



Statens vegvesen

# Tunneler i Oslo og Akershus

TEMARAPPORT

Ser vi lyset i tunnelen eller har vi tunnelsyn?

Region øst  
Strategi-, veg- og transportavdelingen  
Juni 2010

## Forord

Temarapport om tunneler inngår i Statens vegvesen Region østs arbeid med en Veg- og gatenettstrategi for Oslo og Akershus. Strategien skal beskrive Statens vegvesens bidrag til en målrettet areal- og transportutvikling i området. Den skal også være en strategisk overbygning for mer detaljert planlegging innenfor etatens ansvarsområde og vil kunne ha verdi for arbeidet også i andre deler av regionen.

Statens vegvesen er tillagt et sektoransvar og skal være en pådriver for helhetsløsninger i by. Herunder skal etaten være pådriver for å øke andelen miljøvennlig transport og redusere behov for reiser med privatbil.

Som en innledende del av arbeidet med Veg- og gatenettstrategien er det identifisert flere tema der etaten har et behov for å frambringe og konsolidere kunnskap, som grunnlag for å utforme en strategi. Tunnel er ett av disse ni temaene. Det er utarbeidet temarapporter Trafikkregulering, Kapasitetsmessig balanse, Stedskvalitet, Arealbruk, Næringslivets transporter, Sykkel samt Støy og lokal luftforurensing.

Arbeidet med Veg- og gatenettstrategien er forankret i Statens vegvesen Region øst gjennom flere faser. Før oppstart ble ledere på distrikts- og regionsnivå intervjuet. Hensikten var å få fram forventninger og behov i organisasjonen til strategiens innhold og arbeidsform. Regionledermøtet (RLM) har fått temarapportene presentert for diskusjon før, underveis og som siste utkast. Alle temarapporter ble behandlet og fikk tilslutning hos RLM 3.mai 2010. Viktige innspill fra RLM er innarbeidet i rapportene. Prosjektledere for Veg- og gatenettstrategien har vært Arne Stølan (fram til 11.02.2010) etterfulgt av Helge Gidske Naper.

Det er store forventninger og krav til å løse transportproblemer, byutvikling og lokalmiljø ved å legge trafikken under bakken og det politiske presset på tunnelprosjekter er meget stort. Statens vegvesen mangler et faglig svar på denne utfordringen med en helhetlig strategi for tunneler som elementer i et byvegnett. Det bør derfor vurderes om det skal defineres en "tålegrense" for omfanget av tunneler i et byområde.

Temautredningen for tunnel er utarbeidet av en arbeidsgruppe som har bestått av:

- Ellen Foslie, Strategi, veg og transportavdelingen, by og kollektivseksjonen (leder av gruppa)
- Corinne Chiodini, Strategi, veg og transportavdelingen, byggherreseksjonen/ sikkerhetskontrollør tunnel
- Sinikka Løvbrøtte, Strategi, veg og transportavdelingen, byggherreseksjonen /Ulven- Sinsen prosjektet
- Håkon Håversen, Ressursavdelingen, veg og gateplanlegging
- Øyvind Luke, Fylkesavdeling Akershus, trafikkseksjonen
- Sandra Peterson, trainee Østfold fylkesavdeling/Strategi, veg og transportavdelingen

Arbeidsgruppen har basert seg på tidligere utredninger fra KVVU for Oslopakke 3, nye håndbøker og regelverk, samt møter med Vegtrafikksentralen, Bjørvikaprojektet, Vegdirektoratet og fagfolk i regionen.

Det ble arrangert et åpent møte i regionen den 22.januar som et ledd i prosessen med å sette problemstillingene som tunnelgruppa har jobbet med på dagsorden. Det var stor interesse for temaet med ca 65 deltagere. Behov for alternative trafikale løsninger for transportutfordringene i byområder og et vegnett som tilpasses byen ble påpekt av forsamlingen. Det ble også etterlyst mer aktiv formidling av utfordringer og kostnader knyttet til tunneler overfor publikum og besluttsende myndigheter.

Oslo, juni 2010

Tom-Alex Hagen  
Prosjekteier

Ellen Foslie  
Prosjektleder temarapport

## Innhold

Sammendrag .....	4
1 Innledning.....	8
2 Mål og rammebetingelser .....	9
2.1 Overordnede målsettinger for transport i by .....	9
2.2 Vegplanlegging etter plan- og bygningsloven .....	9
2.3 Krav om konseptvalgutredning på store prosjekter .....	10
2.4 Nye krav til sikkerhet.....	10
3 Hvorfor er tunneler ofte en ønsket løsning?.....	11
3.1 Forventninger til økt fremkommelighet og miljøeffekt .....	11
3.2 Tunneler kan tilrettelegge for byutvikling .....	11
3.3 Hvilke mål skal tunnelprosjektene løse?.....	12
4 Tunnelomfang i Osloområdet.....	14
4.1 Eksisterende tunneler og utbyggingsprosjekter .....	14
4.2 Planer og nye tunnelforslag.....	14
4.3 Høytrafikkerte tunneler og risiko.....	16
5 Drift og vedlikehold av vegtunneler .....	17
5.1 Høytrafikkerte tunneler krever omfattende drift og vedlikehold .....	17
5.2 Trafiklovervåkning ved Vegtrafikksentralen .....	18
6 Eksempler og erfaringer fra utlandet .....	19
6.1 Boston tunnel, USA .....	19
6.2 Södra Länken, Stockholm .....	19
7 Vurdering av virkninger av tunnelomfanget.....	21
7.1 Virkning på miljø .....	21
7.2 Virkning på trafikkavvikling.....	24
7.3 Virkning på trafiksikkerhet .....	26
7.4 Virkninger på utbyggings-, drift- og vedlikeholdskostnader .....	30
8 Anbefalinger til videre arbeid .....	34
8.1 Anbefalinger for strategiutvikling.....	34
8.2 Anbefalinger for planlegging og utbygging.....	34
8.3 Anbefalinger knyttet til miljøspørsmål .....	34
8.4 Anbefalinger knyttet til drift og sårbarhet.....	35
8.5 Anbefalinger knyttet til ulykker og risikovurdering .....	35
8.6 Anbefalinger knyttet til kostnader.....	35
8.7 Anbefalinger for informasjon og formidling.....	35

## Sammendrag

### Bakgrunn for rapporten

Samfunnet har store forventninger og krav til å løse transportproblemer, lokalmiljø og byutvikling ved å legge trafikken under bakken og det politiske presset på tunnelprosjekter er meget stort. Utbygging av planlagte tunneler i Osloområdet vil medføre at vi får et storbyområde med verdens høyeste tunneltetthet. Statens vegvesen mangler et faglig svar på denne utfordringen med en helhetlig strategi for tunneler som elementer i et høytrafikkert vegnett i by.

### Økte sikkerhetskrav til høytrafikkerte tunneler

Tunneldirektivet fra EU er implementert i norsk regelverk gjennom en tunnelsikkerhetsforskrift fra 2007 og gjelder for alle tunneler over 500 m på Europa og riksveger. Forskriften setter strengere krav til utforming av nye tunneler. Krav om sikkerhetsgodkjenning fremskynder et rehabiliteringsbehov på mange eksisterende tunneler.

### Det er høye forventninger til tunnel som problemløser

Det er høye forventninger til at tunneler skal gi bedre fremkommelighet på vegnettet, løse lokale miljøproblemer som støy, luftforurensning, trafiksikkerhet og barrierevirkninger, samtidig som det skal kunne legge til rette for byutvikling.

Lokalsamfunnets krav og det politiske presset på å gjennomføre lokale tiltak medfører at tunnelprosjekter planlegges og gjennomføres isolert uten tilstrekkelig helhetlig vurdering av miljø- og driftsmessige konsekvenser og langsiktige kostnader.

Flytting av gjennomgangstrafikk til tunneler kan gi mulighet for bedre arealutnyttelse, miljømessig oppgradering og mer stedstilpasset lokaltrafikk. Effekten er avhengig av at den lokale trafikkbelastning begrenses og at det gjennomføres supplerende miljøtiltak. Tunneler og lokale miljøtiltak er imidlertid et kostbart grep for forbedring som ikke er fysisk eller økonomisk mulig alle steder. Det er derfor behov for å utvikle andre strategier for trafikkutviklingen i byområder og bedre miljøet i allerede trafikkbelastede områder.

### Tunnelomfang i Osloområdet kan bli doblet

Det har vært en kraftig utbygging av antallet tunneler på vegnettet i Oslo og Akershus de siste 25 årene. Når Ulven – Sinsen og Bjørvikaprojektet står ferdig vil omfanget av tunneler i Oslo og Akershus utgjøre ca 40 km tunnel. Tunneler utgjør drøyt 5 % av riksvegnettet i Oslo og Akershus, og ca 0,2% av fylkesvegnettet i Akershus .

Dersom alle tunnelprosjektene i det politiske lokale forslaget til Oslopakke 3 blir bygget, vil samlet lengde på tunneler i Oslo og Akershus bli på ca 76 km, dvs en dobling i antall tunnelkilometer i forhold til i dag. I tillegg presses det på lokale løsninger i form av såkalt miljøtunnel eller miljølokk for å legge til rette for byutvikling flere steder. Lange tunneler og høy trafikk gir økt risiko. En økning av tunnelomfanget gjør trafikkavviklingen svært sårbar og vil medføre flere hendelser og større konsekvenser ved ulykker. Sammenkobling og forlengelser av eksisterende tunneler gir store sikkerhetsmessige og trafikale utfordringer som vi har liten erfaring med.

Osloområdet har allerede mange tunneler med høy trafikkbelastning. En sterk økning av drifts- og vedlikeholdskostnadene for tunnelene vil sette store krav til prioriteringen i fremtidige budsjetter. På bakgrunn av trafikale utfordringer, økt risiko for ulykker og sterkt økte kostnader mener vi det er grunn til å reise spørsmålet om vi er i ferd med å nærme oss en tålegrense for nye tunnelkonsepter i Osloområdet.

## Tunnelene krever overvåkning og mye vedlikehold

Høytrafikkerte tunneler krever omfattende teknisk utrustning som av sikkerhetshensyn er knyttet til sentral styring og overvåkning fra vegtrafikksentralen. Tunneler krever omfattende drift og vedlikehold knyttet til bla vask og elektrotilsyn. Høy fuktighet, mye trafikk og forurensing medfører høy slitasje på veggen og det tekniske utstyret. Levetiden på teknisk utstyr er avhengig av trafikkomfang og kravet til følsomhet, og utstyret må rehabiliteres normalt etter 15-30 år. Det er ressurskrevende og kostbare tiltak og som øker med stort tunnelomfang. Vegtrafikksentralen ble utvidet i 2001, men aktivitetsnivå og fysisk areal nærmer seg allerede en kapasitetsgrense.

## Eksempler fra utlandet viser svært høye bygge- og driftskostnader

Store utenlandske tunnelprosjekter som det ofte henvises til er bla i Boston, USA og i Stockholm Sverige. I Boston er bygging av den store bytunnelen "the Big Dig" regnet som verden dyreste tunnelprosjekt og på grunn av kostnadsoverskridelse måtte sykkelveier, gangveier, planter og kunst ekskluderes fra prosjektet.

Södra Länken i Stockholm ble åpnet i 2004, men er allerede overbelastet i rush. For å unngå kø i tunnelen styres innfarten. Det brukes store ressurser på driftsoppfølging bla med egen vegassistanse for å redusere trafikkforstyrrelser ved hendelser.

## Tunnelomfanget i Osloområdet skaper nye problemer:

Dersom tunneler bidrar til økt vegkapasitet vil trafikken i pressområder fylle opp denne kapasiteten og dermed øke miljøbelastningen totalt. Vi har særlig sett på følgende virkninger av tunneler i et vegnett:

- **Miljøeffekt lokalt, men er negativ totalt**

Tunneler kan ha god lokal støyeffekt, men den samlede støybelastning på befolkningen øker dersom trafikken spres eller øker på lokalvegnettet i andre områder.

Luftforurensningen konsentreres i det lukkede tunnelrommet og fører til at konsentrasjonen ved tunnelmunningen kan bli svært høy. Det må derfor bygges høye ventilasjonstårn i forbindelse med høytrafikkerte tunneler der mange personer kan bli eksponert. Ventilasjonsprinsippene i mange tunneler er ikke tilpasset behovet for å redusere konsentrasjonen utenfor tunnelen.

Tunneler vil i de fleste tilfeller øke utslippet av klimagasser fordi trafikkomfanget øker, drivstofforbruk øker ved stigning, ventilasjon og teknisk utstyr gir høyt energiforbruk og det er økte utslipp knyttet til anlegg, drift og vedlikehold.

Vaskevannet fra tunneler inneholder høy forurensning som er miljøskadelig for dyre- og planteliv i vassdrag. Tunnelvaskevann bør derfor renses i lokale sedimentasjonsbasseng og filteres før utslipp fordi mange kommuner har innført restriksjoner for påslipp på overvannsnett og renseanlegg.

- **Tunnelene gir stor sårbarhet i trafikkavviklingen**

Tunnelene medfører et ressurskrevende system for trafikkstyring og stengninger som følge av vedlikehold, hendelser og ulykker. Dette gir et stivere og mindre fleksibelt vegnett enn vegnettet på overflaten. Tunnelstengninger forutsetter at man har et omkjøringsvegnett som kan ta i mot trafikken.

Ordinært vedlikehold vil kreve hyppige stengninger av tunneløp om natten. Det er beregnet behov for i gjennomsnitt ca 9 stengninger pr. natt (4 netter pr uke) dersom tunnelomfanget dobles. I tillegg kommer kortere og lengre stengninger som følge av hendelse og ulykker. Det er ca 3000 hendelser i året i dag og det er forventet en tredobling dersom alle tunnelforslag i lokalt forlag til Oslopakke 3 bygges ut. Toveisregulering i et løp er krevende og gir økt sårbarhet og er derfor ikke ønskelig i høytrafikkerte tunneler. Trafikk på omkjøringsveger er en påkjønning for lokalmiljøet spesielt om natten.

- **Høytrafikkerte tunneler har høy ulykkesfrekvens**

Undersøkelsen viser at Oslo-tunnelene er mer ulykkesutsatt enn de fleste øvrige tunneler i landet, noe som har sammenheng med den store trafikkbelastningen og flere ramper i tunnelene. For å redusere

antall ulykker er det behov for økt kunnskap om ulykker i de høytrafikkerte tunnelene i Oslo. Det er heller ikke tilstrekkelig kunnskap om hvor stor andel av befolkningen som er redd, bekymret og føler ubehag når de kjører i tunneler og hvilke virkninger dette har blant annet for kjøreadferd.

Køer i tunneler er lite ønskelig blant annet for å kunne håndtere avvikssituasjoner (ulykker, stans i trafikken, driftsproblemer). For å unngå dette kan det bli behov for tilfartskontroll på rampene.

- **Tunnelbygging er svært kostbart, spesielt i by**

Kostnadene som følger med tunnelbygging i byområdet er svært høye og blir ofte underestimert. Kostnader er avhengig av kompleksiteten i området, bla med eksisterende infrastruktur, lokale hensyn og trafikkomlegging i anleggsfasen. En firefelts tunnel i "landlige" omgivelser koster 200.000 kr pr løpemeter, mens i byområder kan det koste anslagsvis 800.000,-kr/løpemeter. I tillegg kommer bla kostnader til merverdiavgift, ledningsomlegging, grunnverv, byggeherre og trafikkomlegging. (eks Ulven-Sinsen). Betongkonstruksjoner over eksisterende veg (miljølokk) kan anslagsvis koste 1.000.000 kr pr løpemeter.

