



# Fagrappport: Tunnel

## Detaljreguleringsplan E39 Mandal – Lyngdal øst

---

LYNGDAL KOMMUNE

Oppdragsnr:	10219378
Oppdragsnavn:	E39 Mandal – Lyngdal Øst; Detaljreguleringsplan
Dokument nr.:	NV42E39ML-TNL-RAP-0001
Filnavn	E39_ML_Lyngdal_Tunnel_Fagrapport

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	18.05.2021	1. gangsbehandling	NOKNSK m.fl	NOROHD m.fl.	NOHOLL

## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
2.1	Innledning .....	5
2.2	Bakgrunn og formål .....	6
2.3	Forutsetninger og hoveddata .....	6
<b>3</b>	<b>Regulering .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Eikeråsheiatunnelen .....</b>	<b>9</b>
4.1	Generelt .....	9
4.2	Ingeniørgeologiske forhold .....	10
4.3	Anleggstekniske forhold .....	10
4.3.1	Tunneldriving og riggområde .....	10
4.3.2	Utslipp fra anleggsvirksomhet .....	10
4.3.3	Påvirkning på omgivelser .....	11
4.3.4	Natur .....	11
4.3.5	Sikring og injeksjon .....	11
4.4	Tekniske løsninger .....	11
4.4.1	Geometri .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.4.2	Portal .....	11
4.4.3	Vegoverbygning .....	11
4.4.4	Vann og avløp .....	11
4.4.5	Vann- og frostsikring .....	12
4.5	Sikkerhets- og beredskapsmessige forhold .....	13
4.5.1	Generelt .....	13
4.5.2	Risikovurdering av tunnelen .....	13
4.5.3	Trafikkregulering ved stengt tunnel .....	13
4.5.4	Sikkerhetsanordninger i tunnelen .....	13
4.5.5	Belysning .....	14
4.5.6	Ventilasjon .....	14
4.6	Tilførsel el-anlegg .....	15
4.6.1	Høyspentfremføring .....	15
4.6.2	Tekniske bygg .....	15
4.6.3	Føringsveier .....	15

<b>5 Referanse.....</b>	<b>16</b>
<b>6 Vedlegg.....</b>	<b>16</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>17</b>

## 1 Sammendrag

Eikeråsheiattunnelen har en samlet tunnallengde på om lag 3 km. Hver portal får en lengde på ca. 15 meter. Omtrent 2,1 km av tunnelen ligger i Lyngdal. Tunnelmunning i øst ved Haugdal ligger på ca. 190 moh., mens tunnelmunning i vest ved Lene ligger på ca. 55 moh.

Tunnelen ligger i tunnelklasse E og skal ha havarinisjer for hver 500 m og nødutgang via tverrforbindelser for hver 250 m. Utenfor hver portal etableres stopplomme i hver kjøreretning. I fb. havarinisjer i tunnelen vil det bli etablert tekniske bygg og vannbehandlingsanlegg for veiovervann. Renset overvann føres til resipient. Drensvann benyttes til oppfylling av vannreservoar for vaskevann og slukkevann.

Tunnelen planlegges med utgangspunkt i Statens vegvesens håndbøker (Håndbok N100 Veg- og gateutforming og N500 Vegtunneler). Tunnelen planlegges etter dimensjoneringsklasse H3, med normalprofil T10,5 uten forsterket midtoppmerking. Tunnelen får to atskilte løp, ett for hver kjøreretning, hvor hvert tunnellop vil ha feltbredder på 3,5 meter, tilsvarende vei i dagsonen.

Portalene anlegges med traktform og lengde ca. 15 m, og utformes med rette vegger og buet tak (tilsvarende tunnelprofil T10,5).

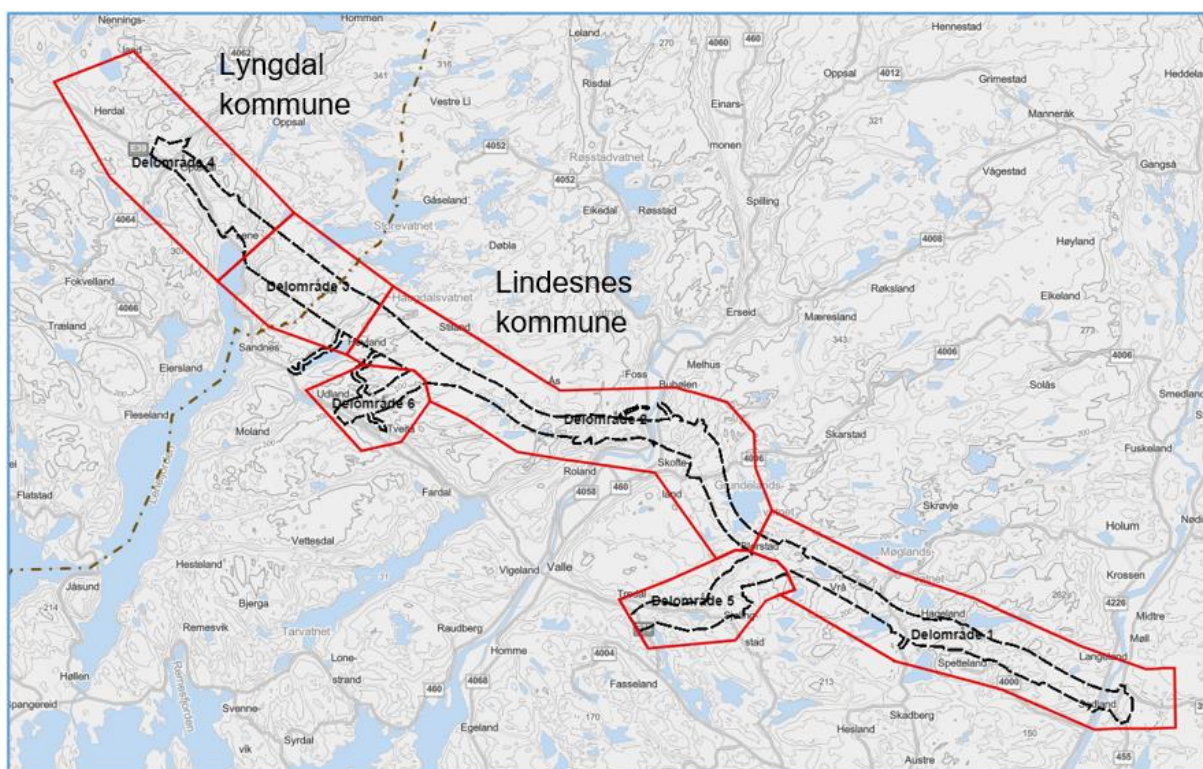
Tunnelen vil bli drevet konvensjonelt, dvs. med boring og sprengning, samt forinjeksjon etter behov. Overdekningen langs det meste av strekningen er på mer enn 100 meter. Grunnforholdene vurderes som relativt oversiktlige. Terrenget utenfor tunnelpåhuggene er bratt, og det må påregnes skredsikring her.

