tverrforbindelser mellom tunnelene. Avstanden mellom tverrforbindelsene tilpasses tunnelklassen som angitt i N500, og skal for tunnelklasse D ha en maksimal avstand på 500 meter.

Tverrforbindelsene etableres i forbindelse med havarisisjer for vegtunnelen.

Ved en nødsituasjon må det være systemer som ivaretar varsling mellom Vegtrafikksentralen og Togledersentralen. Her vil risikoen være størst tilknyttet rømning fra veg over til jernbanen, og det må være systemer for å hindre at personer slipper inn i jernbanetunnelen før togtrafikken har stanset. Dette medfører at tverrpassasjen må anses som et midlertidig venteareal (midlertidig sikkert område),

selv om tiden det tar for å varsel og stenge banen ikke er veldig lang. I prinsippet vil evakuering fra veg- til jernbanetunnel kunne fungere tilsvarende som ved evakuering mellom to vegtunneler.

#### **Venteareal (sikkert område) - veg**

Vegtunnelen vil være utstyrt med automatisk stoppdeteksjon (AID) slik at tunnel blir stengt når en bil stopper i vegbanen. Stopplys ved havarinisjene (hver 250 meter for klasse D), medfører at det blir relativt få biler stående nært ulykkesstedet. Et venteareal bør dimensjoneres for å kunne håndtere 2 busslaster, eller om lag 150 personer. Med et arealbehov satt til 0,6 m<sup>2</sup>/person (tilsvarende krav som til private tilfluktsrom gitt i forskrift [FOR-1995-03-15-254](#)), samt plass til utstyr for brannsikring, gir dette et arealbehov på omlag 125 m<sup>2</sup>.

#### **4.4.2 Rømning fra jernbane- til vegtunnel**

Rømning vil skje via etablerte tverrforbindelser mellom tunnelene. Avstanden mellom tverrforbindelsene tilpasses valgt tunnelkonsept og for konsept type B er denne satt til minimum hver 1000 meter.

Rømning fra jernbane til veg vurderes som vesentlig enklere/ mindre risikofylt, og bør kunne skje med vanlig varsling til VTS på dører. Det vurderes som nødvendig at havarinisjer anlegges der tverrpassasjen plasseres, da persontallet fra et tog kan være relativt høyt. Dette tilsier også at rømning bør kunne skje uten behov for venting i tverrpassasjen (dvs. må være fri flyt uten stengte dører ved rømning fra bane til vei). Dette må verifiseres for aktuell trafikksituasjon gjennom en risikoanalyse.

#### **Venteareal (sikkert område) - jernbane**

Dersom en risikoanalyse viser at det vil være nødvendig å etablere et sikkert område mellom tunnelene ved en evakuering fra jernbane til veg, skal området ivareta følgende krav:

- Et sikkert område skal gjøre det mulig å evakuere tog som bruker tunnelen. Området skal ha kapasitet som tilsvarer den maksimale kapasiteten for tog som skal trafikkere linjen der tunnelen befinner seg.
- I det sikre område skal det være mulig å overleve for passasjerer og personale til evakueringen fra det sikre området til et endelig sikkert sted er gjennomført.
- Fra sikre områder under bakken eller under vann skal det være mulig å ta seg fra det sikre området til friluft uten å måtte returnere til det berørte tunnellopet.
- I utformingen av et sikkert område under bakken, med tilhørende utstyr, skal det tas høyde for røykkontroll, framfor alt for å beskytte personer som benytter anlegget til å evakuere seg selv.

Dagens togsett har typisk en kapasitet på om lag 400 personer. Dette gir et arealbehov på om lag 250-300 m<sup>2</sup>. Arealbehovet må tilpasses de togsett som er aktuelle for jernbanetunnelen.