- **Drift, vedlikehold og rehabilitering medfører store fremtidige utgifter**

Dagens regnskapsoppfølging er lite egnet til å synliggjøre kostnadene for drift og vedlikehold av tunneler. Det kan likevel anslås at tunneler har 6 -10 ganger høyere kostnader til drift og vedlikehold enn tilsvarende veger i dagen. Driftskostnader for tunnelene i Oslo og Akershus tar ca 1/3 av totalt driftsbudsjett. Regnet om i løpemeter er dette i overkant av kr 4.000 kr pr meter firefelts tunnel pr år, eksklusive andel av kostnader til vegtrafikksentralen og avskrivninger. Regnes disse med, vil det bli ca 12.000 pr løpemeter for høytrafikkerte 4-felts tunneler.

Med 15 – 20 års mellomrom trengs omfattende rehabilitering av tunneler med mye trafikk. Dette er svært kostbart, blant annet fordi arbeidet fortrinnsvis bør foregå om natten. Økonomiske midler til dette må tas fra andre vegtiltak. Det er i liten grad tatt høyde for dette i langtidsplanleggingen og fremtidige kostnader for drift av vegnettet i fremtiden og det er ikke lagt inn som investeringer i Oslopakke 3.

#### Anbefalinger til videre strategiarbeid

Det må vurderes om tunnelomfanget i Osloområdet nærmer seg en tålegrense. Statens vegvesen mener at det i videre planlegging av hovedvegnettet i Oslo bør ses på løsninger som i mindre grad baseres på bruk av tunneler og prioritere nye prosjekter strengere. Lengden på nye tunneler bør begrenses. Dette er særlig knyttet til sikkerhet for trafikantene og mulighetene for praktisk vedlikehold uten omfattende trafikkavviklingsproblemer. Det må gjennomføres tiltak for å unngå kø i tunneler.

Kunnskapen knyttet til risiko og ulykker i høytrafikkerte tunneler må økes og det må vurderes tiltak som reduseres ulykkesfrekvensen.

Trafikkveksten må styres ut fra byens miljømessige tåleevne. Det må satses sterkere på avbøtende tiltak på strekninger som i dag er sterkt miljøbelastet som alternativ til omfattende tunnelprosjekter. Konsekvenser for utslipp til luft og vann fra eksisterende tunneler må vurderes. Det må utvikles og gjennomføres bedre tiltak for å redusere miljøbelastningen til nærmiljøet.

Det må legges vekt på fremtidig utvikling i drifts- og vedlikeholdskostnader for tunnelprosjektene i beslutningsgrunnlaget for nye prosjekter. Behovet for større rehabiliteringer av tunneler må tas inn i et langtidsbudsjett og finansieringsbehovet må avklares.

#### Prosess underveis

Temagruppen har bestått av folk med planleggings-, miljø-, sikkerhets- og driftskompetanse. Det har vært avholdt flere møter med ulike faggrupper i regionen, VTS, Vegdirektoratet og utbyggingsprosjekter underveis. Det er også avholdt egen seminardag i prosjektet samt et åpent møte om tunnelutfordringer i vegvesenets lokale i Oslo i januar 2010 med presentasjon og drøfting av

arbeidet. Det var stor interesse med over ca 65 deltagere. Gode alternativer til tunnelbygging og en tydeligere formidling av faglige vurderinger utad ble påpekt i den forbindelse. Hovedtrekk fra arbeidet er presentert for RLM, ledermøtet i Region øst den 22.2.2010.

Vi har i ettertid sett at det er stort behov for å jobbe videre med de økonomiske sidene ved tunnelprosjektene, både mht byggekostnader, drift og vedlikehold og ikke minst langsiktig behov for rehabilitering. Statens vegvesen har i dag ikke et tilfredsstillende system for å synliggjøre disse kostnadene som grunnlag for beslutninger om videre utvikling av transportnettet i Osloområdet.

Det er et ønske at notatet kan gi innspill til faglig utvikling av strategier for moderne vegtunneler i Statens vegvesen og til utviklingen av transportstrategi og vegprosjekter i Oslopakke 3.

# 1 Innledning

Det er et økende press på å planlegge og bygge store delere av hovedvegene i tunnel for å sikre økt fremkommelighet uten økt arealbeslag, bedre miljøkvaliteten og legge til rette for byutvikling. Vi har pr i dag ca 37 km tunnel i Oslo og Akershus.

Det lokale forslaget til Oslopakke 3 inneholder mange forslag til nye tunnelprosjekter. Dersom alle nye tunnelprosjekter i lokalt forslag til O3 blir bygget ut vil omfanget av tunneler fordobles til ca 76 km. Plansystemet krever at det gjennomføres utredninger og konsekvensvurderinger av det enkelte prosjekt, men virkningene av det samlede tunnelomfang i et høytrafikkert vegnett i Osloområdet er i mindre grad vurdert samlet, utover det som ble utredet i forbindelse med konseptvalgutredningen (KVU) for Oslopakke 3 høsten 2007.

Tunneler utgjør drøyt 5 % av riksvegnettet i Oslo og Akershus, (henholdsvis 5,2% i Oslo og 5,3% i Akershus) og ca 0,2% av fylkesvegnettet i Akershus. Kostnadene til drift og vedlikehold av en høytrafikkert tunnel er 6 til 10 ganger høyere enn drift av en veg i dagen. Samlet tar drift av tunneler ca 1/3 av totalt driftsbudsjett. En dobling av tunnelomfang vil tredoble årlige driftsutgifter. (KVU-O3)

Økte krav til sikkerhet, sårbarhet og miljøkvalitet og ikke minst stor økning av driftskostnader gjør at det er grunn til å reise spørsmålet om vi er i ferd med å nærme oss en tålegrense for nye tunnelkonsepter i Osloområdet. Det er nødvendig å utvikle en klarere strategi for prioritering av nye tunnelprosjekter på bakgrunn av helhetsvurdering av samlet tunnelomfang. Det er også behov for en klarere strategi for drift og langsiktig forvaltning av tunnelene.

Veg- og gatenettstrategien omfatter hele området Oslo og Akershus. Når det gjelder tunneler har vi valgt i hovedsak å konsentrere oss om problemstillinger knyttet til tunnelene i byområdet og der tunnelene utgjør deler av et vegnett med gjensidig avhengighet av hverandre mht til avlastning og omkjøringsmuligheter. Det betyr at det i hovedsak er satt fokus på Osloområdet inklusive Bærum, Nedre Romerike og nordre deler av Follo. Vi har i denne sammenhengen valgt å definere en tunnel ut fra en minimumslengde på 200 meter. Dette er begrunnet i at kravet til teknisk utstyr for sikkerhet og trafikkovervåking i høytrafikkerte tunneler tilvarer kravene til tunneler som er registret i NVDB på minimum 500 meter.

Statens vegvesen ved Vegdirektoratet har igangsatt et etatsprosjekt "moderne vegtunneler" som skal gå fra 2008 – 2011 og gi svar på noen viktige utfordringer om krav til tunneler. Foreliggende temanotat er ikke en del av dette prosjektet, men er et fagnotat internt fra Region øst. Det er imidlertid et ønske at temanotatet kan gi viktige innspill til debatten og utvikling av tunnelkompetansen og gi faglige innspill til utviklingen av vegprosjektene i Oslopakke 3.

Temagruppen tunnel har valgt å sette hovedfokus på konsekvenser av tunnelomfanget i Osloområdet med utgangspunkt i problemstillinger knyttet til:

- Hvilke forventninger er det til tunnel som problemløser?
- Gir tunneler reell miljøeffekt?
- Gir tunneler reell trafiksikkerhetseffekt?
- Hvilke driftsmessige konsekvenser har et høy omfang av tunneler?
- Hvilke kostnadmessige konsekvenser har et høyt omfang av tunneler, både på kort og lang sikt?
- Hvilke effekter har tunneler på trafikkavviklingen, også i avvikssituasjoner?
- Hvilke utfordringer har vi og hva bør det særlig jobbes videre med?



## 2 Mål og rammebetingelser

### 2.1 Overordnede målsettinger for transport i by

De transportpolitiske målene fra St. meld 16 NTP og de lokale transportmålene for Oslo og Akershus er et viktig utgangspunkt for Statens vegvesen. I tillegg har vi også tatt utgangspunkt i andre relevante stortingsmeldinger som omhandler sektorer Statens vegvesen som samfunnsaktør må ha med i overordnede mål for arbeidet.

I stortingsmelding om Oslopakke 3 (St.mld 17) er følgende målformuleringer uttrykt for Oslo og Akershus:

- Rushtidsforsinkelsene skal reduseres
- Næringsliv og kollektivtransport skal prioriteres
- Fremkommeligheten for gående og syklende skal økes

”Samordnet utvikling av arealbruk og transportsystem må bidra til en reduksjon i bilbruken og sikre en gradvis strukturelle endring som bidrar til å redusere transportbehovet, redusere privatbilbruken og øke andelen som reiser kollektivt, på sykkel eller til fots.”

I prosjektet veg og gatenettstrategi er det utarbeidet et eget notat om ”strategisk perspektiv - overordnede mål og føringer”. Formålet med dette er å skape en felles plattform basert på en vurdering av viktige målsettinger som er relevante for arbeidet og strategiutviklingen. På denne bakgrunn er følgende overordnede mål lagt til grunn:

- Sikre en by – og tettstedsutvikling med god kvalitet
- Bedre framkommelighet og reduserte avstandskostnader
- Færre drepte eller livsvarig skadde
- Redusere miljøskadelige virkninger av transport
- Tilgjengelighet for alle

### 2.2 Vegplanlegging etter plan- og bygningsloven

Planlegging av riks- og fylkesveger ble fra 1994 inkorporert i plansystemet etter Plan- og bygningsloven. En egen bestemmelse (§ 9-4) ga Statens vegvesen kompetanse til selv å fremme regulerings- og bebyggelsesplan. Krav til denne planleggingen ble tatt opp i ”Rikspolitisk retningslinje om planlegging av riks og fylkesveger” (T-1057). Dette omfatter bla krav til at det skal foreligge en overordnet plan med konsekvensutredning før et prosjekt skal prioriteres i NTP. Prosjektets berettigelse i et overordnet veg- og transportsystem skal også utredes. I oversiktsplanleggingen skal det foreligge en kostnadsvurdering av alternative løsninger med nøyaktighet på +/- ”25%.

Ny Plan og bygningslov gjelder fra 1.juni 2009. PBL setter generelle krav til planleggingen om at ”arealbruk og bebyggelse blir til størst mulig gagn for den enkelte og samfunnet.” Det er politiske organene i kommuner og fylkeskommuner som har ansvar å vedta planene, men det er klare krav om samarbeid og samordning med sektorinteressene som har innsigelsesrett. Bestemmelsen om at samferdselsmyndighetene selv kan fremlegge planer om infrastrukturanlegg er i ny PBL erstattet med §3-7 og forutsetter samråd med planmyndighetene før SVV evt selv fremmer forslag til planer.

Rikspolitisk retningslinje for Samordnet areal- og transportplanlegging (RPR –ATP T-2/93) understreker sammenhengen mellom vegplanlegging og annen arealplanlegging: ”Arealbruk og transportsystem skal utvikles slik at de fremmer samfunnsøkonomisk effektiv ressursutnyttelse, med miljømessig gode løsninger trygge lokalsamfunn og bomiljø, god trafikksikkerhet og effektiv trafikkavvikling. Det skal legges til grunn et langsiktig, bærekraftig perspektiv i planleggingen”

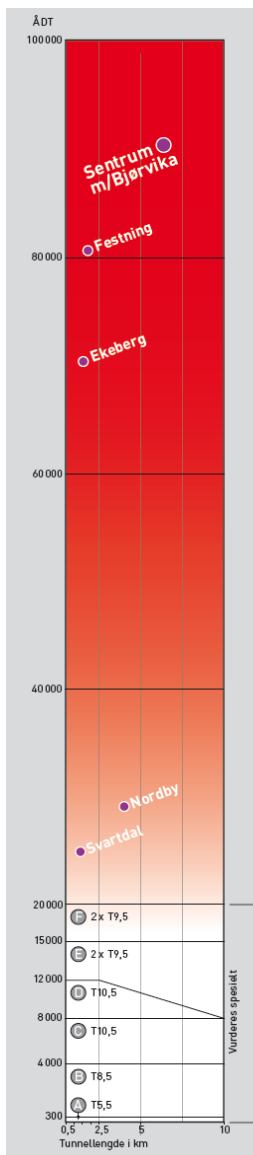
- Hovedformålet er å begrense transportomfanget
- Få overgang til mer miljøvennlige transportformer
- Redusere arealforbruket
- Sikre samarbeid på tvers av administrative grenser.

## 2.3 Krav om konseptvalgutredning på store prosjekter

Samferdselsdepartementet bestemte 2007 i samråd med finansdepartementet at alle investerings tiltak innen veg og jernbanesektoren med en antatt kostnadsramme over 500 mill kr inkl mva skal gjennomføre en konseptvalgutredning (KVU) i henhold til krav i egne retningslinjer. Deretter skal det gjennomføre en ekstern kvalitetssikring (KS1) før regjeringen tar stilling til videre planlegging.

Siden Oslopakke 3 var en samlet bypakke med prosjekter basert på bompenger ble det gjennomført en samlet KVU og KS1 før stortingsbehandlingen i 2008. Det lokalpolitiske forslaget som lå til grunn for pakken inneholdt mange tunnelforslag som i varierende grad var planutredet eller behovsavklart. Siden det var en felles KVU-prosess ble det enkelte prosjekt ikke vurdert separat, men det ble laget et alternativt konsept basert på vegvesenets forslag. Oslopakke 3 innebærer en finansieringsavtale frem mot 2027 der det skal legges til grunn en porteføljestyring for best mulig måloppnåelse i samsvar med forutsetningene i St.mld 17. Dette innebærer at det ikke vil bli gjennomført separate KVU-prosesser på de enkeltprosjektene som ligger innenfor Oslopakke 3 i tidsrommet frem mot 2028.

## 2.4 Nye krav til sikkerhet



**Fig 2-1 Tunneler i O/A ligger utenfor standard tunnelklasser**

EU-direktivet om sikkerhet i vegtunneler ble vedtatt i 2004, og har fått gyldighet i Norge siden 1. august 2006. Det er siden blitt utarbeidet en tunnelsikkerhetsforskrift (FOR 517), som trådte i kraft i mai 2007 og gjelder for alle tunneler over 500m på Europa og riksveger. Forskriften setter nye strengere krav til utforming av tunneler, blant annet krav til maksimal stigning på 5%. For prosjekter med stigning mellom 3% og 5 % skal det foreligge avbøtende tiltak basert på risikovurderinger som kan vise at tiltakene kan gi tilsvarende eller bedre sikkerhet. Det forventes en egen tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesvegtunneler i løpet av 2010.

Vi har et krav ovenfor EU å sikkerhetsgodkjenne tunnelene på Europavegene samt Rv23 (TERN-nettet) innen 2019. Dette gjelder særlig tunneler på E6 i Follo og Oslofjordforbindelsen. Tunnelsikkerhetsforskriften anbefaler et likt sikkerhetsnivå på alle tunneler på vegnettet noe som særlig innebærer krav til brannventilasjon. Dette presser frem en generell rehabilitering på mange tunneler.