## 2 Innledning

### 2.1 Innledning

Sweco utarbeider på oppdrag fra Nye Veier AS detaljreguleringsplan for E39 Mandal – Lyngdal øst. Nåværende E39 mellom Kristiansand og Stavanger er om lag 208 km lang og har ikke god nok standard i henhold til dagens trafikkmengde og trafikkavvikling. Det er høy årsdøgntrafikk (ÅDT) og mange trafikkulykker på strekningen. Dette er bakgrunnen for at nåværende E39 skal erstattes med ny, trafiksikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Ny motorvei vil gi vesentlig kortere reisetid for brukere, og dermed knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Planområdet er om lag 25 kilometer og strekker seg fra Mandalselva i Lindesnes kommune til Herdal i Lyngdal kommune. Det ligger nord for nåværende E39 og går hovedsakelig gjennom naturområder.



Figur 1: Oversiktskart over prosjektområdet. Mandalselva til høyre og Herdal til venstre.

## 2.2 Bakgrunn og formål

Denne rapporten omhandler tunneler innenfor planområdet. Gjeldene regelverk som er lagt til grunn er Håndbok N500. Rapporten skal presentere de viktigste forholdene som må vurderes ved tunnelen i prosjektet.

## 2.3 Forutsetninger og hoveddata

Tabell 1 gir en oversikt over hoveddata for tunnelen. Tunnelen prosjekteres etter de retningslinjer og krav som er gitt i Håndbok N500.

Tunnelprofil T10,5 iht. N100/N500 er vist i vedlegg 1. Se også F-tegninger i teknisk plan som viser profil.

Tunnelen vil ha havarinisjer for hver 500 m og tverrforbindelser for hver 250 m iht. håndbok N500. Prinsipp for plassering av havarinisjer og tverrforbindelser er vist i Vedlegg 1.

Gangbare tverrforbindelser/rømningstunneler er prosjektert med tverrsnitt T4.

Tabell 1. Hoveddata tunnel. Tunnelportaler har en lengde på ca. 15 m ut fra tunnelpåhugg.

Objekt	Lengde, m	Stigning, gj.snitt	ÅDT	Hastighet	Vei-klasse	Tunnel-klasse	Tunnel-profil
Eikeråsheia-tunnelen	Ca. 3 km	4,36 %	15.000 / 14.000 (avhengig av tilførselsvei Udland)	110 km/t	H3	E	2 x T10,5