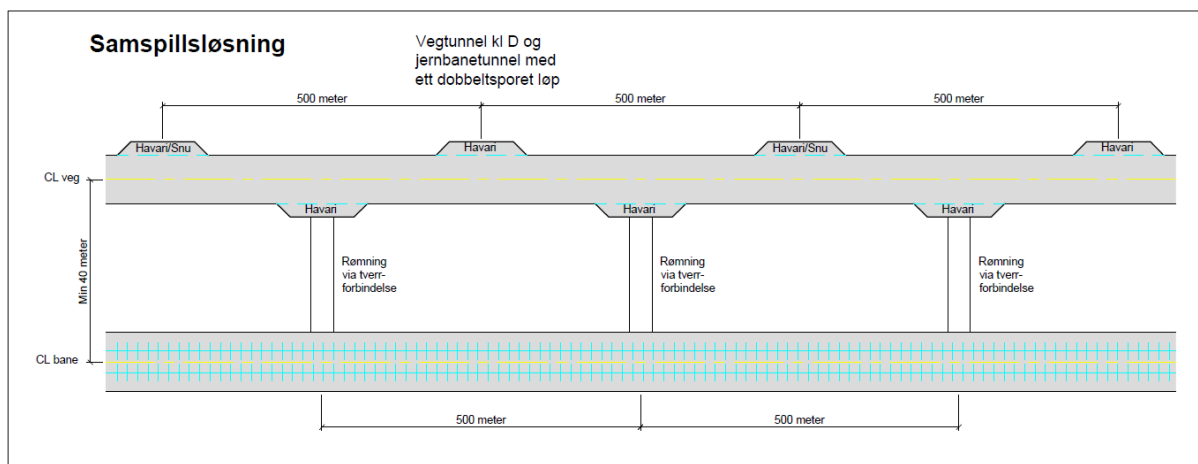
Evakuering fra jernbane- til vegtunnel vil være en så sjelden hendelse at stenging av vegtunnelen bør kunne aksepteres. Alternativt kan nedsatt fart til 30 km/t vurderes for en strekning på 500 meter ved evakueringspunktet.

#### **4.4.3 Felles sikkert område (samspillsløsning)**

En samspillsløsning vi kreve at det etableres tverrforbindelser mellom tunnelene for minimum hver 500 meter som også kan fungere som et midlertidig sikkert område imellom tunnelene.

Det bør settes av et areal på om lag 125 m<sup>2</sup> for et midlertidig sikkert område mellom tunnelene. Tverrforbindelsen bør derfor ha en bredde på minimum 5 meter og en lengde på minimum 25 meter.





Figur 7 Prinsipp-løsning for samspill-løsning

Det skal etableres snunisjer hver 1000 meter i vegtunnelen (klasse D) og med en løsning som vist i Figur 7, vil det aldri være mer enn 250 meter fra en tverrforbindelse til nærmeste snunisje.

Det vil også være hensiktsmessig å etablere de tekniske rommene som tunnelene krever i sammenheng med de sikre områdene mellom tunnelene. Dette er blant annet gjort på Ulvintunnelen, som vist på Figur 6. Dette vil medføre en ytterligere økning av arealbehovet på om lag 100 m<sup>2</sup>. Tekniske rom etableres anslagsvis hver 1000 meter.

#### 4.4.4 Sporoppbygging ved evakuerings-/beredskapssoner

Dersom det er ordinær ballast i overbygningen vil en nødssituasjon eller en brann og redningsøvelse sannsynligvis ødelegge sporet, og vedlikehold må gjennomføres før sporet kan tas i bruk på nytt. Dette kan unngås ved å etablere et ballastfritt spor. Ulempen er at et ballastfritt spor koster 4-10 ganger mer i investering. Valg av løsning gjennomføres etter en risikovurdering.

#### 4.4.5 Brannsikring

En samspill-løsning muliggjør å ha felles brannvannsløsning ved beredskaps plassene utenfor portalene. Her må det være uttak for vann med sikker vannkilde som tilfredsstiller TSI krav om minimum 800 l/min i 2 timer.

Det er i utgangspunktet ikke krav til uttak av slokkevann inne i tunnelene, så vann må derfor transporteres inn til brannområdet med tankvogner. I vegtunnelen kan dette gjøres ved bruk av ordinære brannbiler, mens det for jernbanen må foregå med skinnegående «branntog».