Håndbok 269 "Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler" baserer seg på tunnelsikkerhetsforskriften og beskriver roller og ansvar i tunnelforvaltningssystemet. Den stiller spesielt krav til sikkerhetsgodkjenning av tunnelprosjekter over 500m på riksveger før bygging (i praksis før reguleringplanen sendes ut på høring), før åpning for trafikk og hvert 6. år i driftsfasen. Sikkerhetsgodkjenning gis av forvaltningsmyndigheten i Vegdirektoratet etter anbefaling av regionens sikkerhetskontrollør. Den baserer seg på utarbeidelse av sikkerhetsdokumentasjon, med blant annet krav til risikovurderinger.

Håndbok 021 "Vegtunneler" er nylig revidert. Den beskriver krav til utforming og utrustning ved planlegging og prosjektering av vegtunneler over 500m basert på tunnelklasser definert ut fra lengde og ÅDT. Tunnelklassene er utgangspunkt for å bestemme tunnelprofil, antall løp, og krav til sikkerhetsutrustning. Det er tatt inn nye stigningskrav, forsterkede brannventilasjonskrav, samt at "kryss i tunnel bør unngås". Kryss i tunnel er svært kostbare, vanskelig å ventilere og risikoen for hendelser øker. Slike løsninger skal derfor godkjennes av Vegdirektoratet.

Håndboken svarer imidlertid i liten grad på utfordringene knyttet til høytrafikkerte tunneler og bytunneler. Utover tunnelklasse E er det liten forskjell i krav til teknisk utrustning og øvrige krav selv om trafikkomfanget er betydelig høyere.

På grunn av at samfunnets krav til å planlegge stadig mer av vegnettet i tunnel har Vegdirektoratet i eget notat manet om forsiktighetsregler knyttet til ”dristige” tunnelprosjekter.

## 3 Hvorfor er tunneler ofte en ønsket løsning?

### 3.1 Forventninger til økt fremkommelighet og miljøeffekt

Samfunnet har forskjellige forventninger til, avhengig av den enkeltes ståsted, hvilke problemer en tunnel skal og kan løse.

Støy og luftforurensning fra trafikken på hovedvegene plager svært mange mennesker. Disse vegene oppleves også som barrierer i boligområdene. En tunnel kan fjerne store deler av trafikken fra overflaten og flytter den under bakken slik at miljøulempene fra støy, luftforurensning og barrierevirkning reduseres og det kan åpne for stedsutvikling.

Trafikantene på hovedvegene opplever daglig kø i rushtidene. Hastigheten varierer veldig avhengig av trafikkbelastningen og skaper uforutsigbar reisetid. Hovedvegssystemet er i stor grad bygget ut etappevis etter hvert som behovet for bedre kapasitet er økt. Dette gir en ujevn trafikkkapasitet og tilgjengelighet og setter begrensninger for videre utvikling av områder nær hovedvegene.

I bolig- og næringsområder er gatene ofte stengt for å hindre gjennomkjøringstrafikk. Dette medfører at lokaltrafikken må til hovedvegnettet for å komme fra et lokalområde til et annet. Mange kryss for tilknytning til områder med lokaltrafikk skaper dårligere trafikkavvikling på hovedvegnettet, konflikter pga ulike hastigheter og ulykker på hovedvegnettet.

Det er forventninger til at en tunnel på hovedvegene gir bedre fremkommelighet og kapasitet for gjennomgangstrafikken. Tunneler gir mulighet for å stedstilpasse lokalvegnettet på overflaten, og bedre trafiksikkerheten. Siden gjennomgangstrafikken i byområder ofte er betydelig lavere enn lokaltrafikken, vil det selv med tunnel være behov for betydelig vegkapasitet på overflaten. Dette vil redusere den lokale miljøeffekten tunnel har på bla på barrierevirkning.

#### 3.1.1 Befolkningsvekst gir kamp om arealene

Stor-Oslo området vil få stor befolkningsvekst i årene som kommer. Det er behov for mange nye boliger som man ønsker å plassere sentralt og i nærheten av kollektivknutepunkter. Dette kan redusere veksten av trafikken når beboerne kan reise kollektivt, sykle eller gå til arbeid, skole, butikker osv. En tunnel kan gi en mulighet til transformasjon fra næring til bolig i sentrale strøk. Det vil frigjøre arealer til boligbygging, parkanlegg med gang- og sykkelveger, barnehager og lignende. Kulturmiljø og boligbygging kan samkjøres slik at lokalmiljøet får bedre kvalitet.

Den nytteeffekt lokalmiljøet får må imidlertid veies opp mot kostnader og funksjonalitet i hele vegsystemet på strekningen før tunnel velges som tiltak. En tunnel i tettbebygde områder vil kunne få restriksjoner på byutviklingen pga luftforurensning ved tunnelmunning. Tunneler kan også i noen tilfelle begrense alternative løsninger og tilbud for gående og syklende som feks ved Oslofjordtunnelen.

### 3.2 Tunneler kan tilrettelegge for byutvikling

I Oslo Øst ble det i slutten av i løpet av 1990 tallet gjennomført en omfattende hovedvegomlegging finansiert av Oslopakke 1 og 2. Det ble blant annet bygget tre tunneler (Vålereng-, Ekeberg- og Svartdalstunnelene) og gjennomført en rekke lokale miljøforbedringstiltak, miljøgater og opprusting

av det lokale vegnettet. Hensikten har vært å sikre en mer effektiv trafikkavvikling, og også et bedre miljø i en tidligere svært trafikkbelastet bydel.

Transportøkonomisk institutt har sammen med flere norske forskningsmiljøer på oppdrag av Statens vegvesen gjennomført en omfattende evaluering basert på en serie miljøundersøkelser i området fra 1987 til 2002. (TØI rapp. Veger til bedre bymiljø 743/2004)

De viktigste funn og konklusjoner fra undersøkelsen:

- Tunneler som fjerner gjennomgangstrafikk kan ha stor betydning for lokalmiljø og byutvikling
- Effekten er avhengig av at det gjennomføres tiltak på det lokale vegnett
- Det må gjennomføres tiltak for å holde trafikkveksten nede
- Det må gjennomføre supplerende avbøtende tiltak for de som får det verre
- Ny bebyggelse i utsatte områder må unngås
- Det er vanskelig å fullt ut å måle den reelle kost- nytte forholdene ved tunnel
- Tunnel er ikke alltid en løsning, det trengs uansett alternative strategier for lokal trafikkmiljøforbedring i by

Miljøundersøkelsene viser at flytting av trafikk vekk fra bebyggelsen og til tunneler åpner for mange ulike typer lokal miljøforbedring, foruten støy og luftkvalitet også muligheten for tiltak på det lokale vegnettet. Transportøkonomisk institutt peker imidlertid på at utbygging av tunneler ikke er nok for å bedre miljøforholdene. Gjennom tiltak i det lokale vegnettet kan en ta ut ekstra miljøgevinster av å legge om hovedveger. I enkelte tilfelle kan det være nødvendig å stenge av gater for å hindre fortsatt gjennomkjøringstrafikk. Miljøgater kan bidra til at trafikkavviklingen skjer på stedets og de myke trafikantenes premisser. Undersøkelsen viser også at miljømessig oppgradering kan bidra til at trafikken oppleves som mindre plagsom enn det trafikkmengden i seg selv skulle tilsi.

Undersøkelsen viser også at utbygging av tunneler alene ikke er nok for å bedre miljøet. utfordringer ligger i tendensen til lokal trafikkøkning i området, ny boligbygging nær trafikkerte veger og høye luftforurensningsnivåer ved tunnelmunningene. Hvis utviklingen fortsetter vil gevinstene av hovedvegomleggingen kunne bli redusert.

Å flytte bytrafikken til tunneler er ett kostbart grep for miljøforbedring. Denne løsningen er derfor ikke fysisk eller økonomisk mulig alle steder. Kommunene og staten må derfor også utvikle andre strategier for å bedre miljøet i trafikkbelastede byområder.

En hovedkonklusjon fra miljøundersøkelsene er at det er gjennom tiltak i det lokale vegnettet en får tatt ut miljøgevinstene ved omlegging av hovedvegsystemet. I noen tilfeller er stenging av gater nødvendig for å holde trafikkutviklingen i sjakk. Andre tiltak, som miljøgater, er viktige for å få trafikken fram mest mulig på lokalmiljøets premisser. Vegetasjon og gateutforming gir også et bedre visuelt miljø.

### **3.3 Hvilke mål skal tunnelprosjektene løse?**

Tunneler som element i planlegging planlegges i utgangspunktet ut fra følgende behov:

- topografiske hensyn (landskap, rassikring)
- hensyn til klima, helårs åpen veg (fjelloverganger)
- bedre fremkommelighet (økt kapasitet for gjennomgangstrafikk)
- hensyn til miljø og omgivelser (støy, luft, barrierer, byutvikling)

De tunnelene vi har vurdert er først og fremst knyttet til bedre fremkommelighet og hensynet til miljø og omgivelsene, derigjennom byutvikling. Gjennom stortingsmelding om Oslopakke 3 er det uttrykt at næringsliv og kollektivtransport skal prioriteres og fremkommeligheten for gående og syklende skal økes. Det skal også legges opp til en langsiktig reduksjon i bilbruken og sikre en gradvis strukturell endring som bidrar til å redusere transportbehovet, redusere privatbilbruken og øke andelen som reiser kollektivt, på sykkel eller til fots.

Bygging av nye tunneler i korridorene inn mot byområdet vil i liten grad favorisere prioriterte trafikantgrupper. Krav til dimensjonering av høytrafikkerte tunneler pga sikkerhet vil i tillegg til vegnettet på overflaten i mange tilfeller legge til rette for samlet økt vegkapasitet dersom det ikke settes inn trafikkbegrensende tiltak.

Formålet om å redusere lokal miljøbelastning er en viktig årsak til å bygge tunneler, og effekten kan lokalt være stor. Vi stiller i dette notatet likevel spørsmål om summen den samlede effekten av tunnelomfanget gir negativ miljøeffekt.

Vi har i notatet ikke drøftet effekten av at nye tunneler kan medføre økt trafikk og kan gi konkurransefortrinn til personbiler. Det bør derfor i det videre strategiarbeidet drøftes i hvilken grad tunnelprosjekter i byområder bidrar til å oppfylle de transportpolitiske målsettinger som ligger til grunn i NTP. Følgende spørsmål bør drøftes i den sammenheng:

- Bidrar tunneler til økt fremkommelighet for prioriterte trafikantgrupper (kollektiv, næringsliv, gående og syklende)?
- I hvilken grad reduseres de miljøskadelige virkningene fra transport?
- Blir det færre drepte eller livsvarig skadde?
- Bidrar tunneler til tilgjengelighet for alle?

## 4 Tunnelomfang i Osloområdet

### 4.1 Eksisterende tunneler og utbyggingsprosjekter

Det har vært en kraftig utbygging av antallet tunneler på vegnett i Oslo og Akershus de siste 25 årene. Vålerengtunnelen på rv 190 ble åpnet for trafikk i 1987. Dette var den første høytrafikkunnelen på hovedvegnettet i Oslo med en viss lengde. I løpet av 1990-tallet ble Festningstunnelen, Granfosstunnelen, Vaterlandstunnelen, Hammersborgtunnelen, Ekebergtunnelen, Svartdalstunnelen og Tåsentunnelen bygget. I Akershus er det også bygget mange tunneler på 1990- og 2000-tallet. Noen av disse er relativt lange, som Nordbyttunnelen og Oslofjordtunnelen i Follo og Hagantunnelen (rv 4) og Rælingstunnelen (rv 159) på Romerike. De to førstnevnte er hver ca 4 km lange. I 2009 ble også Nøstvedtunnelen på E6 i Follo åpnet for trafikk. Denne er på 3,7 km. På E16 i Bærum ble to nye tunneler åpnet, Brenne og Skui med samlet lengde på 2,5 km.

Utbyggingsprosjektene Ulven-Sinsen (Lørentunnelen og Økerntunnelen) på rv 150 og senketunnelen i Bjørvika på E18 er pågående utbygginger i kompliserte byområder med svært høye kostnader. Til sammen utgjør disse prosjektene en lengde på 2,6 km, og alle vil få meget høy trafikkbelastning. Senketunnelen i Bjørvika vil koble Festningstunnelen og Ekebergtunnelen til en lang sentrumstunnel og få en årsdøgntrafikk på ca. 90 000 i åpningsåret.

### 4.2 Planer og nye tunnelforslag

I prosjektporteføljen i lokalpolitisk forslag til Oslopakke 3 er det listet opp mange nye tunnelprosjekter, blant annet Manglerudtunnel, lokk over E6 i Groruddalen, Mosseveitunnel, Fossumdiagonalen samt flere tunneler på ny E18 Vestkorridoren (Bærum og Asker). Oslopakke 3 har en tidshorisont fram til 2028, og det er betydelig usikkerhet knyttet til kostnader og gjennomføring av utbyggingsplanene fra opprinnelige lokalt forslag. Konkrete utbyggingsplaner vil avhenge både av kostnadsutviklingen for veginvesteringer og inntektene som genereres gjennom bompengordningen.

Tunneler som for tiden er under bygging utgjør en samlet lengde på 2,6 km. Dersom alle tunnelprosjektene i lokalpolitisk forslag til O3 blir bygget, vil samlet lengde på tunneler i Oslo og Akershus bli på ca 76 km, dvs en dobling i antall tunnelkilometer i forhold til i dag.

#### 4.2.1 Miljølokk er det samme som en tunnel

Miljøtunnel eller miljølokk er et upresist begrep som ofte brukes der miljøhensyn er begrunnelsen for tiltaket. Det er bygget begrensede lengder med lokk over kortere strekninger i områder det er behov for å bryte barrierer som veien skaper og legge til rette for arealbruk på områder (Lysaker og Skøyen).

Lokk krever teknisk utrustning og overvåkning på samme måte som en tunnel. Teknisk er imidlertid et lokk en mer sårbar konstruksjon og det tillates derfor normalt ikke bebyggelse oppå lokket over riksveger. Det må tas hensyn til langsiktig utvikling og eventuelle behov for vegutvidelser før tverrsnittet "låses" med en lokkonstruksjon. Gjennomføring av et byggeanlegg på en veg der trafikken skal gå i anleggsperioden er svært krevende, og slike tiltak er derfor vesentlig dyrere enn feks en fjelltunnel.

På områder med potensiale for byutvikling reises det ofte politiske eller private forslag om miljølokk over hovedveger. Forslaget om lokk over E6 gjennom Groruddalen ligger inne i det lokale forslaget til Oslopakke 3 og har fått stor politisk støtte selv om det ikke er prioritert i første fase av handlingsprogrammet. Vegvesenet har nå igangsatt en mulighetsstudie med miljømessige vurderinger og tekniske muligheter for et eventuelt lokk.