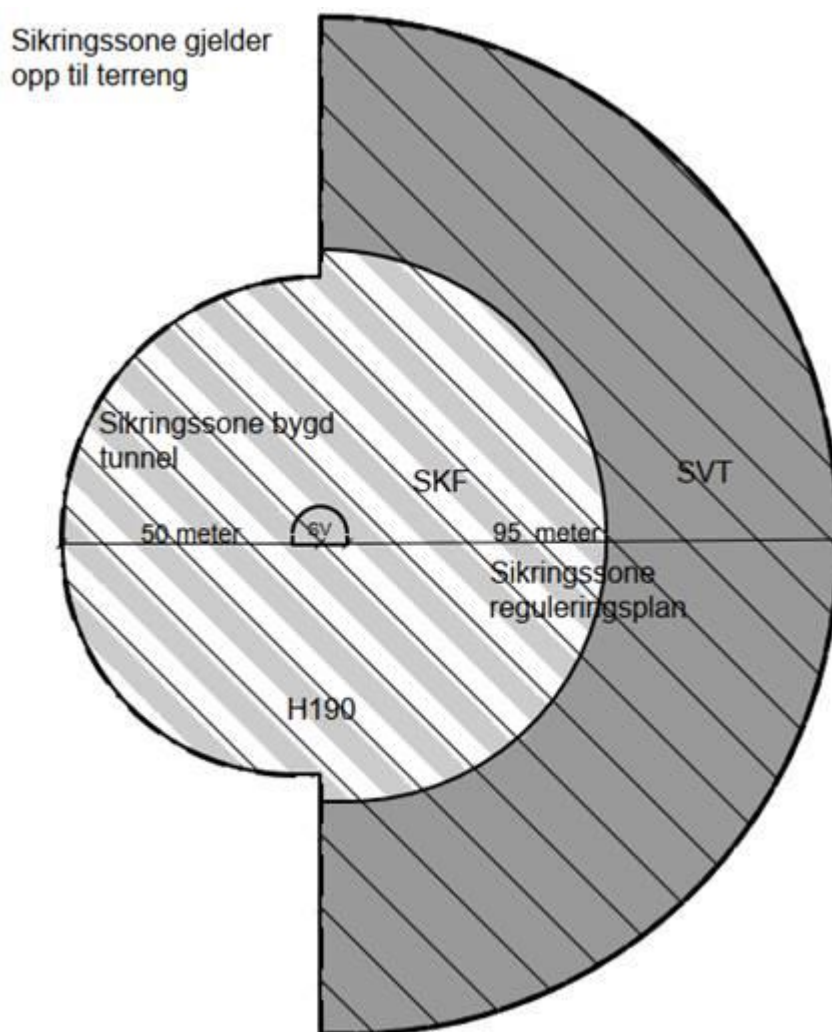


### 3 Regulering

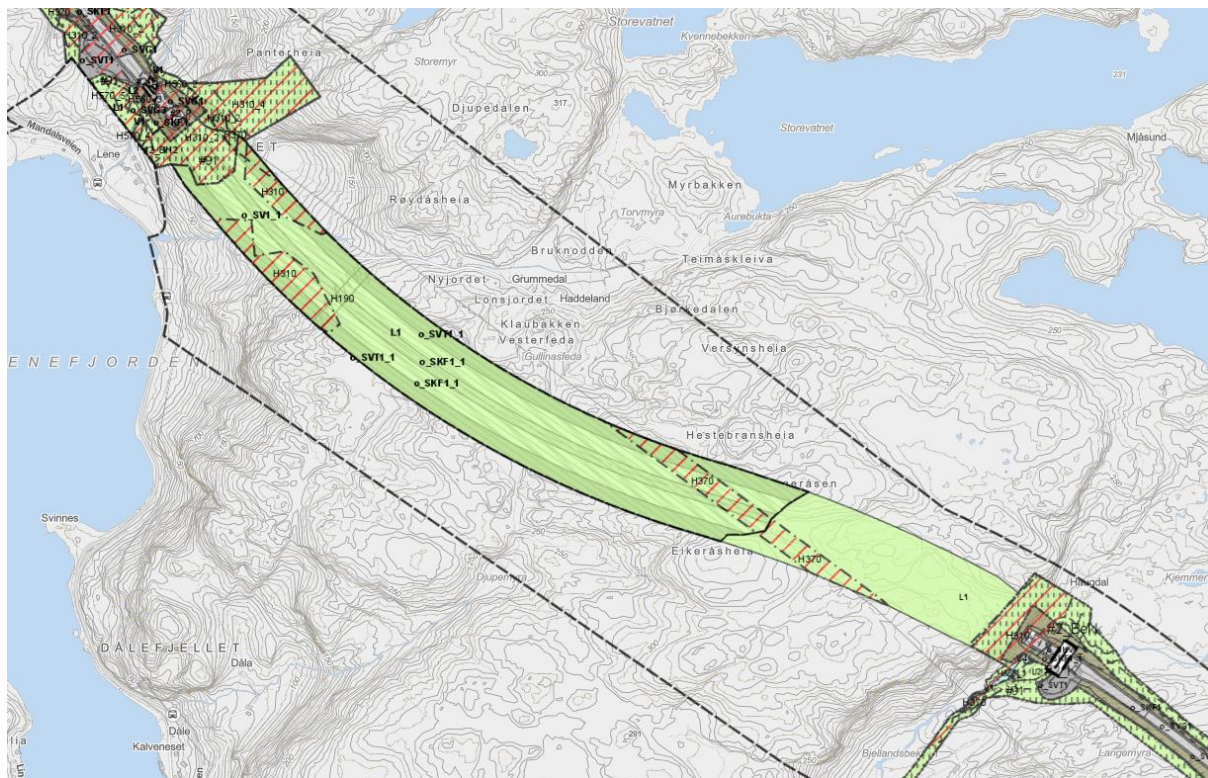
Tunnelen blir regulert etter følgende prinsipp, se Figur 2:

- Veg reguleres Kjøreveg (2011) og resten som annen veggrunn – teknisk anlegg (2018).
- Byggegrense i tunnel 50 m, offset fra kjøreveg.
- Sikkerhetssone H190 i tunnel 25 meter eller opp til terreng, offset fra linje for byggegrense.

Reguleringsgrenser/hensynssoner er vist i Figur 3.



Figur 2. Viser prinsippkisse av tunnel slik den reguleres (høyre halvdel) og slik den tilpasses ferdigstilt samferdselsanlegg (venstre halvdel). (Kilde: Sweco Norge). H190=hensynssone 190. SKF= SVT=



Figur 3. Oversikt tunnel med reguleringsgrenser, fra innsynsløsning Sweco.