En alternativ løsning kan være å utruste jernbanetunnelen med et brannvannsanlegg som består av et tomt rørsystem som fylles opp med pumper fra den sikre vannkilden (løsning ala Ulvintunnelen) hvor det i tillegg vil være mulig for brannvesenet å koble seg på anlegget og fylle på fra tverrforbindelsene til vegtunnelen. En annen løsning kan være å legge en gjennomgående trykkledning i vegtunnelen med vannuttak i havarinisjene og tverrforbindelsene.

Valg av løsning og dimensjonering vil være avhengig av en risikovurdering knyttet til hvert enkelt utbyggingstiltak.

#### 4.4.6 Risiko for ulykker

Sannsynligheten for behov for evakuering er vesentlig større fra veg enn fra bane. Denne typen behov er en svært sjelden hendelse i en jernbanetunnel, noe som også gjør at evakuering over til veg blir en sjelden hendelse med dertil lav risiko. Fra veg er situasjonen derimot annerledes, og må forventes med relativt høy hyppighet internt i vegtunnelen, men det vil sjelden være behov for evakuering over til jernbanetunnelen.

### 4.5 Trafikkstyring

Vegvesenet og Jernbaneverket har forskjellige prinsipper og systemer for trafikkstyring, noe som gjør det vanskelig å forene systemene til en felles plattform. Det må derfor etableres sikre (automatiserte) varslingsrutiner ved en hendelse mellom Vegtrafikksentralen og Togledersentralen.

Dette må ivaretas gjennom en egne avtaler.

### 4.6 Planlegging og prosjektering

Felles planlegging og prosjektering, hvor samarbeid og forankring står i fokus, er en forutsetning for å kunne komme frem til en optimal og kostnadsreducerende samspillsløsning.

#### Forankring av beslutning

For å komme frem til de «gode løsningene» er det viktig å forankre beslutningene på et så tidlig stadium som mulig. Det er da viktig å løfte beslutningen opp i systemet hos veg- og jernbanemyndighetene og deretter være tro mot de vedtatt konseptene for en samspillsløsning.

#### Standardiserte løsninger

For å ha et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for valg av konsept, vil dette kreve en detaljeringsgrad som viser at tiltaket er gjennomførbart. Dette kan gjøres ved «tidlig detaljprosjektering» av tekniske løsninger eller ved å etablere ett sett med standardiserte løsninger som er man vet at vil fungere og vil bli godkjent av myndighetene.

Ingen utbyggingstiltak er like, så derfor må disse standardiserte og godkjente løsningene tilpasses det enkelte tiltaket, noe som medfører en viss grad av detaljprosjektering i en tidlig planfase. Da kan man relativt enkelt (og kostnadseffektivt) kunne komme frem til et godt beslutningsgrunnlag og et konsept som kan leve videre i hele plan- og utbyggingsfasen.

### 4.7 Utbygging

Organisering av utbyggingsprosjektet bør ideelt ha en felles prosjektorganisasjon med representanter fra begge etatene. Denne organisasjonen må tidlig på plass og være en aktiv part i detaljprosjekteringen og kontraheringen av entreprenør som foregår i forkant av utbyggingen. I denne fasen er det viktig å være tro mot etablerte og vedtatte løsninger og prinsipper. Dette for å unngå kostnadsdrivende prosesser og endringer som ikke tilfører prosjektet nye kvaliteter.

Det bør i tillegg være en felles økonomistyring, med en definert og omforent fordelingsnøkkel, som gjør at det er forutsigbarhet i hele prosessen.

En felles prosjektorganisasjon vil dessuten kunne utnytte at det er en del overlappende funksjoner som skal ivaretas i et stort utbyggingsprosjekt som ikke trenger å være dedikert til enten veg- eller jernbanetunnelen. Dette vil kunne gi en slankere (og mer effektiv) organisasjon.