**Figur 4-1 Eksisterende tunneler i Osloområdet (blått) Nye tunnelforslag (rødt)**

**Dersom alle forslag i lokalt forslag Oslopakke 3 bygges ut, vil utbyggingen totalt medføre at samlet tunnelomfang dobles til ca 76 km.**

### 4.3 Høytrafikkerte tunneler og risiko

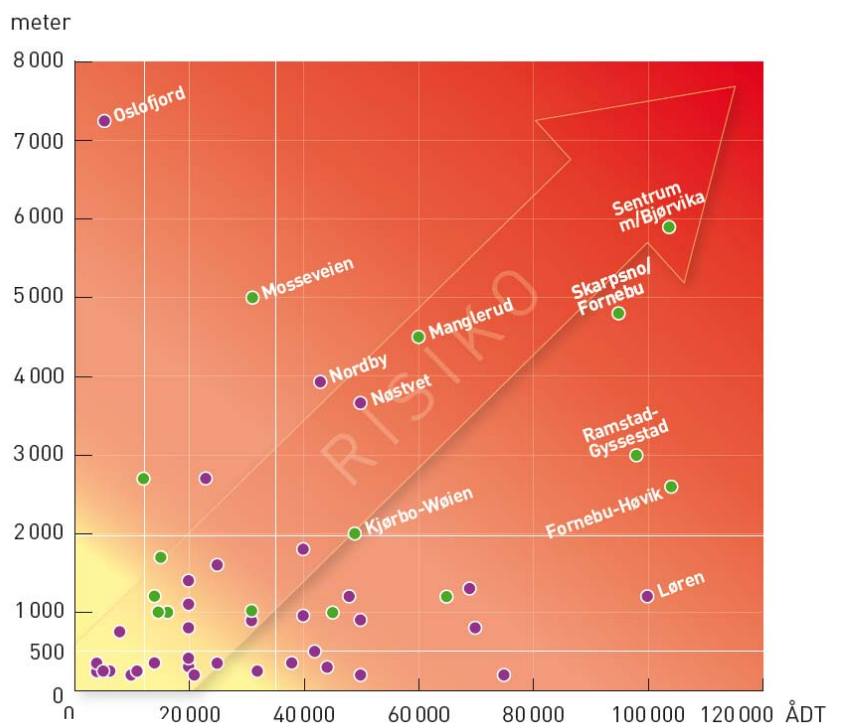
Risiko vil øke med økende tunnelengde og økende trafikkmengde. Vi legger i denne sammenheng til grunn en forståelse av risiko som kombinasjon av mulige hendelser som utløser konsekvenser og usikkerhet. Felles for alle tunneler i Osloområdet er at de har høy trafikkmengde, og flere er lange. Det er ikke konkretiserte krav utover klasse E til tunneler i håndbok 021 om vegtunneler. Denne klassen som gjelder for tunneler mellom 12000 og 20000 ÅDT setter krav til tunnelprofil 2 x 9,5. Når risiko øker er det liten hjelp i ytterligere økning av teknisk utrustning. Det bør derfor utarbeides risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) for tunneler utover denne klassen. På bakgrunn av en slik analyse kan det settes krav til relevante avbøtende tiltak feks. trafikkbegrensninger.

Høytrafikkerte tunneler har følgende behov for ekstra tiltak:

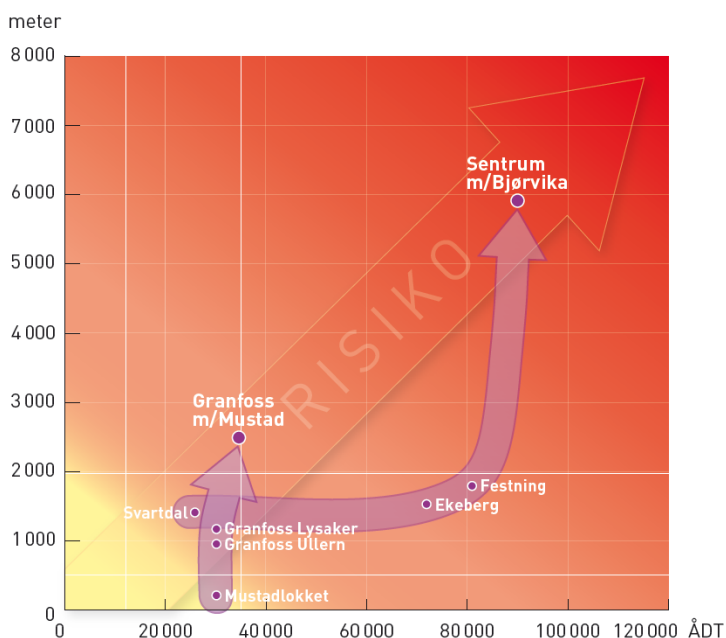
- ekstra høy vaskefrekvens
- trafikkstyring og køregulering
- evakueringskapasitet
- rask oppfølging av hendelser med vegassistanse
- tiltak også på tunneler under 500 m
- i tillegg miljøtiltak for vannrensing og ventilasjon for luftforurensning

Vi ser av figur 4.2 at flere av de planlagte tunnelene slik de er foreslått i lokalt forslag i Oslopakke 3 vil ligge i den delen av figuren der risiko er høy. Bjørvikaprojektet som knytter Festningstunnelen direkte til Ekebergtunnelen og får en sammenlagt lengde på 5,8 km vil ligge svært høyt på risikoskalaen.

En eventuell sammenkobling av Granfosstunnelene med en lokkløsning ved Mustadkrysset vil gi en sammenhengende tunnel på 2,5 kilometer og dermed flytte plasseringen av tunnelen opp på skalaen. Dette er vurderinger som må tas i betraktning for risikoplanlegging og supplerende tiltak.



**Fig 4-2 Risiko øker med økende lengde og trafikkomfang. Nye tunneler og forslag (grønt) med trafikbelastning 2025**



**Fig4-3 Sammenkobling av tunneler flytter tunnelen på risikoskalaen**



## 5 Drift og vedlikehold av vegtunneler

### 5.1 Høytrafikkerte tunneler krever omfattende drift og vedlikehold

Tunneler har samme driftskrav som veg i dagen, mht feiing, asfaltering, oppmerking osv. Tunneler er et lukket område med høy fuktighet og konsentrasjon av støv og gasser, faglig betegnet som ”meget aggressivt miljø”. Dette medfører vesentlig høyere slitasje på veggen og det tekniske utstyret. Den tekniske utrustning er omfattende i høytrafikkerte tunneler. Sikkerhetskravene krever en del utrustning som lysarmaturer, vifter, kameraer, antenner, nødtelefoner, brannskap, målere, dører til rømningsveger og skilt. I tillegg til belastningene fra det fuktige tunnelklimaet er utstyret utsatt for sterke trykk- og sugekrefter fra trafikken samt påkjørsler.



Høytrafikkerte tunneler har i økende grad moderne styring og overvåkning, ITS (intelligent traffic system) knyttet til overordnede styringssystemer. Disse krever jevnlig og hyppig oppdatering. Støvkonsentrasjonen i tunnelen er avgjørende for sikten, fordi skitt på skilt og kameraer reduserer synligheten.

Styringsenheter med alarmer og fjernstyring er forsynt med strøm fra egne trafoer. Disse er følsomme for støv og teknisk utvikling. Beredskapen forutsetter at alle de elementene som er installert i tunnelen fungerer til enhver tid også med redundans (reserveløsninger). Batteripakker til reservestrøm må kontrolleres jevnlig og byttes. Vedlikehold av det elektrotekniske er derfor et sentralt element ved det årlige tilsynet utført av brannvesenet.

**Figur 5-1 Nedstøvete rømningskilt**

#### 5.1.1 Drift av tunneler skjer under press

Drift og vedlikehold er grunnleggende for sikkerheten. Vedlikehold i tunnelrommet foregår kun i stengte tunnelløp, dvs kun om natten. Stenging av tunnel tillates stort sett kun fra mandag til torsdag, dvs 4 netter i uken, i tidsrommet 2200-0530, når trafikkmengder er lave nok for å tillate omkjøring. I dette tidsrommet må entreprenøren rigge til og rigge ned. Det åpner lite for uforutsette hindringer, arbeidet må utføres i det tidsrommet som er til rådighet. Stenging av tunneler følger en streng tidsplan, og risiko, tidspress og krav til entreprenører gjenspeiler seg i kostnadene og kontraktene.

Det er et økende behov elektrofaglig kompetanse for å følge opp tunneldriften. Feil i tunneler har, av sikkerhetsgrunn, forskjellige grader av utbedringsfrister. Kritiske feil har krav til kort responstid, med en høy kostnad som følge. Elektroentreprenører har derfor krav til beredskap. Retting av kritiske feil prioriteres, slik at planlagt vedlikehold og mindre kritiske feil må i så fall utsettes.

Levetiden på installasjoner i tunneler er cirka 15 år. Jo eldre utstyret er jo mer øker feilfrekvensene. Nye krav til utstyr øker vedlikeholdsbehovet. Når byggefasen blir presset på grunn av kostnad og tidsfrister vil det som oftest merkes i driftsfasen, med ustabiliteter i styringssystemer og hyppigere behov for utskiftning av enkelte elementer.

#### 5.1.2 Krav til drift øker på grunn av aldring

Når tunneler blir eldre, øker feilfrekvensen på elektroteknisk utstyr betraktelig, særlig sikkerhetskritiske feil. Økning av antall feil i alle alvorlighetsgrader stiller problemer for håndtering av disse. Feil føres opp automatisk på alarmlister. Når mengden begynner å overskride et vist nivå, åpner det for at VTS-operatører og entreprenører overser kritiske feil eller alarmer. Økning av kritiske feil som må prioriteres, forårsaker forstyrrelser i allerede kompliserte sperringsplaner for planlagt vedlikehold og feilretting. Dette har direkte konsekvenser på sikkerheten, driftsberedskap og driftskostnader. Aldring av utrustning i tunneler vil derfor medføre vanskeligheter i fremtiden for å

håndtere feilretting i samtlige tunneler på en forsvarlig måte. Økning av antall tunneler vil kreve en økning av ressurser tilknyttet elektro og drift.

Det er krav om rehabilitering av tunneler og sikkerhetsgodkjenning av tunneler på TERN nettet innen 2019. Den type rehabilitering har så langt blitt utført kun i Festningstunnelen. Dette varte i 17 måneder for begge løp og kostet over 300 millioner kroner.

## 5.2 Trafikkovervåkning ved Vegtrafikksentralen

Alle tunneler i region øst knyttes til Vegtrafikksentralen i Oslo, som koordinerer trafikkstyringen i hele det overordnede veg - og tunnelsystemet. Vegtrafikksentralen ble åpnet i 1990 sammen med åpning av Festningstunnelen. Den gang var det kun en operatør på jobb, inntil man satte krav om dobbel vakt til en hver tid etter erfaringer fra ulykkeshendelser. I dag overvåkes 39 tunneler fra Vegtrafikksentralen i region Øst og dekker strekninger fra fjelloverganger til grensen mot Sverige.

Store vegprosjekter og vesentlig større krav til teknisk utstyr krever overvåkning. Foruten prosjektene i Oslo og Akershus vil større utbygging med tunneler på E6 langs Mjøsa og nord for Lillehammer og i Østfold i tillegg til styring av nye vippebruer i Fredrikstad kreve oppmerksomhet og ressurser. VTS ble utvidet i 2001 med dobbelt så stort areal, men kapasiteten er nå på det nærmeste allerede sprengt og det er ikke plass til flere operatørpulter.

### 5.2.1 VTS er hjernen til vegnettet i øst



Figur 5-2 Vegtrafikksentralen i Oslo

VTS har en viktig rolle i driftssystemet, siden operatører melder om alarmer og tekniske feil til elektroseksjonen og, for det mest tidskritiske, direkte til entreprenører. Denne oppgaven vil være stadig mer utfordrende når tunnelene blir eldre, og flere. Flere eldre tunneler er i dag styrt av et gammeldags system som er svært ustabil. Det kan derfor være nødvendig på sikt å opprette egne driftsoperatører for overvåkning av driftstilstanden til tunnelene, oppgradere eller endre arbeidssystemer, i tillegg til en utvidelse eller bygging av en ny VTS.

Kameraovervåkning er et meget effektivt sikkerhetstiltak, i det den forsikrer at en hendelse blir raskt detektert, varslet og tiltak igangsatt. Vegnettet i Osloområdet har nå mange kameraer. Automatisk hendelsesdetektering (AID) er blitt en forutsetning for å oppnå et akseptabelt sikkerhetsnivå. AID krever dobbelt så mange kameraer enn vanlig videoovervåkning, krever plass på storskjermen og økt drift og vedlikehold, både ute i felt og på VTS.

Etablerte og planlagte tunneler i området vil gi et meget omfattende tunnelsystem som blir svært krevende å drifte. Koordinering av tunnelstenginger og tilfredsstillende omkjøringsruter for planlagt drift og

vedlikehold vil i seg selv bli et vanskelig puslespill som kompliseres ytterligere av tilfeldige hendelser.

Vegtrafikksentralens ansvar og aktivitetsnivå nærmer seg en kapasitetsgrense. Det er også behov for utvidet bemanning og kompetanse til å dekke trafikkplanlegging, signalplanlegging og teknisk og faglig oppfølging og vedlikehold av tunneler. Sårbarheten til stabil drift av vegtrafikksentralen bør utredes. Prosjekter som bygges ut etter 2014 vil forutsette en ny eller utvidet VTS.

## 6 Eksempler og erfaringer fra utlandet

Det henvises ofte til store og vellykkede tunnelprosjekter i utlandet. Vi har derfor valgt å se nærmere på to store utenlandske prosjekter for å få et visst sammenlikningsgrunnlag. Informasjonen om disse prosjektene har vi i hovedsak hentet fra informasjon på internett og prosjektenes egne nettsider. Første eksemplet er fra Boston i USA, hvor vi viser til det største tunnelprosjekt i USAs historie, The Big Dig. Andre eksemplet er fra Sverige, Södra Länken i Stockholm. Det interessante med Södra Länken er at den er den lengste bymotorveitunnelen i Europa, og er relevant sammenlikningsgrunnlag når Oslo i nær fremtid vil åpne den nye sentrumslinjen (Festningstunnelen, Bjøvikatunnelen og Ekebergtunnelen).

### 6.1 Boston tunnel, USA

Central Artery tunnel eller "The Big Dig" er et gigantisk tunnel- og bruprosjekt i Boston, Massachusetts i USA. Prosjektet er på størrelse med "The channel" mellom England og Frankrike eller Panamakanalen. Tunnelsystemet ble påbegynt i 1991 og avsluttet i 2007. Prosjektet er et resultat av mer enn 30 års planlegging. Når veien var klar i 1959, var den bygget for en ÅDT på 75 000, på 1990- talet var trafikken oppe i 190 000 ÅDT. I 1991 forutså man kø i 16 timer per dag i 2010 hvis ikke vegen ble bygget ut. Det var da 10 timers kø og 4 ganger så høy ulykkesfrekvens i snitt, relatert til andre høytrafikkerte veier i andre byer i USA. Den gamle veien var en hinder for økonomisk vekst.

Central Artery tunnel er en 5,6 km lang tunnel som erstatter Central Artery road som går rett gjennom sentrale Boston. Tunnelen skal ikke bare forbedre trafikkflyten, men også forbedre bymiljøet og ta bort den barriere som den gamle veien innebar. I prosjektet inngår også Ted Williams tunnel som er en tunnel til flyplassen, en bru over Charles river og Rose Kennedy Greenway, som er den gamle veien.



**Figur 6-1** Kart over tunnelog brusystemet i Boston

Det skapt store jordmasser under prosjektet, og deler av disse kunne benyttes til fylling av en gammel søppelfylling, Spectacle Island, hvilket ble en stor park som har forbedret bymiljøet. Det nye veisystemet har tilfeldig gitt en 12 prosent reduksjon av kulloksid inne i Boston. Reduksjonen er på grunn av de minskede køene og vil øke igjen med den økende trafikken som vil komme de nærmeste årene.

Prosjektet regnes som verdens dyreste tunnel og har kostet 14,8 mrd dollar (ca 85mrd Nkr) å bygge, hvilket er ca 190 % mer enn estimert i 1982. Hovedårsaken til kostnadsøkningen er inflasjon, hvilket utgjør 6,4 mrd dollar. En annen årsak til kostnadsoverskridelsene er at staten måtte erstatte publikum som ble negativt rammet av prosjektet, noe som utgjorde en stor forskjell i forhold til opprinnelig kostnadsberegning. På grunn av at kostnadene ble overskredet så mye, ble sykkelveier, gangveier, planter og kunst ekskludert fra prosjektet. Prosjektutbyggingen dro over tiden med fem år.