## 4 Eikeråsheiattunnelen

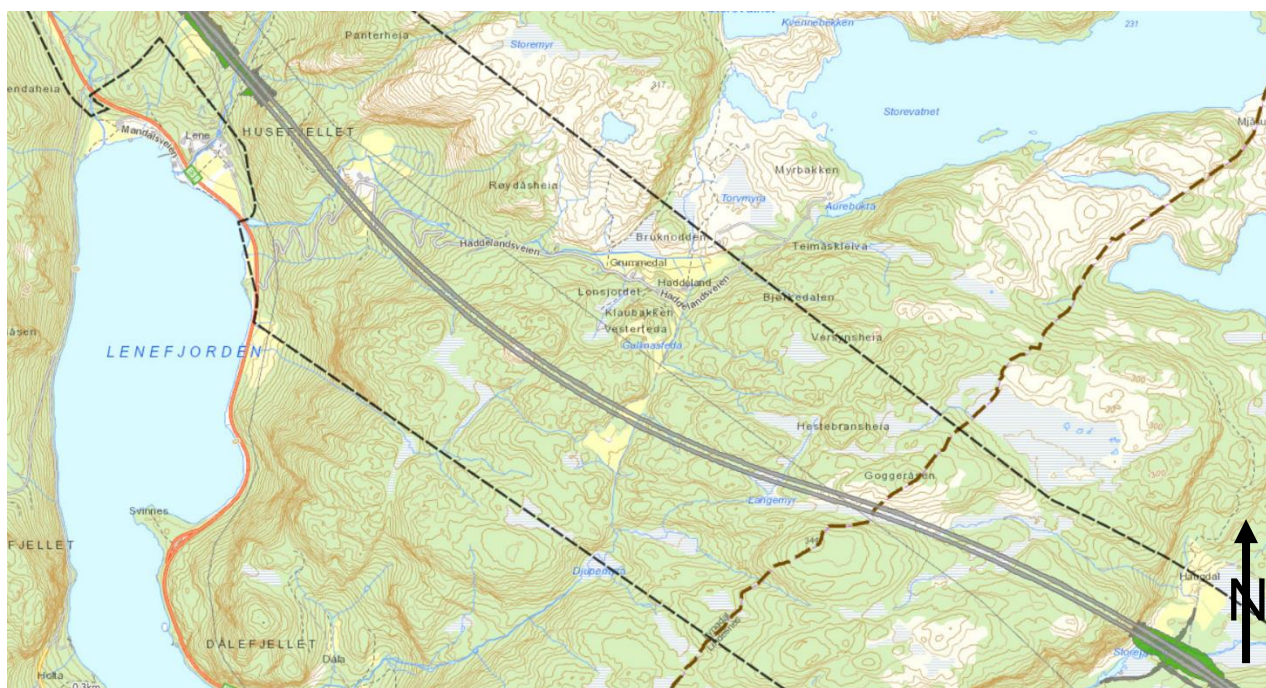
### 4.1 Generelt

Eikeråsheiattunnelen er lokalisert i delområde 3 og 4 mellom Lene i vest og Haugdal i øst. Tunnelen er om lag 3 km lang. Plassering er vist i Figur 4. Lengdeprofil er vist i Figur 5. Se også C-tegninger i teknisk plan. Utsnitt fra fagmodell Tunnel er gitt vist i Vedlegg 2.

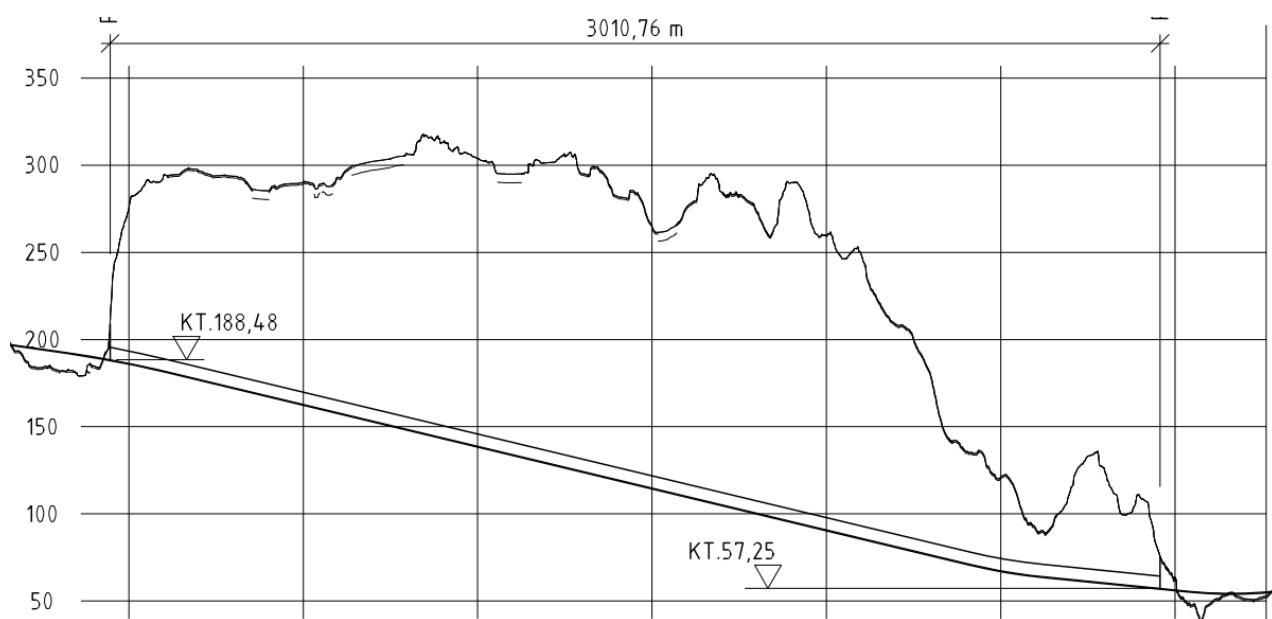
Påhugg øst er på ca. kt. 190. Derfra går den på synk (ca. 4% i gjennomsnitt) mot Lene. Påhugg vest er ved ca. kt. 55. Fra tunnelpåhugget er det en kort strekning (ca. 50 m) før veien går over i bru. Lengde bergtunnel er ca. 3010 m. Lengde inkl. portaler (å 15 m) er ca. 3040 m.

Minste avstand/minimum bergpilar mellom tunneløpene er ca. 10 m med unntak mot tunnelportaler der det kan bli noe innsnevring av avstand mellom tunneløpene.

Tunnelen går gjennom et kupert utmarksområde. Det er et par gårder ca. 300 m nord for traseen langs Haddelandsveien, samt sør for forskjæring ved Lene.



Figur 4. Oversikt tunnel, fra innsynsløsning Sweco.



Figur 5. Lengdeprofil Eikeråsheiatunnelen.

## 4.2 Ingeniørgeologiske forhold

Det vises til fagrapport Ingeniørgeologi.

## 4.3 Anleggstekniske forhold

### 4.3.1 Tunneldriving og riggområde

Det vises til anleggsteknisk rapport for beskrivelse av tunneldriving og riggområder.

### 4.3.2 Utslipp fra anleggsvirksomhet

I forbindelse med tunneldriving må det etableres renseanlegg for driftsvann. Det er ikke kommunalt spillvannnett i området slik av overskuddsvann må føres til resipient. Utslippskrav må avklares med Statsforvalteren.

Avløpsvannet fra tunneldriften vil være en blanding av drens vann fra berget og driftsvann fra borrigg og annet utstyr i tunnelen. Vannforbruket fra tunneldrivingen må vurderes på bakgrunn av valgt driveopplegg og antall tunnelrigger.

Avløpsvannet vil inneholde boreslam og nitrogen fra sprengstoff. Avløpsvann fra tunneldriften må minimum renses i sandfang med dykket utløp for at oljerester ikke skal føres direkte ut til resipient. Lukket system for prosessvann ved tunneldriving bør vurderes.

Ved driving fra begge ender av tunnelen vil anleggsvann fra driving vestfra (Lene) renne på selvfall ut mot påhugg Lene, mens anleggsvann fra tunneldriving fra øst (Haugdal) må pumpes ut til påhugg Haugdal.