## 4.8 Drift og vedlikehold

En samspillsløsning vil gjøre det enklere å få tilgang til de tekniske rommene som er knyttet til jernbanetunnelen, da løsningen åpner for tilkomst via havarinisjene i vegtunnelen. Hovedvegen vil derfor kunne nyttiggjøres som driftsveg for jernbanens driftsapparat. Visitasjoner, feilsøking og annet vedlikehold vil derfor kunne gjennomføres uten å legge beslag på skinnegangen. Dette vil gi en høyere oppetid, og en mer fleksibel driftssituasjon.

### 4.8.1 Materialbruk

Levetiden for konstruksjonene inne i tunnelen kan forbedres ved bruk av høyere kvalitet på materialer og kvalitetssikring under byggefasen. Det bør derfor tilstrebes bruk av syrefast materiale for å minimere vedlikeholdskostnadene.

## 5 Kostnadsvurderinger

Hovedmålet med et felles utbyggingsprosjekt er reduksjon i utbyggingskostnadene.

Innledningsvis ble følgende fokusområder definert og det er påført underpunkter med forslag til løsning for å nå disse fokusområdene:

1. Finne kostnadsoptimale løsninger
  - a. Redusere antall tunnelløp for jernbane
  - b. Redusere antall tunnelløp for veg
2. Finne optimale rømningskonsepter
  - a. Direkte rømning til veg-/jernbanetunnel via sikre områder
  - b. Unngå lange tverrslags-/rømningstunneler
3. Utnytte felles infrastruktur
  - a. Etablering av felles tekniske rom
4. Utnytte felles brannvernløsninger
  - a. Felles brannvann og rømningssoner ved portalene
5. Gevinster ved felles utbygging og organisering
  - a. Forankre beslutning og være tro mot etablerte/vedtatte løsninger
  - b. Overlappende funksjoner => kan dele på resurser
6. Gevinster for drift og vedlikehold
  - a. Enklere tilgang til tekniske rom fra vegtunnel

### Reduksjon av antall tunnelløp

Ved å redusere antall tunnelløp vil en kunne oppnå store kostnadmessige gevinster. Kostnadsvurderinger gjort for KVV Voss-Arna viser et reduksjonen er betydelig og at det er hensiktsmessig løsning å jobbe videre med ut i fra den trafikken som skal gå på strekningen.

### Optimale rømningskonsepter

For å kunne vurdere hva dette medfører i eksakt kostnadsreduksjon må en gjøre en vurdering av alternativet med lange tverrslags-/rømningstunneler med utgang til det fri. Dette vil innebære full prosjektering av også slike konsepter. Det anbefales å planlegge felles rømning mellom veg og jernbane der dette er mulig.

### Utnytte felles infrastruktur

Fordel for drift og vedlikehold. Kostnadmessig liten konsekvens.

### Utnytte felles brannvernløsninger

Utnytte muligheten til å etablere en felles rømningssone ved portalene.

### Felles utbygging og organisering

Ved å forankre beslutning og være tro mot etablerte/vedtatte løsninger kan gi et positiv bidrag til totaløkonomien utbyggingsprosjektet men er vanskelig å tallfeste på et generelt grunnlag. Bør inngå som en del av en generelle usikkerhetsvurderingene som gjøres i en kostnadsvurdering.

### Gevinster for drift og vedlikehold

Kostnadmessig vil dette rømningskonseptet gi liten gevinst.

## 6 Videre vurderinger og avklaringer

Noen stikkord for videre vurderinger og avklaringer:

- ❖ Definere funksjonskrav for veg og jernbane for et «sikkert område».
- ❖ Definere hva arealbehovet er for et «sikkert område» som skal fungere for veg og jernbane.
- ❖ Utfordre vegnormalen/tunnelforskriften i forhold til definerte grenser mellom tunnelklasse D og tunnelklasse E.

Og på sikt:

- ❖ Implementere løsninger med parallelle vegtunneler inn i Jernbaneverkets tekniske regelverk
- ❖ Implementere løsninger med parallelle jernbanetunneler inn i håndbøkene til Statens vegvesen.