Boston har gjennom prosjektet fått en direkte forbindelse til flyplassen fra sør- og vest, hvilken sparer mange mye tid (45 minutter). Trafikkflyten har forbedrets ved at veien som tidligere gikk gjennom Boston hadde seks felt, den nye tunnelen har 8-10 felt.

Det skapt store jordmasser under prosjektet, og deler av disse kunne benyttes til fylling av en gammel

### 6.2 Södra Länken, Stockholm

Södra Länken er et vei- og tunnelsystem sør fra Stockholm. Den ble påbegynt i 1997, og åpnet for trafikk i 2004. Prosjektet er 6 km langt, derav 4,5 km tunnel. Hele prosjektet kostet ca. 7,9 milliarder SEK (pr. 2002). Det er den mest komplekse tunnelen i Sverige og det største gjennomførte

veitunnelprosjektet siden Essingeleden på 1960-talet. Södra Länken reduserer gjennomfartstrafikken gjennom Stockholm by. Tunnelen har skapt en bedre bomiljø og en roligere trafikk i gatenettet ved at den har erstattet mange tverrforbindelser i dagen. Dette har frigjort store arealer til byutvikling. Södra Länken er ved sin sentrale plassering en sammenkobling av lokal- og gjennomfartstrafikk.

Tunnelen ble opprinnelig beregnet for 60.000 ÅDT, men allerede har i dag allerede ca 100.000 ÅDT. Tunnelen har en hastighet på 70 km/t og Södra Länken har kortet ned reisetiden fra sør til sentrum. Trafikken inne i byen har minsket generelt, etter at tunnelen ble åpnet har trafikken i et flertall bygater blitt betydelig redusert, spesielt i rushtid. Derimot har trafikkomfanget på

Essingeleden øket mye mer enn hva som var beregnet og kapasiteten i Södra Länken er allerede overskredet i rushtrafikk. En grunn til at folk velger Södra Länken er for å unngå veiprisning, som er innført på parallellveiene.



**Figur 6-2 Vägverkets kart over Södra Länken**

Essingeleden øket mye mer enn hva som var beregnet og kapasiteten i Södra Länken er allerede overskredet i rushtrafikk. En grunn til at folk velger Södra Länken er for å unngå veiprisning, som er innført på parallellveiene.

Södra Länken er sammenlignbar med Festningstunnelen i Oslo når man ser på design, lengde og trafikkvolum. En forskjell er imidlertid at tilfartene til Södra Länken stenges når det blir for mye trafikk i tunnelene. Det er av brannårsaker forbud mot stillestående bilkøer i tunnelene. Tunnelen ble stengt mer enn 100 g i siste år pga kø.

Södra Länken har bred skulder, støtavvisende sidehindre, lyse takelementer, spesielt tilpasset lys i overgangssonene, langsgående ventilasjon, kunstnerisk utsmykning og aktiv trafikkregulering. Det er flere målestasjoner for nitrogendioksid og kulloksid inne i tunnelen, og viftetårn som suger ut luften 20 meter opp ved tunnelmunning.

Den aktive trafikkreguleringen omfatter blant annet innfartskontroll, feltstengning, radiomeldinger, videoovervåking og vegassistanse. Det er dessuten et omfattende registreringssystem i tunnelen som inkluderer trafikkvolum, køtider, nedstengninger, trafikkforstyrrelser og planlagt drift og vedlikehold.

Vasking av tunnelene foregår generelt nattetid med trafikken gåendes. En gang per måned stenges tunnelene for drift- og vedlikehold og to ganger om året stenges tunnelen for en vask av alt fra veibane til tak og vifter. Vaskingsstrategien er å vaske så ofte at det skal være enkelt å vaske og for å forlenge holdbarheten på utstyret.

## 7 Vurdering av virkninger av tunnelomfanget

### 7.1 Virkning på miljø

Begrunnet i miljøhensyn og arealutnyttelse bygges stadig nye tunneler i sentrale og sterkt trafikkerte områder. I det sentrale Østlandsområdet er det i dag mer enn 100 km med vegtunneler. Forurensningsproduksjonen knyttet til vegtrafikken blir imidlertid ikke fjernet. Dersom tunneler bidrar til økt vegkapasitet vil trafikken i pressområder fylle opp denne kapasiteten og dermed øke miljøbelastningen totalt.

#### 7.1.1 Støyen reduseres lokalt, men kan samlet øke

Langs de mest trafikkerte hovedvegene i Oslo og Akershus er støynivåene svært høye. Det kreves en halvering av trafikkmengden for at vi skal oppfatte det som en merkbar reduksjon i lydnivå. Det er derfor en utfordring å redusere trafikkmengden, slik at det støyemessig oppleves som en forbedring. Det er mulig å bygge slik at innendørs støynivå blir akseptabelt, men det er begrensede muligheter for å tilfredstille anbefalte grenseverdiene utendørs med ordinære støyskjermingstiltak. Innløsning av boliger og endret arealbruk kan derfor være et alternativ langs de mest støyutsatt hovedvegene.

Bygging av tunnel eller lokk har vært en mulig løsning der mange er eksponert for høye støynivåer og konflikten mellom byutvikling og gjennomgangstrafikken er størst. Effekten er imidlertid avhengig av om den samlede støybelastning på befolkningen øker dersom trafikken spres eller øker på lokalvegnettet i tilstøtende områder.



Dersom en tunnel bidrar til at vesentlig del av vegtrafikken fjernes og hastigheten på lokaltrafikken blir lav, vil effekten på støy være stor og kunne bedre miljøet lokalt. Tunneler kan imidlertid føre til at andre deler av vegnettet får en øket belastning. Lange tunneler gir generelt større resttrafikk på overflaten og dermed mindre effekt mht støyreduksjon. Konsentrert byutvikling er ofte et formål med å legge hovedtrafikken i tunnel. Dette kan medføre at man bygger seg inn i miljøbelastete områder og at nyskapt lokaltrafikk blir høy.

Vurdering av støykonsekvensene av Oslopakke 3 (Miljøakustikk, 2006) viste at pga av økt trafikkarbeid vil gjennomsnittlig plagegrad øke med 1,2%. Flere av tunnelprosjektene viser en lokal endret fordeling av eksponeringen i støysonene slik at i de fleste tilfellene ble antallet personer med høy støybelastning redusert, men antallet med moderat støybelastning i flere tilfeller øker.

**Figur 7-1** Egnethet for bebyggelse ved nedgradert veg i Bjørvika Kilde BS akustikk

Utforming av tunnelen på innsiden ved tunnelmunning og tunnelportal har også betydning for støybildet. Eventuelle konsekvenser av plassering og utforming av tunnelmunning må derfor vurderes i konkrete planer.

I nærheten av tunnelmunningen vil det være større støyeksponering både fra vegen utenfor tunnelen og fra selve tunnelportalen. Dette kan ha betydning for støynivået inntil ca 100 - 150 meter fra munning.

Bedre lokalmiljø kan oppnås ved hjelp av trafikksanering og redusert hastighet. I Oslo er det i vinterhalvåret innført miljøfartsgrense 60 km/t på blant annet Rv 4, Ring 3 og deler av E18 vest. Foruten virkning på luftkvaliteten har det også vist seg at støyen reduseres med ca 2 dB.

### 7.1.2 Luftforurensning konsentreres i tunnelmunningene

Nye tunneler som bygges på sterkt trafikkbelastede strekninger gir en lokal reduksjon av luftforurensning for de områder der trafikken på overflaten reduseres vesentlig. I tett befolkede områder kan dette utgjøre en vesentlig forskjell mht antall eksponerte. Forurensningen fjernes imidlertid i liten grad, men flyttes til tunnelmunningene. Konsentrasjonen av luftforurensning, gasser og svevestøv kan bli høy i et lukket tunnelrom.

I tunneler med kun enveistrafikk vil veitrafikken naturlig fungere som ”pumpe”, mens i tunneler med toveistrafikk må tilstrekkelig ventilasjon sikres med mekaniske vifter i tunneltaket. Konsekvensen er at konsentrasjonen av luftforurensning ved tunnelmunningen kan bli svært høy. Omfanget vil avhenge av bla av tunnellengde, trafikkmengde, piggdekkandel og hastighet, men kan ha betydning fra 100 – 300 meter fra munning.

Ventilasjon i tunneler er i de fleste tilfeller dimensjonert for å holde partikkel og gasskonsentrasjonen i tunnelen på forsvarlig nivå av hensyn til sikkerhet for trafikantene. I tillegg skal ventilasjonene sikre at farlig røyk trekkes ut i tilfelle brann. I byområder og områder der det er særlige hensyn til luftkvaliteten ved munning kan det være aktuelt å styre ventilasjonen på bakgrunn av nivåer utenfor tunnelmunning.



**Figur 7-2 Ventilasjonstårn i Bjørvika**

Det er pr i dag ikke kostnadseffektive løsninger for rensning av tunnelluft. Det er utprøvet forskjellige metoder, men ingen av disse er i dag i drift pga manglende effekt, store driftsproblemer og høyt energiforbruk. Der munningsutslipp er beregnet som høyt og det er knyttet arealinteresser i umiddelbar nærhet, er det montert ventilasjonstårn for å sikre at luft fra tunnelen føres høyere enn nærliggende bebyggelse for å sikre tilfredsstillende fortykning.

SVVs håndbøker legger til grunn et ventilasjonsprinsipp som styres etter nivået på CO og NO<sub>x</sub> inne i tunnelen. Dette systemet er lagt til grunn i eksisterende tunneler bla Festningstunnelen og Ekebergstunnelen og vil sannsynligvis også gjelde Bjørvikaforbindelsen. Viftene i de nye ventilasjonstårnene vil dermed styres i samsvar med viftene i tunnelene og igangsettes først når nivået i tunnelen når et høyt nivå. Dette medfører at i ordinære trafikksituasjoner vil forurenset luft ventileres ved pumpevirking av den ordinære biltrafikken uten at luften ventileres gjennom tårnene.

Dette fører til høy forurensningsbelastningen ved tunnelmunning (og ved åpning i tunneltaket i Bjørvika) særlig av svevestøv (PM<sub>10</sub>) og av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>). Dette kan komme i konflikt med krav til luftkvalitet i byutviklingsområdene i sentrumsområdene Filipstad, Kværner og Bjørvika. Ved Lørentunnelen er det derimot lagt opp til at ventilasjonen skal baseres på følere utenfor tunnelen slik at det er kravet til luftkvalitet utenfor som styrer ventilasjonsbehovet.

### 7.1.3 Klimagassutslippene øker

Det er beregnet en viss nedgang i CO<sub>2</sub> utslipp fremover som følge av teknologiutvikling på bilparken til tross for forventet økt trafikkomfang. Tunneler gir imidlertid ingen reduksjon av klimagassutslippet, snarere tvert imot. CO<sub>2</sub> utslippet ved tunnel er i hovedsak knyttet til:

- Effekt av økning i antall kjøretøykilometer (bedre kapasitet gir økt trafikkomfang)
- Effekt av økt drivstofforbruk ved høydeforskjeller, kan gi inntil 20% høyere CO<sub>2</sub> utslipp (ref prissatte konsekvenser KVVU, miljøkostnader)
- Effekt av strøm til teknisk utstyr og ventilasjon (anslag 0,4 kg/CO<sub>2</sub> pr kWh)
- Effekt av anleggsarbeid samt økte ressurser til drift og vedlikehold

TØI har på oppdrag fra Vegdirektoratet gjennomført en studie med utgangspunkt i spørsmålet: ”Fører bedre veier til mindre klimagassutslipp?”(rapp.1027/2009). Konklusjonene fra tilbud- og

etterspørselsteorier er at nye og bedre veger fører til nyskapt trafikk, og at forbedringer som forkorter reisetiden stimulerer til flere og lengre turer og dermed også øker utslippet.

Det er også satt fokus på utslippskonsekvenser ved bygging og drift av nye veger. Konklusjonene er at i høytrafikkerte områder er den relative andelen av utslippet størst fra trafikken den skaper, mens i områder med mindre trafikkbelastningen vil utslippet fra utbygging og drift utgjøre den største andelen. Energiforbruket er vesentlig høyere i tunneler enn på tilsvarende strekning i dagen. Drift og vedlikeholdet er vesentlig høyere og strømforbruket er vesentlig høyere enn veg i dagen. Det gir et høyt indirekte utslipp av klimagasser.

#### 7.1.4 Vannet må renses

Storparten av forurensning som samles opp i tunnelen avsettes på tak og vegger. Dette akkumulerte vegstøvet og forurensninger fjernes gjennom feiing og vasking av tunnelene. Vaskefrekvensen for sterkt trafikkerte tunneler i Oslo området er min. en helvask og 6-8 veggvasker per år. Vaskevannet fra tunnelene inneholder en blanding av løste og partikkeltilknyttede forurensningskomponenter med høye konsentrasjoner av tungmetaller, PAH, olje og såpestoffer, som potensielt kan gi akutte eller kroniske effekter på dyre- og planteliv i vassdrag. Deler av forurensningsproduksjonen vil samles opp som slam i suge- og feiebler eller som slam i sandfangene. Dette vil kunne forringe slamkvaliteten ved utslipp til avløpsnett og flere kommunale renseanlegg har derfor restriksjoner for påslipp av tunnelvaskevann.

Vaskevannet fra sterkt trafikkerte tunneler må derfor renses i sedimentasjonsbasseng med minimum 14 dagers oppholdstid før utslipp. Det kan også være behov for ekstra filtrering for å hindre at vannløselige giftstoffer medfører skadelige effekter i vassdragene. Oppfølgingen av filtrasjonsanlegg er i dag tilfeldig. Massene fra suge- og feiebler krever også forsvarlig deponering da dette regnes som spesialavfall. Det bør utarbeides driftsinstruks for renseanlegg og bruk av massene.

For å vurdere nødvendige rensetiltak for vaskevann og planlegge en miljøforsvarlig disponering av slam- og sandfangsmasser, er det viktig å klarlegge forurensningsproduksjonen i vegtunnelene. Det er klar sammenheng mellom trafikkbelastning og forurensningsproduksjon. Eksempelvis har Festningstunnelen 3-5 ganger høyere utslipp enn feks Nordbytunnelen.

Studier gjennomført av Vegdirektoratet og Bioforsk (UMB) har oppsummert dette i rapporten "Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler", Rapp. 2006. Det vil også bli igangsatt nye FoU-prosjekter på tunnelvaskevann og tiltak for å redusere forurensningsbelastningen.



Figur 7-3 Sedimentasjonsbasseng



Figur 7-4 Tunnelvaskevann

#### Oppsummering miljø

- Tunneler kan gi lokal støyreduksjon, men samlet belastning øker ved økt trafikk
- Luftforurensning i tunnelmunning kan bli svært høy og forutsetter aktsomhet for arealbruken. Bruk av ventilasjon og luftetårn må tilpasses dette.
- Bytunneler øker trafikken og har energikrevende anlegg som medfører økt utslipp av klimagasser
- Vaskevann fra tunneler krever rensning

## 7.2 Virkning på trafikkavvikling

### 7.2.1 Drift og vedlikehold krever regelmessig stengning

Alle tunneler må stenges både periodisk for vask og vedlikehold og sporadisk som følge av hendelser i tunnelen. Dette krever etablering av omkjøringsveger og informasjons- og styringssystemer for å lede trafikken.