### 4.3.3 Påvirkning på omgivelser

#### 4.3.3.1 Setningsrisiko

Bygg nær tunnelen er utsatt for en setningsrisiko hvis de står på setningsømfintlige masser. Det er lite bebyggelse langs traséen. Det er ca. 6 hus/gårder som ligger nær tunnelen. Fundamenteringsmetode for byggene er ukjent. Hus innenfor en avstand på ca. 100 m fra senterlinje tunnel bør besiktiges før anleggsstart.

#### 4.3.3.2 Rystelser og støyende arbeider

Bergoverdekningen langs det meste av tunnelen er på mer enn 100 m. Beboere i nærheten vil kunne merke rystelser og strukturlyd fra tunneldriving.

Det må forventes restriksjoner på sprengningsarbeidene samt arbeidstid for sprengning og andre støyende arbeider i tunnelen langs deler av traseen. Det må defineres grenseverdier for rystelser iht. NS8141. Generelt forutsettes at støyforskriftene (T-1442) legges til grunn. Arbeidstid for støyende arbeider må også avklares med de lokale myndigheter i forbindelse med utarbeidelse av anbudsdokumentene.

#### 4.3.4 Natur

Terrenget over tunnelen er småkupert med langsgående rygger og små daler. Mye av området er dekket av skog. Større løsmassemekktigheter er begrenset til forsenkninger i terrenget. Det må utføres hydrogeologisk vurdering av planområdet og fastsettes grenseverdier for innlekkasjer hvis grunnvannssenkning vurderes å bli et problem.

#### 4.3.5 Sikring og injeksjon

Det vises til fagrapport Ingeniørgeologi

## 4.4 Tekniske løsninger

#### 4.4.1 Portal

Det vises til egen fagrapport om konstruksjoner for nærmere beskrivelse av portalene.

Fra påhugget og litt inn i tunnelen etableres et kontaktstøpt hvelv som fungerer som bindeledd mellom portal og innvendig vann-/frostsikring. Selve portalen går fra kontaktstøpen og ca. 15 m ut.

Portalene anlegges med traktform, og utformes med rette vegger og buet tak (tilsvarende tunnelprofil T10,5).

#### 4.4.2 Vegoverbygning

Det vises til fagrapport Vei.

#### 4.4.3 Vann og avløp

Det vises til fagrapport VA.

#### 4.4.3.1 Drenering

Det skal etableres et separat system for drene vann med langsgående hoveddrensledning i begge tunneløpene i hele tunnelens lengde for oppsamling av innlekkasjevann fra berget i vegunderbygningen, hovedsakelig grunnvann upåvirket av forurensning fra veien. Vannet føres ut i resipient ved Lene.

Det legges opp til å etablere et vannreservoar til vaskevann som fylles opp av drene vannet. Dette kan legges i nisje i tunnelen. Reservoaret må være på anslagsvis 600 m<sup>3</sup>. Dette vil også kunne fungere som reservoar for slukke vann. Det er også aktuelt å etablere en egen nedgravd tank til slukke vann utenfor portalen ved Lene.

#### 4.4.3.2 Vaskevann

Forurenset vegoverflatevann og vaskevann fra tunnel krever spesielle tiltak for oppsamling og rensing før utslipp til resipient. Renseløsningen skal minimum bestå av et lukket sedimentasjonsbasseng og en oljeavskiller. Det er lagt til grunn at det etableres en ca. 40 m lang nisje ifb. havarinisje for dette anlegget i vestgående løp, ca. 70 m inn fra Lene-siden. Bassenget plasseres slik at adkomst, tømning og vedlikehold skal være enklest mulig. Oljeavskilleren kan enten bygges separat eller som en del av renseløsningen.

I forbindelse med renseløsningen etableres et separat oppsamlingssystem for overvann, vaskevann, eventuelt oljesøl og slukke vann. Innløp via sandfangkummer og sluk med en maksimal avstand på ca. 80 meter, tilsvarende inspeksjonskummer i tilknytning til drene systemet i felles grøft, for bortledning i lukket rør frem til sedimentasjonsbassenget. For å sikre en optimal og kontrollert oppsamling av alt vaskevann er det behov for at noe av vaskevannet fra ytre del av tunnelen i vestre ende nedstrøms bassenget pumpes tilbake (ca. 100 meter) via pumpekum som anlegges utenfor vestre påhugg av tunnelen.

#### 4.4.3.3 Slokkevann

Det er ikke kommunalt ledningsnett ved tunnelen. Det legges opp til at førsteinnsatsen dekkes av tankbiler fra det lokale brannvesenet. Brannbil kan evt. få påfyll av vann fra etablert vannreservoar.

#### 4.4.4 Vann- og frostsikring

Retningslinjer for vann- og frostsikring i tunnel er gitt i håndbok N500 og R510. Hovedkonseptet for tunnelklasse E er hvelv av betongelementer. Dette kan utføres som enten helhvelv eller veggelementer i kombinasjon med brannsikret PE-skum i heng.

Ved bruk av PE-skum benyttes veggelementer i betong opp til normalt 3,5 meter over kjørebanelen. Veggelementene monteres gjennomgående på begge sider av tunnelen og med integrerte dører ved tverrforbindelser, tekniske bygg, SOS-stasjoner etc. Over veggelementene benyttes PE-skum brannbeskyttet med 80 mm nettarmert sprøytebetong og PP-fiber i ytterste lag

Brannbeskyttet PE-skum regnes i dag å være en tilfredsstillende løsning med hensyn til brannsikring. Betongelementer er brannsikre. Det foregår stadig utvikling innenfor vann- og frostsikring i veg- og jernbanetunneler og nye konsept og metoder introduseres jevnlig.

## 4.5 Sikkerhets- og beredskapsmessige forhold

### 4.5.1 Generelt

Det er 4-felts-vei slik at utrykningskjøretøy kan stå ved stopplommen eller i kjørebanelene (2 stk.) eller på skulder (2,75 m).

Det etableres et vekslingsfelt i forkant av tunnelen som gjør det mulig med adkomst til hvert løp. For portalområdet ved Lene er vekslingsfeltet på vestsiden av brua.