Tunneler må stenges ofte for både bygningsmessig og elektroteknisk vedlikehold. Alt vedlikeholdsarbeid i trafikkrommet i tunnelene utføres av hensyn til sikkerhet ved helt avstengt tunnellop som det arbeides i. På tunneler > 10 0000 ÅDT kreves det nattarbeid, normalt i perioden kl. 2200 – kl. 05.30.

Stenging av et løp eller begge løp vil forkomme i følgende situasjoner:

- Periodisk vask og vedlikehold, som utføres om natten ca 5-12 g pr år
- Hendelser uten alvorlige konsekvenser, men som krever stenging av hele løpet
- Håndtering av kritiske feil (stengning prioriteres fremfor planlagt vedlikehold)
- Store ulykker/brann som krever rask evakuering
- Større rehabiliteringsarbeider som må påregnes ca hvert 15-20 år

Tilgjengelig arbeidsperiode pr natt er generelt ca 8 timer, fra mandag til torsdag. Pga kompliserte reguleringer og av hensyn til trafikantene må tunnelene tas i tur og orden. Det er ca 650 planlagt nattestengninger/år i Oslo og Akershus pr idag. For at det slippes akseptable trafikkmengder på omkjøringsveger, er stengingsmuligheter begrenset til 4 netter i uken, dvs at det stenges i gjennomsnitt 3-4 tunnellop per natt. Eksempelvis er kapasiteten med full vask er ca 1500- 2000 m løp pr/natt.

Med økende mengde tunneler blir behovet for koordinerte stengningen vesentlig høyere. Det ble i forbindelse med KVV for Oslopakke 3 beregnet behov for inntil 1700 – 2000 stenginger av tunnellop pr. år for utførelse av planlagte tiltak knyttet til drift og vedlikehold av tunnelene. Dette tilsvarer i gjennomsnitt ca 9 stengninger pr. natt dersom det kun fordeles på 4 netter/uke.

Siden flere tunneler vil nå en kritisk alder der utstyr blir modent for utskiftning omtrent samtidig, kan man forvente en betydelig økning av prioriterte stenginger for håndtering av kritiske feil om 5-10 år. Større rehabiliteringer av eksisterende tunneler er omfattende og tidkrevende arbeid. Rehabilitering av Festningstunnelen tok 17 mnd. Det er også lagt opp til ca 13 mnd med innskrenkninger pga tilkobling av Bjørvikatunnelen. Dette har medført store forstyrrelser i vedlikeholdsprogrammet for øvrige tunneler i Oslo. Belastningen på åpne tunnellop er forsterket og løpende vedlikehold er vanskeliggjort. Jo flere tunneler med krav til rehabilitering jo vanskeligere blir dermed den totale kabalen.

### 7.2.2 Toveisregulering i høytrafikk tunnel er ikke ønsket

På strekninger der det ikke er omkjøringsveg i dagen må det etableres såkalt toveis-regulering i andre tunnellop. Toveis-regulering er svært krevende teknisk, i det antall kjørefeltsignaler, skilt og bommer er fordoblet i forhold til "normale" tunneler, og må ha en total pålitelighet for at trafikken kan avvikles som toveis.

Av sikkerhetsgrunner kreves det to VTS-operatører for å utføre en toveis-regulering. De må kontrollere at tunnellopet der det etableres toveis-trafikk er fritt for kjøretøy, forsikre seg at alle bommer og trafikkstyringsutstyr fungerer etter planen, og at det ikke foregår uønskede trafikale hendelser. Hvis tekniske eller trafikale uønskede hendelser oppstår, må regulering avbrytes og tunnellopet kan ikke stenges. Sannsynligheten for slike situasjoner vil øke med økning av tekniske feil pga aldring.

Trafikkmengdene må være nokså begrenset for at toveis-trafikk kan etableres, det medfører at stenging av et tunnellop på dagtid er svært vanskelig. Dette stiller spesielt store problemer ved langvarig



stenging av tunnellop for reparasjon eller rehabilitering. Toveis-regulering er spesielt sårbart og det er derfor ikke ønskelig å legge til rette for dette i høytrafikkerte tunneler i fremtiden.

### 7.2.3 Behovet for omkjøringsveger øker

Når tunneler stenges er det behov for omkjøring på tilstøtende vegnett. Det forsøkes å samordne tunnelstenginger slik at forstyrrelser på vegnettet blir minimale for trafikantene. E18 og ring 3 er omkjøringstraseer for hverandre og søkes stengt på forskjellige tider. Dette styres av Vegtrafikkentralen og informasjon kan gis på programmerbare opplysningstavler. Kritiske snitt i vegnettet defineres av tunnelene, Tåsentunnelen på Ring 3 og Sentrumstunnelen for E18 og trafikk i Bjørvika.

Omkjøringsveger i dagen byr på en bedre pålitelighet, men det er ugunstig for trafikkavvikling og lokalmiljø langs disse vegene. Vegutforming kan være ugunstig for store kjøretøy, noen veger har lyskryss, andre rundkjøringer. Man prøver derfor å unngå å stenge flere tunneler på en og samme strekning samtidig.

Større rehabilitering av tunneler kan i stor grad utføres om natten, men vil kunne gjøres raskere og billigere hvis tunnelen stenges på dagtid. Det er derfor ønskelig at kapasiteten på omkjøringsvegen gir mulighet for tidvis å kunne stenge ett tunnellop hele døgnet. Dette gir samtidig økt vegkapasitet for bil i korridorene, noe som over tid må antas å stimulere til økt bilbruk.



**Figur 7-5 Ikke alle omkjøringsveger har tilfredsstillende standard. Her for Granfosstunnelen**

Ekeberg, Svartdal og Vålerenga er trafikkstyringsmessig avhengige av hverandre og setter begrensninger for stenginger. Brynstunnelen på ring 3 kan ikke rehabiliteres før Sentrumstunnelen (tunnelsystemet med Bjørvika) blir åpen for trafikk, på grunn av mangel på omkjøringsmuligheter for tung trafikk, i det omkjøringsvegen har høydebegrensninger.

Ved større ulykker eller brann må tunnelen evakueres ved å lede trafikken inn på omkjøringsvegen. I en slik situasjon vil parallellvegen stenges for annen trafikk, og kollektivfeltet må benyttes til evakueringen hvis det trengs. Det må derfor antas at ett bilfelt i hver retning vil være tilstrekkelig for evakuering. En større brann vil imidlertid kunne føre til at tunnelen må holdes stengt hele døgnet i en lengre periode, jf ulykken i E6 Follotunnelen i mai 2009. All trafikk må avvikles på omkjøringsvegen og på andre parallelle ruter noe som kan medføre saktegående kø hele dagen og mye trafikk på tilstøtende vegnett.

En parallellveg med bare ett felt i hver retning gir et sårbart vegsystem som i flere situasjoner vil gi svært dårlig trafikkavvikling. Stenging av ett løp vil opptre såpass hyppig at det vil være uakseptabelt å benytte kollektivfeltet unntatt når tunnelen må evakueres, dvs ved brann.

Trafikk på omkjøringsveger er en påkjenning for lokalmiljøet. Dessuten er ofte omkjøringsveg i dagen kommunal, og vi er avhengige av å ha en god dialog med kommunen for at omkjøringsvegen alltid skal kunne tas i bruk når det trengs.

#### Oppsummering trafikkavvikling:

- Høytrafikkerte tunneler har høyt behov for vedlikehold. Dette krever hyppige stengninger særlig om natten
- Toveisregulering bør unngås i høytrafikkerte tunneler. Dette øker behovet for omkjøringsveger
- Høy tetthet av tunneler på byvegnett er krevende mht effektiv trafikkavvikling

## 7.3 Virkning på trafikksikkerhet

### 7.3.1 Antall hendelser kan bli tredoblet

Det skiller mellom hendelser og ulykker med personskade. En hendelse kan være alt fra at en bil stanser pga tom bensintank eller en ulykke med kun materielle skader, mens vi i de offisielle ulykkesstatistikker opererer med ulykker med personskade (både mindre og alvorlige skader/dødsfall). Når vi snakker om ulykkesfrekvens er dette et uttrykk for risiko, dvs antallet ulykker sett i forhold til blant annet trafikkmengde og tunnelens lengde og år.

Ulykkesfrekvens

beregnes på følgende måte:

$$U_f = \frac{U_{OBS}}{\dot{A}DT \cdot 365 \cdot Lengde \cdot \dot{A}r} \cdot 10^6 \quad \text{personskadeulykker pr million kjøretøykilometer}$$

Til forskjell fra en hendelse på veg i dagen, vil enhver hendelse og ulykke i en tunnel medføre større konsekvenser i form av innsats fra redningspersonell. Det vil alltid være en prioritert oppgave å få havarert kjøretøy ut av tunnellopet raskest mulig, uansett skadeomfang. Dette er spesielt viktig dersom det har oppstått bilbrann eller det kan være fare for at en brann kan starte.

Ifølge Vegtrafikksentralen er det årlig i underkant av 3000 hendelser som i tunnelene i Oslo og Akershus som krever kortere eller lengre stenging av ett eller flere felt i tunnel. Dette omfatter alt fra ulykker, uhell og ulike former for kjørestøystopp. Ved full utbygging av de nye tunnelene i det lokale forslaget til Oslopakke 3 er det beregnet at antallet hendelser kan tredobles. Det er beregnet at det kan forventes inntil 25 hendelser pr. dag i tunnelene. En betydelig andel av disse vil kreve stengning av kjørefelt.

### 7.3.2 Tunneler gir ikke økt trafikksikkerhet

Vegdirektoratet har gjennomført en undersøkelse av ulykker som har skjedd i perioden 2001-2006. Her inngår ulykker i alt 250 tunneler i hele landet. Utvalget er dermed såpass stort at det er mulig å si noe om typiske karakteristika for tunnelulykker:

Ulykker i tunneler har i gjennomsnitt høyere alvorlighetsgrad enn ulykker på veg i dagen.

Det er større andel av ulykker som følge av påkjøring bakfra og feltskifte.

I ett-løpstunneler er det også flere møteulykker enn på tofeltsveg i dagen.

Det er relativt mange ulykker i overgangssonene mellom tunnel og veg i dagen, men det er samtidig en tendens til at stadig flere tunnel-ulykker skjer lengre inn i tunnellopene.

Undersøkelsen viser også en klar sammenheng mellom horisontalkurvatur og ulykkesfrekvens (risiko), dvs at risikoen avtar med økende radius på kurvaturen.

### 7.3.3 Høy ulykkesfrekvens i tunneler i Oslo

Undersøkelsen viser at Oslo-tunnelene er mer ulykkesutsatt enn tunneler ellers i landet, noe som selvsagt har sammenheng med den store trafikkbeklastningen, og flere av tunnelene har også høy ulykkesfrekvens. Veger i dagen har svært varierende ulykkesfrekvens på ulike strekninger avhengig av bla trafikkbeklastning og vegutforming. Vi har derfor ikke relevant sammenlikningsgrunnlag for tunneler i forhold til veg i dagen. Høytrafikk-tunnelene i Oslo har imidlertid et mer komplisert trafikkbilde, med svært høy belastning i rushtiden. I tillegg har flere av tunnelene ramper i selve tunnellopet, noe som også medvirker til økende ulykkesfrekvens.

De mest trafikkerte tunnelen i Oslo har alle en ulykkesfrekvens i intervallet 0,20-0,25.

Vålerengtunnelen har høyest ulykkesfrekvens, mens det skjer flest ulykker i Festningstunnelen.

Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for alle to-løpstunneler i landet er 0,16.

Det er likevel ikke mulig å trekke en bastant konklusjon om at tunneler er ”farligere” enn veg i dagen, ut fra ulykkesstatistikken. Dette kommer an på hvilke strekninger en sammenlikner med. Det er nemlig flere delstrekninger av hovedvegnettet i dagen som har mange trafikksikkerhetsmessige utfordringer og høyere ulykkesrisiko enn tunnelene.

Felles for alle tunnelene er at det er registrert relativt få ulykker med dødsfall. Det er ikke gjennomført undersøkelser som viser eventuell sammenheng mellom tverrsnitt, linjeføring, teknisk utrustning og andre, tilsvarende parametre. Vi antar likevel at "moderne" tunneler har lavere ulykkesfrekvens enn tunneler som er bygget for 15-20 år siden.

#### 7.3.4 Krav til tunnelsikkerhet får konsekvenser for utforming og trafikkstyring

For hele vegnettet sett under ett, har ikke tunneler høyere ulykkesrisiko enn veg i dagen, men risikoen for at en ulykke utvikler seg til en større katastrofe er vesentlig større i en tunnel. Den er et lukket rom, hvor en brann lettere vil kunne spre seg samtidig som den tar lenger tid å evakuere enn veg i dagen. Det er derfor stilt strenge krav etablering av systemer for overvåking, trafikkstyring, brannsikring og evakuering av tunneler.

En ulykkessituasjon kan forverres ved økende stigning. Det er derfor krav til maksimal stigning i nye tunneler (5 % med noen unntak) og anbefalt maksimal tunnellengde (4 km i byområder). Når det gjelder kryss vil dette alltid representere en viss opphopning av ulykker. Kryss i tunnel skal derfor unngås og eventuelle løsninger skal godkjennes av Vegdirektoratet.

Hittil er vi forskånet for store katastrofale hendelser i Norge, men risikoen for at dette skal kunne skje, øker nødvendigvis med antall lange tunneler som tas i bruk. Hendelser som kan forårsake katastrofale utfall, med et høyt antall trafikanter involvert og mange drepte og skadde, kan eksempelvis være brann i tankbil og kjedekollisjon med mange involverte.

For å redusere risikoen for at ulykker (spesielt branner) utvikler seg til katastrofer er det viktig å unngå saktegående kø i tunnel, og at det sikres vegkapasitet for evakuering av tunnelen i dagsonene utenfor. Kø i et tunnellop defineres som relativt uproblematisk, men tilfartskontroll vil bli vurdert som virkemiddel fremover. Kø i begge løp er et problem beredskapsmessig, pga fremkommelighet for nødetatene og brannspredning mellom biler. Et framtidig krav til styringen av tunnelsystemet vil sannsynligvis være at det etableres tilfartskontroller som sikrer en viss minimumshastighet i tunnelen og påfølgende dagsone. Dette vil kunne få konsekvenser i form av økte køer på lokalveinettet.

Sannsynligheten for at det oppstår brann i kjøretøy er generelt relativt liten, men det skjer. Erfaringer fra VTS tilsier at vi hittil har vært heldige; noen observerte branner har startet utenfor tunnelen, noen er blitt slukket av trafikanter, og de fleste ble detektert tidlig nok for at stenging og evakuering kunne ivaretas. Det oppstår en brann i Oslofjordtunnelen cirka en gang pr år. Det har til nå aldri skjedd brann i køsituasjon.



Figur 7-6 Prinsipp for ventilasjon og selvredning ved brann

#### 7.3.5 Begrensning i transport av farlig gods

Risiko for en storulykke i form av brann/eksplosjon vil ikke kunne elimineres helt. I dag transporteres ca. 30 % av alle typer farlig gods gjennom Oslo. Totalt transporteres det ca. 12 millioner tonn farlig gods (2000-data) i Norge hvorav 80 % er brannfarlige væsker. Det er antatt at 10 % av alt gods er klassifisert som farlig og at ca. 3 % av tungbiltransporter er farlig godstransport.

Risiko kan reduseres gjennom regulering og ulike typer tiltak både til farlig godstransport og annen godstransport, så som monitorering, automatisk slukkeanlegg, ventilasjon, krav til kjøretøy og fører, med mer. Allikevel vil fare for storulykke være til stede tross for disse avbøtende tiltakene.

Det er europeiske bestemmelser om transport av farlig gods og krav som skilting av restriksjoner for dette. Mange tunneler i Oslo har slike restriksjoner. Dette gjelder E18 Festningstunnelen, Vålerengtunnelen, Hammersborgtunnelen og Vaterlandstunnelen. Begrensningene går ut på at transport av farlig gods (etter definerte regler) ikke kan transporteres gjennom disse tunnelene i rushperioder, (kl.0700- 0900 og 14- 18.00).

Det er begrensede muligheter til alternative omkjøringsveger for denne type gods (bla annet fra Sjursøya) utenom hovedvegnettet i Oslo. Dersom denne transporten i stedet blir ført gjennom boligkater, er imidlertid slike tiltak ikke nødvendigvis fornuftige, ut fra en helhets risikovurdering. Det skal derfor gjennomføres en samlet risikoanalyse i forbindelse med åpningen av Sentrumslinja i 2010. Merking av tunnelene vil bli tatt opp til vurdering i forbindelse med ny sikkerhetsgodkjenning av alle tunneler i Oslo i løpet av 2010.

### 7.3.6 Behov for økt kunnskap om ulykker i høytrafikkerte tunneler

Det er gjennomført få dybdestudier av tunnelulykker. Det er et stort datamateriale å gripe fatt i, og det er antakelig behov for mer kunnskap om ulykker i Oslo-tunnelene. Dette for å undersøke om det er et potensiale for ulykkesreduksjon med de ”riktige” virkemidlene.

Følgende spørsmål knyttet til høytrafikkerte tunneler bør sees nærmere på:

- Vet vi nok om sammenheng mellom linjeføring, tverrsnitt og ulykker?
- Med bakgrunn i mange påkjøring bakfra-ulykker: Bør kravet til stoppsikt økes i tunneler?
- Kan det være andre grunner til overrepresentasjon av denne type ulykker?
- Hva skyldes at det er så mange ulykker i overgangssonene?
- Er det behov for studier av adferd som følge av ”tunnelangst”, frykt og reaksjonsmønstre i forbindelse med kjøring i tunneler?

### 7.3.7 Kø i tunneler øker risiko og vanskeliggjør redning

Det viktigste enkelttiltaket mot en katastrofal bilbrann i en toløpstunnel, er å sikre en viss flyt i tunneler til enhver tid. En eventuell brann i tunnel forutsetter stenging av begge tunneløp og kjøring av ventilasjon med kjøreretningen for å sikre atkomst for redningsetatene, samt selvrømning enten i bil eller til fots. Vår beredskapstankegang er dermed basert på at trafikken flyter nedstrøms for ulykkestedet.

Sannsynligheten antas å øke når biler kjører med svært ujevn hastighet i kø, særlig når det er flere stigninger som i Festningstunnelen/Bjørsvika/Svardalstunnelen.

Konsekvensen kan imidlertid bli katastrofal når mange biler står fast i en kø hvor det brenner. Sterk varme og svært giftig røyk utvikles av bilbranner, og tunnelene er konstruert slik at alle som oppholder seg foran brannen raskt blir eksponert. Panikksituasjoner vil lett oppstå. Evakueringen av biler i kjøreretningen vil sterkt forsinkes av panikk. Personer som evakuerer fra sine biler eksponeres for dårlig sikt, giftig røyk og varme.

Nødetatenes fremkommelighet vanskeliggjøres av mye trafikk, og dersom det også er kø i motgående løp forhindres de helt fra å kunne utføre redning. Trafikantene som oppholder seg bak en brann er sikrere pga ventilasjonen, i hvert fall i de første minuttene av brannutviklingen.

Kø kan hindres ved bruk av tilfartskontroll. Tilfartskontroll har vært en suksess på den gamle E6 utenfor Halden, og er i bruk flere steder i Europa, blant annet i Stockholm. Med tilfartskontroll vil køene oppstå utenfor tunnelene. Dette, kombinert med gode informasjonssystemer, vil gi trafikanter mulighet til å gjøre et valg før de sitter fast inne i en tunnel. De vil kunne snu, ta offentlig kommunikasjon, eller ta et annet vegvalg.

I forbindelse med bygging av Bjørvika og planlegging av Vestkorridoren, har det kommet frem diskusjoner om det bør begrenses omfanget av kø i tunneler av sikkerhetshensyn. Det er tilrettelagt for mulig tilfartskontroll i Sentrumslinja, og behovet for å ta denne i bruk vil bli vurdert. En konsekvens ved bruk av tilfartskontroll vil imidlertid bli økt trafikk på omliggende vegnett.

### 7.3.8 Opplevelse av frykt og ubehag i tunnel

En ROS analyse fra Universitetet i Stavanger i forbindelse med KVVU for Oslopakke 3 har utført en vurdering av risikopersepsjon ved tunneler. Det er en vesentlig andel av befolkningen i Norge som er redd, bekymret og føler ubehag når de kjører i tunneler.

Forskningslitteraturen gir varierende resultater med hensyn til bekymring, engstelse og frykt. En undersøkelse (1994) om folks holdninger til å kjøre i lengre tunneler antyder at ca 20% føler uro og 3% føler engstelse og ønsker seg alternativ kjøreruter.

Det er imidlertid ingen kjente undersøkelser av tilsvarende reaksjoner i høytrafikkerte tunneler i by der det også tidvis oppstår køsituasjoner i tunnelene. Den første og viktigste testen på fryktreaksjoner vil vi få når Bjørvika-utbyggingen er ferdig i 2012.

Utrygghet i en normalsituasjon, dvs. når trafikken går som normalt, er den vanlige tilnærmingen til studier om frykt i tunneler. I hvilken grad avvik fra normalsituasjon påvirker utrygghet og hvordan dette igjen vil kunne medføre at avvikene vil kunne gi uønskede hendelser er en annen tilnærming som i liten grad er forsket på.

Det er interessant å undersøke videre hva som forårsaker frykt, og ikke minst hva ulike grader av frykt gjør med kjøreatferden til trafikantene i Oslo som vil være det storbyområdet med høyest tunneltetthet i verden.



Figur 7-7 Kø i tunnel må unngås

Med kø i tunnel, øker sannsynligheten for at trafikanter vil foretrekke kjøring i dagen enn i tunnel. I så fall mister vi en del miljøeffekt av tunnelene.

Oppsummering trafikksikkerhet:

- Det er større risiko knyttet til ulykker i tunnel enn tilsvarende i dagen
- Tunnelene i Oslo er mer ulykkesutsatt enn tunneler i resten av landet
- Det er svært mange hendelser i høytrafikkerte tunneler i Oslo og dette kan bli tredoblet ved dobling av tunnelomfanget
- Det er behov for bedre kunnskap om ulykker i høytrafikkerte tunneler
- Risiko ved brann medfører krav til trafikkstyring. Kø bør unngås.
- Det er behov for mer kunnskap om psykologisk effekt av opplevelsen av kø i tunnel

## **7.4 Virkninger på utbyggings-, drift- og vedlikeholdskostnader**

### 7.4.1 Svært høye byggekostnader

Bygging av tunneler krever kapitalkostnader til varig investering. Ved ferdigstilling av tunnel kan disse investeringen ses på som ugjenkallelige. Det vil si at når tunnelen først er bygd har den liten eller ingen alternativverdi for annet enn veitrafikk. Dette er ikke tilfelle med vei i dagen da alternativverdien av arealet kan ha svært høy verdi. Dette gjør at man har mye å tape dersom det investeres feil.

Kapitalkostnader vil variere fra urbane og rurale strøk når det kommer til vei i dagen. En av årsakene til dette er at arealkostnader er svært ulike. Det vil si at beslag av areal i urbane strøk har en høy alternativverdi. Store deler av denne kostnaden forsvinner med tunnelbygging da alternativverdien av innmaten av et fjell er liten. Det vil allikevel være kostnadsforskjeller mellom rurale og urbane strøk og med tekniske forhold (fjell/lokk, ett/to-løps) og kompleksitet.

Høytrafikkerte tunneler i Oslo-området har fort en byggekostnad på 100 000 kr/meter pr tunnellop med to felt, dvs at en firefelts tunnel koster 200 000 kr pr. løpemeter (ref E16 Brennetunnelen). Mer spesifiserte kostnadstall fra den nye Nøstvedt-tunnelen på E6 viser en byggekostnad på ca 210 000 kr/løpemeter firefelts tunnel. Begge disse tunnelene er bygget i landlige omgivelser.

For bytunneler kan kostnadene være langt høyere. Eksempel fra Rv 150 Ulven – Sinsen med Lørentunnelen (firefelts fjelltunnel) og Økerntunnelen (trefelts betongtunnel) viser kostnad på hhv 500 000 kr/løpemeter og 800 000 kr/løpemeter. I tillegg kom betydelige kostnader til nødvendige kabelomlegginger på ca 200 mill kr. Grunnerverv kommer også i tillegg til dette, men kostnadsomfanget er ikke avklart ennå. Firefelts betongtunnel som er tilsvarende et lokk i to løp koster normalt ca 1 mill kr/meter. Tiltak på lokalvegnettet kommer i tillegg.

Den store kostnadsforskjellen her kommer i hovedsak av prosjektenes kompleksitet. Jo trangere og mer urbane strøk man bygger i, og jo mer trafikk som skal utvikles uhindret og sikkert igjennom anleggsområdet i byggeperioden, jo høyere blir kostnadene. Kostnader til omlegging av kabler og ledninger, samt hensyn til nærliggende bebyggelse øker også med områdenes kompleksitet.

Hvorfor er kostnadsoverslag usikre?

Av 179 avsluttede kontrakter i 2008 hadde vel 40 % av disse tillegg eller endringer over 15 %. Dette viser at det ofte er vanskelig å få gode kostnadsoverslag for prosjektene.

Ved estimering av kostnaden for et prosjekt vil det alltid være en usikkerhet omkring estimatet. Dette er grunnet usikkerhet omkring hvordan arbeidet blir gjennomført, hvordan arbeidsforholdene er og andre lignende faktorer. Det er alltid usikkerheter i kostnadsoverslagene for et prosjekt noe som utgjør en risiko for et prosjektet. Det kan også være usikkerheter knyttet til naturgitte forhold, feil utregning i planleggingsfasen eller endring av prosjektet underveis.

Planprosessen spesielt for store prosjekter strekker seg over flere år. Det er mange synspunkter som skal tas stilling til og samfunnets prioriteringer endrer seg med tiden. Også visjonene og prioriteringene i vegvesenet endrer seg og det kan oppstå nye krav etter at anlegget er igangsatt. Prosjekter kan bli pålagt til å utvide prosjektområdet eller til å gjennomføre arbeider som ikke var med i kontrakten med entreprenøren.

Kommuner og private eiere ønsker å utvikle sine områder. Utvikling medfører ofte trafikkøkning noe som kan medføre behov for endret kapasitet på eksisterende vegnett. Lokale krav fra naboer og interessegrupper kan få gjennomslag hos kommunen som er planmyndighet. Dette kan medføre kostnadsøkninger langt ut over det som tidlig ble lagt til grunn for prosjektet.

I bystrøk ligger det mye gamle kabler og ledninger i bakken som etatene og de private aktørene ikke har full oversikt over. De kompliserer planleggingsarbeidet og kan skape store utforutsatte kostnader i gjennomføringsfasen når man ikke visste om ledningsanlegget eller at det ligger et annet sted enn man trodde.

Det er vanskelig å forutse omfanget av forurenset grunn i byområder. Mye av grunnen er forurenset som følge av tidligere industrivirksomhet eller at områder er blitt brukt som massedeponi for rivningsmasser og lignende. Selv med omfattende prøvetaking på forhånd er det vanskelig å være sikker på hvor mye opprydding av forurenset grunn vil koste.

Til tross for kartlegging av fornminner i tidlig fase kan det likevel gjøres funn som man ikke kunne vite om. Slike funn er både tids- og kostnadskrevende fordi anleggsarbeidet må stoppes mens undersøkelsene og utgravingene pågår.

I byområder er det vanskelig å forutse kostnader til grunnerverv, spesielt hvis flere næringseiendommer blir berørt av prosjektet. Oftest blir kvadratmeterprisen på næringseiendommer vedtatt av skjønnsretten.

Markedsforhold er uforutsigbart. Det gjelder både entreprenører og prisnivå på materialer. I tillegg er entreprenørens gjennomføringsevne i kompliserte byprosjekter en stor usikkerhetsfaktor.

#### 7.4.2 Drifts- og vedlikeholdskostnadene kan bli tredoblet

Det er en utbredt tro at en tunnel er billigere å drifte enn veg i dagen pga at man slipper snøbrøyting. Tekniske installasjoner, overvåkning, vedlikehold, hendelser og strømavgifter medfører imidlertid at kostnadene er 6 – 10 ganger høyere enn tilsvarende veg i dagen.

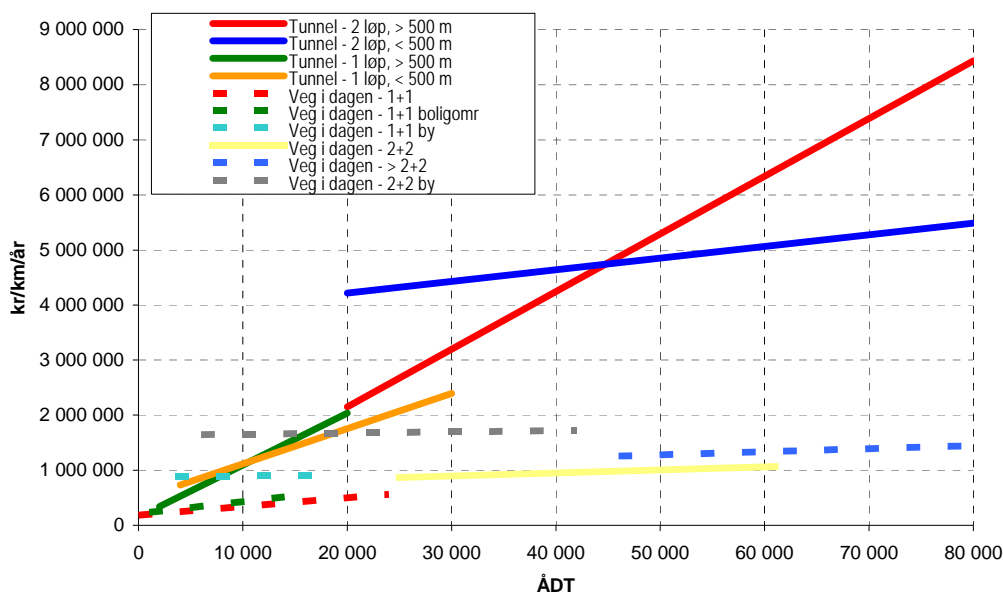
Dagens regnskapsoppfølging er lite egnet til å synliggjøre kostnadene for drift og vedlikehold av tunneler. Det finnes kun gjennomsnittskostnader for samtlige tunneler i Oslo, med utgangspunkt i ensartede tunneler med høy trafikkmengde og 4 kjørefelt, selv om hovedtyngden av tunnelene i Oslo har 2 kjørefelt i hver retning. Eksempelvis koster Festningstunnelen anslagsvis det dobbelte av andre tunneler i Oslo. Kostnadene er sterkt avhengig av tunnellengde og trafikkmengde, og enhetspriser vil derfor ha denne feilkilden innbakt.