Redningshelikopter lander så nær skadestedet som mulig utenom høyspentlinjer osv. Helikopteret vil kunne lande i kjørebanelen hvor det gis et anbefalt landingsområde.

### 4.5.2 Risikovurdering av tunnelen

For Eikeråshei-tunnelen er det utført risikovurdering i regi av Sweco for å sikre at det avsettes nødvendig plass i reguleringsplanen til sikkerhetsmessige tiltak, se Ref. 1. Risikovurderinger og utarbeidelse av beredskapsplan skal også utføres av totalentreprenør ifb. detaljprosjektering av tunnelen.

### 4.5.3 Trafikkregulering ved stengt tunnel

Det er ikke besluttet hvordan trafikk skal håndteres ved stengt tunnel.

### 4.5.4 Sikkerhetsanordninger i tunnelen

Tunnelen skal utstyres i henhold til tunnelklasse E. Følgende sikkerhetsanordninger og sikkerhetsutstyr forutsettes:

#### Havarinisjer

Ved tunnelklasse E skal normalavstand mellom havarinisjer i hvert tunnellop være 500 m. Toleranse i plassering bør være innenfor +/- 50 m. Alle nisjer utformes med ensartet utforming. Lengde 90 m med inn- og utkjøringslengder på 30 m. En skisse for havarinisje er vist i Vedlegg 1. Det skal forsøkes å legge havarinisjer utenom større svakhetssoner i berggrunnen.

Starten på første havarinisje i tilknytning til inngående kjørefelt skal plasseres 250 m fra tunnelåpning, med en toleranse på - 50 m.

#### Stopplomme

Det er lagt opp til at det skal være stopplomme utenfor hver portal i hver kjøreretning for eventuelt nødstyringssystemer, nødtelefon og andre tekniske installasjoner (tennskap, nettstasjon osv.).

#### Rømningsveger

Ved tunnelklasse E skal det være gangbar tverrforbindelse for hver 250 m mellom tunnellopene.

#### Tekniske bygg



Det er planlagt tekniske bygg i tunnelen som vil bli plassert i forbindelse med havarinisje. Tekniske bygg skal ha tett vegg mot trafikkrommet. Tekniske bygg legges utenom større svakhetssoner i berggrunnen hvis mulig.

I tillegg til ovennevnte inngår følgende sikkerhetsutrustning:

- Nødstrømssystem
- Rømningslys
- Nødstasjon
- Fjernstyrte bommer for stenging
- ITV-overvåkning
- Nødnett og radiokringkasting
- Høydehinder (avviser)

For ytterligere detaljer henvises det til håndbok N500. Endelige løsninger avklares i neste planfase.

#### 4.5.5 Belysning

Det henvises til fagrapport Elektro.

#### 4.5.6 Ventilasjon

Dimensjoneringskriterier gitt i Tabell 1 legges til grunn. Gjeldene håndbøker for dimensjonering av ventilasjonsanlegg er N500, V714 og V520.

##### Generell informasjon

Ifølge håndbok N500 skal ventilasjonsanlegg installeres i tunneler med lengde over 1000 m når ÅDT er større enn 1000. Ventilasjonsanlegget skal dimensjoneres for trafikkventilasjon og ventilering ved brann. Erfaringer fra tilsvarende tunneler tilsier at brannventilasjonen som regel vil være bestemmende for størrelse av vifteinstallasjonene.

Eikeråsheiatunnelen har to løp og enveistrafikk i hvert løp. Tunnelene ventileres i samme retning som trafikken. Dette gjelder i en normalsituasjon og ved en brann. Viftene skal allikevel være reversible. Det er rømning fra tunnelen med brann og inn i den andre tunnelen. Ved en tunnelbrann skal røyken styres slik at den ikke trekker inn i løpet som benyttes til rømning.

I norske tunneler er langslufting valgt ventilasjonsprinsipp. Det forutsettes at ventilasjonsluften går i samme retning som biltrafikken, og det skal benyttes impulsviser som driver ventilasjonen. Forurensingsgraden øker i tunnelens lengderetning.

##### Styring av ventilasjonsanlegg

Ventilasjonsanlegget styres automatisk fra NO<sub>2</sub> måling og eventuelt siktmåling i tunnelen. I perioder med lav konsentrasjon av NO<sub>2</sub> og god sikt bør viftene stanse. Det bør legges vekt på god luftkvalitet i tunnelen i kombinasjon med trinnstyring som kan gi redusert energibruk.

Ved stor trafikkmengde kan medrivningskraften fra bilene i en-veis kjørte tunneler føre til at tunnelen i store deler av tiden er selvventilerende. Dvs. sensorer registrer lav forurensing og tunnelvifter kan stanse.

### Brannventilasjon

Eikeråsheiattunnelen har to løp og enveistrafikk i hvert løp. I følge håndbok N500 skal tunneler med enveistrafikk ventileres i samme retning som trafikken. Dette gjelder i en normalsituasjon og ved en brann. Brannvesenet skal allikevel ha mulighet for å reversere og endre hastighet og luftretning på vifter fra lokale styringspaneler i portalen på hver side av tunnelen.

For en tunnel i klasse E skal en dimensjonerende brann på 50 MW legges til grunn. Ventilasjonsanlegget skal dimensjoneres for å kunne styre røyken i ønsket retning basert på dimensjonerende brannbelastning.

Det skal utføres beregninger på ventilasjonskapasiteten ved en brann i tunnelen som ventileres i fallretningen. Beregningene skal benyttes i beredskapsplanlegging.

Det må utarbeides klare retningslinjer for hvordan viftene skal styres i forhold til evakuering av personell og innsatsstyrkenes muligheter. Eikeråsheiattunnelen har stigning på over 2% og hovedregelen er da at røykventilasjon styres oppover og innsats fra nedre portal. Retningslinjer ved brann og ulykker må inngå i beredskapsplanen som tunneleier skal utarbeide.

## 4.6 Tilførsel el-anlegg

### 4.6.1 Høyspentfremføring

Høyspentforsyning legges gjennomgående i begge løp og det legges til rette for mating fra begge sider av tunnelen.

### 4.6.2 Tekniske bygg

De tekniske byggene utformes etter krav gitt i håndbok N500.

### 4.6.3 Føringsveier

Hovedgrøfter til SSA- og SOS-skap legges under bankett på ytterside i begge løp.

Høyspenttrasé legges under bankett og det legges trekkekummer for trekking/skjøting. Trekkerør for fremføring av viftekabel legges på bolter for veggelementer og føres direkte fra nisjer for tekniske bygg. Det etableres nødvendige trekkerør for rømningslys. Ellers etableres det ledig trekkerørskapasitet i henhold til håndbok N500.

Det etableres langsgående kabelstiger i hvert løp.

## 5 Referanse

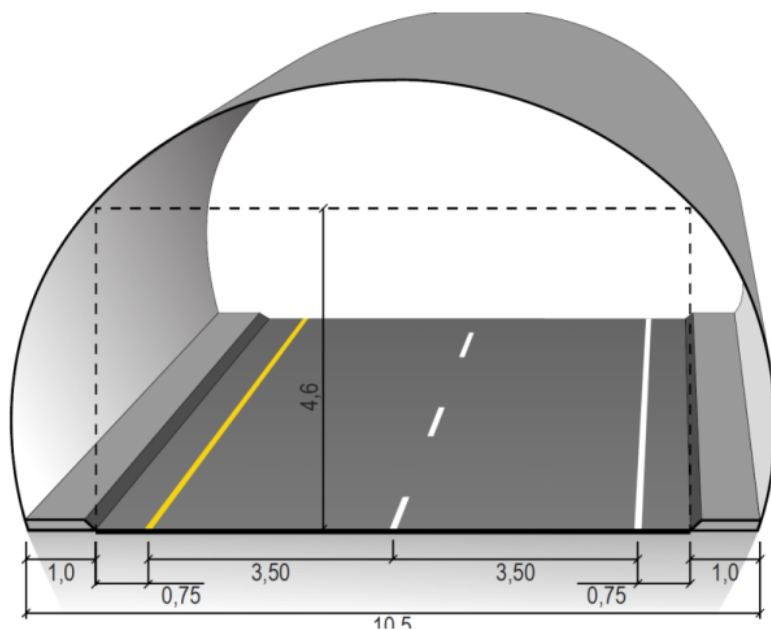
- [1] Sweco, Rapport risikovurdering av Eikeråsheiattunnelen

## 6 Vedlegg

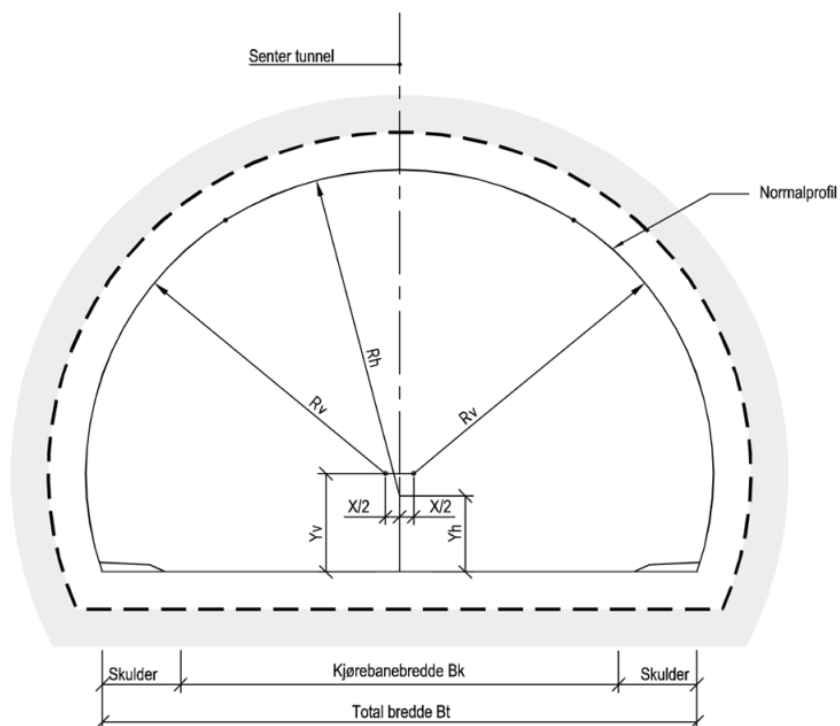
- [1] Statens vegvesen, Håndbok N100/N500/V510, figurer:
1. Tunnelprofil T10,5
  2. Skjematisk fremstilling havarinisjer, tverrforbindelser og nødstasjoner for tunnelklasse E.
  3. Skisser vann- og frostsikringskonsept tunnelklasse E
- [2] Utsnitt fagmodell Tunnel

## Vedlegg

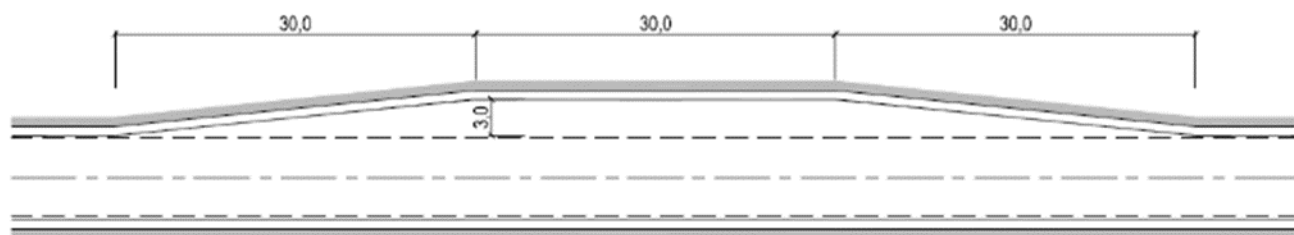
### N100, T10,5 profil:



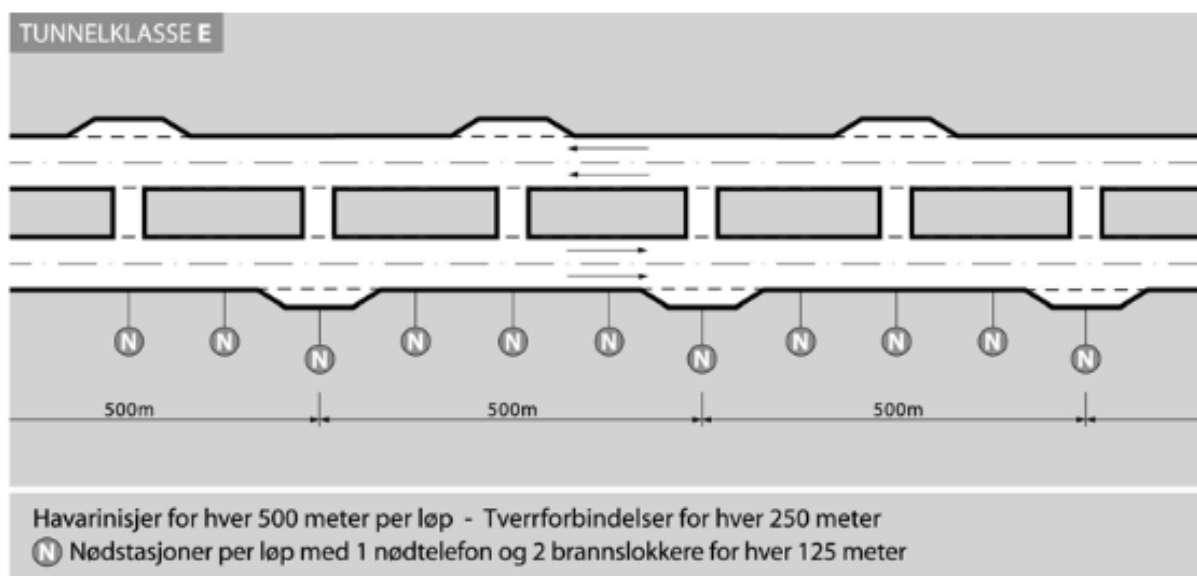
### N500, Skjematisk fremstilling tunnelprofil:



Geometriske mål for tunnelprofil T9,5 – T14,0 (målene er gitt i tabell 3.1)

**N500, Konsept sikkerhetstiltak:**

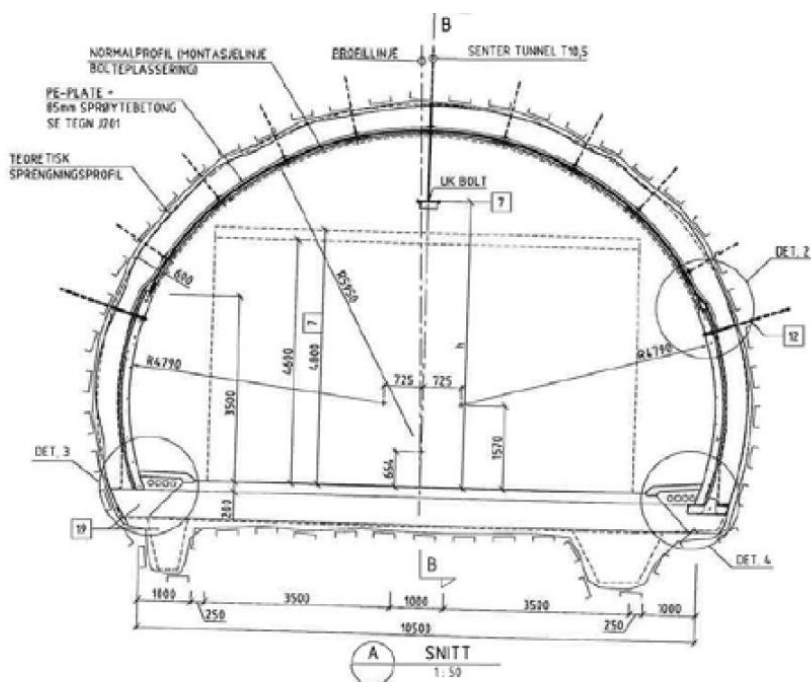
Havarinisje (fra håndbok N500).



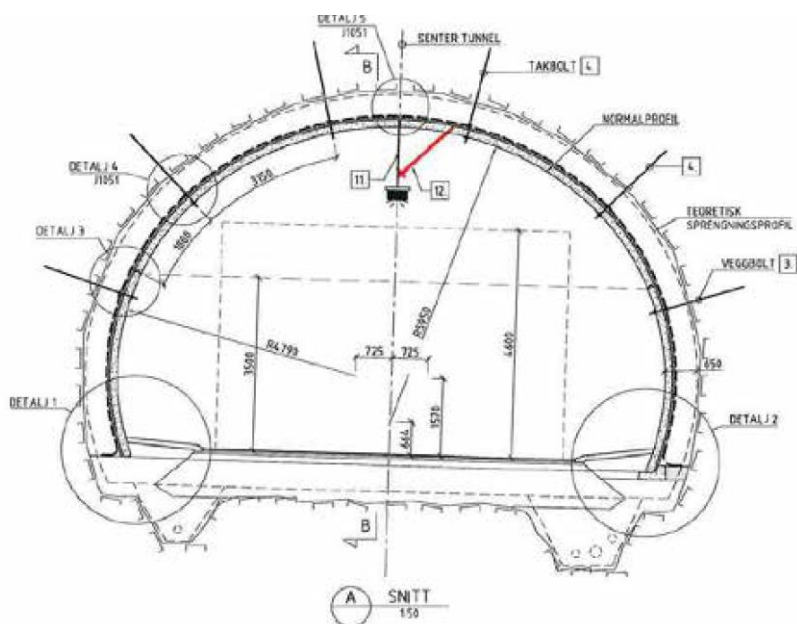
Viser hvordan havarinisjer og rømningsveger kan plasseres i forhold til hverandre.



V520, Vann- og frostsikringskonsept for tunnelklasse E:



Figur 7.8 Skisse av PE-hvel i heng og med betongelementer i vegg, T10,5 [63]



Figur 7.9 Skisse av betongelementhvel, T10,5 [63]

### Utsnitt fagmodell Tunnel