Variable kostnader er avhengige av ÅDT. Den store trafikkb belastningen på tunnelene i Oslo gir større slitasje og samtidig mer kompliserte forhold for å drive vedlikehold. Totalt er driftskostnader for tunnelene i Oslo grovt beregnet til å være ca kr 4 100 kr/m firefelts tunnel, eksklusive andel av kostnader til vegtrafikksentralen og avskrivninger. Tilsvarende for firefelts tunneler i Østfold ligger på 1 500 - 1700 kr/m. Forskjellen i kostnadsnivå skyldes i hovedsak forskjell i trafikkmengde. Den store trafikkb belastningen på tunnelene i Oslo gir større slitasje og samtidig mer kompliserte forhold for å drive vedlikehold. Tar man med avskrivninger av teknisk utstyr samt andel av driftskostnadene til vegtrafikksentralen kommer man opp i 12 000 kr/m for tunnelene i Oslo.

Faste kostnader er kostnader som er uavhengig av årsdøgntrafikk som for eksempel strømkostnader. Strømkostnadene for tunneler er svært høye. Lange tunneler krever mer teknisk utrustning og ikke minst ventilasjon gjennom kraftige vifter. Selv om disse ikke går hele tiden må strømmettet dimensjoneres for maksimal belastning og fastavgiften for strøm beregnes med utgangspunkt i dette. I dag betales det en fastavgift på 8 kr pr /kWt i Oslo. Eksempelvis er samlet strømkostnad for Festningstunnelen med Vestbaneramper er kr 2.600 pr meter tunnel. Strømkostnad Granfoss tunnelene er kr 1.700 pr meter.

Kostnader til drift og vedlikehold av tunneler beregnes for budsjettering ved hjelp av en sjablonmetode basert på modellberegninger med EDB-programmet MOTIV ut fra antall tunnellopp, tunnellengde og trafikkmengde. Figuren er tatt fra analyse i forbindelse med KVVU for Oslopakke 3 utført av ViaNova:

Vi ser at kostnadene øker sterkt ved økende trafikkmengde. Med utgangspunkt i denne metoden har ViaNova beregnet at følgende årlige driftskostnader for eksisterende og fremtidige tunneler:



Figur 7-8 Sjablongkostnader for driftskostnader for tunnel og veg i dagen Kilde ViaNova

Vi ser av tabellen at utgiftene for tunnel henger tett sammen med trafikkmengde, mens veg i dagen har en vesentlig lavere kostnad og er mindre avhengig av trafikkmengden.

Eksisterende tunneler	34,1km	117,9 mill kr/år (2007kr og trafikfordeling pr 2025)
Tunneler under bygging	8,1 km	39,0 mill kr/år
Nye tunnelforslag i O3	33,6 km	169,6 mill kr/år

Med kostnader for strøm og tilleggskostnader for ventilasjon av lange tunneler er det beregnet at årlige drifts- og vedlikeholdskostnader kan bli 370 mill/år ved full utbygging av tunnelforslagene i Oslopakke 3.

Andelen av de totale driftsmidlene som brukes til drift av tunneler vil uansett øke, noe som vil få konsekvenser for vedlikeholdet av øvrig vegnett i dagen dersom ikke driftsmidlene til vedlikehold økes vesentlig.

#### 7.4.3 Krav til rehabilitering øker

I tillegg til løpende vedlikehold kommer behov for større investeringer til rehabilitering hvert 15-20 år. En del av den tekniske utrustningen i tunnelene har begrenset levetid, bla med utslitt utstyr og defekt vann- og frostsikring mm. Den løpende teknologiske utviklingen gjør at noe av utrustningen vil være avleget og må skiftes ut for at tunnelene skal kunne fungere som de skal mot andre systemer og tilfredsstillende nye sikkerhetskrav.

Utover rehabiliteringen som nylig ble gjort i Festningstunnelen er det i henhold til EU-direktivet krav om sikkerhetsgodkjenning for ytterligere 5 tunneler på Europavegnettet og Rv23 innen 2019. For de tunnelene dette gjelder er det anslått en samlet kostnad for elektroteknisk utstyr på ca 400 mill kr. I tillegg er det behov for ytterligere ca 500 mill kr til de øvrige tunnelene som er mer enn 15 år gamle og der oppgraderingsbehovet er stort. Eksempelvis kostet rehabilitering av Festningstunnelen 330 mill. kr for elektroteknisk oppgradering. Til sammenlikning kostet rehabilitering av Hvalertunneler 100 mill kr. for vann og frostsikring.



Et fullt utbygd tunnelsystem som foreslått i det lokale forslaget til Oslopakke 3 vil bety rehabilitering av 1 – 2 tunneler pr år.

#### 7.4.4 Behov for synliggjøre drifts- og vedlikeholdskostnadene ved investeringsbeslutninger

De store drifts- og vedlikeholdskostnadene, og ikke minst de betydelige kostnadene knyttet til rehabilitering av tunneler, tilsier at levetidsbetraktninger er nødvendig. Det vil ikke være nok å sammenligne investeringskostnadene for et alternativ med tunnel med et alternativ med veg i dagen. Da vil man underslå den vesentlige forskjellen i kostnader knyttet til drift, vedlikehold og rehabilitering det er mellom de to alternativene de 30-50 årene vegen/tunnelen skal være i drift.

Det er krav til å vurdere et prosjekts nettonytte for en lengre tidsperiode basert på nåverdiberegninger. Så lenge samferdselsbudsjettene ikke er ubegrensede, så må man prioritere de mest lønnsomme prosjektene. Bruker man (mer) penger på ett prosjekt, så tar man penger fra et annet prosjekt, som kanskje er mer lønnsomt.

I samfunnsøkonomiske analyser der man vurderer et prosjekts nettonytte (nytte målt i kr fratrukket kostnadene) er det oppgitt i håndbok 140 Konsekvensanalyser at man skal bruke nåverdiberegninger. Dette er en utfordring, da det ikke er gitt at nåverdiberegningene tar inn over seg alle de samfunnsmessige virkningene av framtidig bruk av penger. For drifts- og vedlikeholdssiden gjelder det at man trolig ikke i stor nok grad tar hensyn til de virkningene mangelfullt vedlikehold har på vegsystemets framtidige funksjonalitet, sårbarhet og trafiksikkerhet. Det er derfor en viktig oppgave å synliggjøre dette bedre til bruk i nåverdibetraktninger.

En måte å synliggjøre dette på er å regne nåverdi av investeringskostnadene separat, og sammenligne resultatet for alternativene. Deretter beregner man nåverdien av drift-, vedlikeholds- og rehabiliteringskostnadene over hele driftsperioden, og sammenligner den for alternativene. Da vil det bli tydelig hvor stor forskjell det er mellom alternativene, samt hvor stor/liten investeringskostnaden er sammenlignet med driften over hele levetiden.

I porteføljesammenheng, som for Oslopakke 3, kan det være lurt å lage oversikter over alle tunneler som eksisterer og som vil bli bygget. Legger man inn behovene for investering, drift, vedlikehold og rehabilitering for hver tunnel det enkelte år i et 20-30 års perspektiv fremover, kan man avdekke i hvilke år hele porteføljen vil ha (for) store investerings- og/eller driftsbehov sammenlignet med den finansieringen man kan anta vil være til disposisjon.

#### Oppsummering kostnader:

- Utbyggingskostnader for bytunneler er svært høye pga høy kompleksitet og krevende anleggsfase
- Manglende avklaringer i planfasen øker usikkerheten i kostnadsanslagene
- Driftskostnadene er 6-10 ganger høyere enn veg i dagen
- Dagens regnskapssystem er lite egnet for å synliggjøre driftskostnadene for tunnel
- Kostbar rehabilitering må gjennomføres på tunnelene hvert 15-20 år. Ved doubling av tunnelomfang må det tas høyde for inntil 1-2 rehabilitering pr. år.

## 8 Anbefalinger til videre arbeid

### 8.1 Anbefalinger for strategiutvikling

- Det bør vurderes hvilken rolle tunneler skal ha i et byvegnett som bidrar til å oppfylle overordnede målsettingene om prioriterte trafikantgrupper
- Det bør drøftes om tunnelomfanget i Osloområdet nærmer seg en tålegrense ut fra sårbarhet for trafikkavviklingen og fremtidig kostnadsomfang.

### 8.2 Anbefalinger for planlegging og utbygging

Kompleksiteten med hensyn til trafikkavvikling, ulykkesrisiko, drift- og vedlikeholdsoppgaver, og kostnadsomfang øker med økende tunnellengde og trafikkbelastning.

- Behov og formål med nye prosjekter må vurderes ut fra en helhetlig strategi. Konsekvensene av nye tunnelforslag må vurderes samlet med eksisterende tunneler.
- Det bør utvikles kriterier for når tunneler kan velges som løsning og hvordan prosjekter bør prioriteres.
- Lengden på tunneler og lokk i høytrafikkerte byområder bør begrenses. Kryss og mange på- og avkjøringsramper i tunnel øker ulykkesfrekvensen og trafikal sårbarhet og bør unngås.
- Anleggsfasen, driftskonsekvenser og vedlikeholdsstrategi må gis større oppmerksomhet i prosjektvurderingene og planarbeidet.
- Igangsetting av nye prosjekter må tilpasses gjennomføring av rehabilitering av eksisterende tunneler som er praktisk avhengig av hverandre.

### 8.3 Anbefalinger knyttet til miljøspørsmål

Miljøeffekten av bytunneler er liten dersom trafikken øker. Det forutsettes derfor en helhetlig transportstrategi med miljøtiltak på avlastet vegnett.

- Avbøtende tiltak på eksisterende veg- og gatenett bør prioriteres høyere og ikke bare knyttes til nye prosjekter. Omfattende støytiltak eller innløsning av støyutsatte boliger kan være kostnadseffektivt alternativ til tunnel.
- Støyvirkning av tunnelmunning bør vurderes nærmere
- Det må legges større vekt på luftforurensning ved tunnelmunning og avklare tiltak i planfasen
- Drift av ventilasjonsanlegg må ta utgangspunkt i munningskonsentrasjon der det er arealbruksinteresser. Håndbok 021 er ikke tilfredsstillende på dette punktet
- Kunnskap om rensning av tunnelluft bør utvikles og alternative tiltak utprøves
- Det må utvikles kompetanse på vannforurensning og tiltak for tunnelvaskevann
- Det må etableres rensebasseng for vaskevann på alle tunneler

## **8.4 Anbefalinger knyttet til drift og sårbarhet**

Tunnelomfanget på alle viktige lenker på hovedvegnettet i Osloområdet gir svært krevende trafikkavvikling. Sårbarheten for trafikkavvikling på vegnett med mye tunneler er særlig knyttet til trafikkomfang og tunnellengder og muligheten for omkjøringsveger.

- Vedlikeholdsoppgavene må effektiviseres slik at stengningstiden reduseres mest mulig.
- Vegtrafikksentralens fysiske og faglige kapasitet må tilpasses behovet
- Det bør utvikles bedre kompetanse på trafikklogistikk knyttet til VTS.
- Det bør vurderes tiltak som reduseres antallet hendelser og konsekvensene av disse

## **8.5 Anbefalinger knyttet til ulykker og risikovurdering**

Hastigheten i høytrafikkerte bytunneler bør vurderes med utgangspunkt i risiko og ulykkesstatistikk. Det er mye som tyder på at hastigheten ikke bør overskride 60km/t bla annet for å redusere påkjøringer bakfra.

- Kjø i tunnel bør unngås. Det må arbeides med tiltak for å redusere trafikkomfanget og styre tilfarten til tunnelene.
- Bruk av ITS bør tas i bruk både på nye og eksisterende tunneler.
- Det er behov for å bearbeide registreringene og statistikken på hendelser i tunneler. Det bør også gjennomføres noen dybdestudier på tunnelulykkene.
- Det er behov for bedre kunnskap om menneskelig reaksjoner (angst, frykt, kjedsomhet, etc.) på kjøre- og trafikantatferd

## **8.6 Anbefalinger knyttet til kostnader**

- Det må settes konkrete krav til kvalitet i byggeprosjektene. Kostnader for kvalitet, sikkerhet og miljøtilpasning må gjenspeiles i kostnadsoverslagene og tiltakene defineres i reguleringsplan.
- Dagens regnskapssystem der tunnelkostnader er deler av funksjonskontrakter er ikke egnet for å ta ut driftskostnadene Det bør igangsettes et prosjekt eller defineres egne prosjektkoder for tunnel slik at driftskostnadene synliggjøres.
- Rehabiliteringskostnader må utredes både for nye og eksisterende prosjekter. Det bør utarbeides et langsiktig finansieringsplan for dette utenom ordinære driftsmidler.
- Det må vurderes et nytt finansieringssystem for drift av vegnettet i by.

## **8.7 Anbefalinger for informasjon og formidling**

- Det bør jobbes med en strategisk kommunikasjonsplan for å skape bedre forståelse for utfordringer knyttet til tunneler hos publikum og beslutningstakere.
- Det er nødvendig å skape en bredere forståelse for behovet for en tunnelstrategi og prioritering av prosjekter i videre utvikling av Oslopakke 3.

## Litteraturliste og referanser

- Notat ViaNova, Operativ drift 09.07.2007, Underlag for Konseptvalgutredning Oslopakke 3
- Notat Via Nova, Kostnader drift og vedlikehold, 03.07.2007, (KVU Oslopakke 3)
- Via Nova Prissatte konsekvenser, (KVU,Oslopakke 3) desember 2007
- Universitetet i Stavanger, Ove Njå: Helhetlig ROS analyse av Oslopakke 3, Tunnelsystemets effekt på sikkerhet, beredskap og frykt.
- Håndbok 021, Vegtunneler, Høringsuttalelse SVRø
- Boston tunnel: wikipedia.org "BigDig" , og www.bechtel.com
- Södra Länken: wikipedia.org, Anna Niva, Vägverket
- Transportøkonomisk institutt, "Veger til bedre bymiljø", 743/2004
- Transportøkonomisk institutt, "Fører bedre veger til redusert klimagassutslipp?" 1027/2009
- Redusert transportomfang og klimagassutslipp, SvRø des.2008
- Notat: kostnader ved drift av tunneler i Oslo, Jon Grasmø des. 2008
- Notat: Synliggjøring av drift- og vedlikeholdskostnader i investeringbeslutning spesielt for tunnel, Therese Høy. jan 2010
- Notat: Konsekvenser for VTS, Kai Gundersen, jan 2010
- Systemanalyse Vestkorridoren, SVRø juni 2009
- Sørkorridoren, Hovesrapport SVRø, juni 2009
- Notat:Tor Indrevoll juni 2006 Muligheter for E6 lokk i Groruddalen + stoff i forb med pågående mulighetsstudie
- Møter og erfaringsdata fra Bjørvikaprojektet, Ulven-Sinsen, Vestkorridorprosjektet
- Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler, Bioforsk og Statens vegvesen, rapport 2006
- Utprøving av rensfilter for behandling av vaskevann fra vegtunneler, SVV, Utb 2007/01
- Rensing av luft fra tunneler, Dag Tønnesen NILU 1999
- Partikkelrensing vegtunneler, notat Tom Myran NTNU 2004
- Måling av luftkvalitet ved Ekebergtunnelen Dag Tønnesen NILU, 1999
- Trafikkulykker i vegtunneler - En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006. SVV Vegdirektoratet, Veg og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen, 2008-12-18.





Statens vegvesen

Statens vegvesen Region øst  
Postboks 1010  
N - 2605 Lillehammer  
Tlf. (+47) 815 22 000  
E-post: [firmapost-ost@vegvesen.no](mailto:firmapost-ost@vegvesen.no)  
[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

2010/105662-001