



# Arbeidsgruppe kostnadsreduksjonar tunnel



# Innleiing

## Bakgrunn

Dei neste åra skal det byggast mykje vegtunnel i Noreg og då vil mykje offentlege midlar bli brukt til tunnelbygging. Difor er det viktig at krava til utforming og bygging av tunnelar er optimaliserte slik at me oppnår nødvendig funksjon, utan at ein har strengare krav enn nødvendig. For strenge krav kan føre til at både kostnader, klimagassutsleppa og negative konsekvensar for ytre miljø blir unødvendig store.

For mange område innanfor vegsektoren har det vore arbeid med slik optimalisering dei seinare åra. Blant anna kan det nemnast at det er laga ein verdianalyse for tunneloppgradering. Likevel har utbyggingsområde vest hatt ein teori om at det framleis finst potensiale for optimalisering for nye tunnelar, ettersom det ikkje har vore arbeid like mykje med dette. Difor har utbyggingsområde vest teke initiativ til å sette i gang eit slikt arbeid, og det er gitt aksept for dette frå divisjonsdirektøren.

## Metodikk

For å komme fram til forslag til optimaliseringstiltak har det vore nedsett ei arbeidsgruppe med fagpersonar som har ulike erfaringar med og rollar knytt til tunnel. Følgjande personar deltok i arbeidsgruppa:

Namn	Stilling	Organisasjonseining
Marius Slinde (gruppeleiar)	Senioringeniør (stab)	Utbyggingsområde vest
Sveinung Hovland	Prosjektleiar (tunnelvedlikehald)	Drift og vedlikehald vest
Kristin Rygg Haugland	Praktisk tunnelforvaltar	Drift og vedlikehald vest
Tor Henning Haugen Eines	Senioringeniør	Fagressurs drift og vedlikehald
Steinar Livik	Prosjektleiar	Utbyggingsområde nord
Arild Gjerde	Byggeleiar	Utbyggingsområde midt
Stig Kjetil Thoresen	Byggeleiar	Utbyggingsområde søraust
Susanne Svoldal	Prosjektleiar	Utbyggingsområde vest

Hovudinnsatsen til denne gruppa har vore deltaking på eit heildagsmøte i Bergen 15. mai 2023. På dette møtet var det fyrst ein bolc med idémyldring og så ein bolc med ei innleiande konsekvensvurdering. Møtet vart avslutta med ei sortering av idéane etter om arbeidsgruppa meiner dei er gode og bør arbeidast vidare med, eller om dei er dårlege og bør forkastast.

I etterkant av heildagsmøtet er det arbeid vidare med tydelegare framstilling av dei ulike idéane og utdjuing av konsekvensvurderingar. Til slutt har dette leia fram til denne rapporten, som er sluttresultatet etter arbeidsgruppa sitt arbeid.

(Arbeidsgruppa har lagt til grunn for arbeidet sitt at det ikkje er realistisk at ein kan få til endringar av tunnelsikkerheitsforskrifta, sidan denne er norsk ratifisering av eit EU-direktiv som me er forplikta til å følgje. Sjå dette også i samheng med at Vegdirektoratet nyleg har gjennomført eit liknande arbeid der det spesifikt er sett på moglege gevinstar ved endringar i tunnelsikkerheitsforskriftene.)

## Rapporten sin struktur

Rapporten er bygd opp ved at ein fyrst har denne innleiinga der bakgrunn for arbeidet, metodikk, rapportstruktur og forslag til vidare arbeid er presentert. Vidare er det gitt ei oppsummering av

forslag til forbedringar i tabellform, og deretter er utbyggingsdivisjonen sin «tunnelportefølje» samanstilt i ein tabell, sidan eigenskapane til denne er sentral for vurderingane av konsekvensar.

Deretter kjem den største delen av rapporten der dei enkelte forslaga som arbeidsgruppa har komme fram til, vert presentert enkeltvis. Forslaga er delt opp i følgjande grupper:

- Forslag til forbedringar...
  - ... innanfor gjeldande regelverk (4 forslag)
  - ... som krev endring av interne reglar (3 forslag)
  - ... som krev endring av eksterne reglar (16 forslag)
- Andre forslag
  - Potensielt gode forslag, men manglande grunnlag for konsekvensvurdering (10 forslag)
  - Forslag som er vurdert som dårlege og som det ikkje er grunnlag for å arbeide vidare med (5 forslag)

### **Særleg om konsekvensvurdering av forslag til forbedringar**

Felles for alle forslaga som er kalla «forslag til forbedringar» i denne rapporten, er at dei er forslag som har blitt konsekvensvurderte. Det er vurdert konsekvensar for utbygging (i all hovudsak utbyggingskostnad), drift og vedlikehald, sikkerheit, framkommelegheit, klimagassutslepp og ytre miljø. Konsekvensvurderingane er basert på arbeidsgruppa sin kunnskap og det kjeldematerialet som me er kjent med, med den usikkerheita dette representerer.

Konsekvensvurderingane er presentert som tekstlege vurderingar for dei ulike vurderingstema, med unntak for utbyggingskostnadar og klimagassutslepp. Her er det forsøkt å kvantifisere i kroner og CO<sub>2</sub>-ekvivalentar så langt som dette har léte seg gjere. Enkelte forslag har likevel ikkje vore moglege å kvantifisere for desse temaa og er difor vurderte tekstleg. Kostnadsestimat er basert på erfaringar som arbeidsgruppa sit på. Klimagassutslepp er i hovudsak vurdert ved hjelp av VegLCA versjon 5.11b, men det er i enkelte tilfelle også nytta miljødeklarasjonar (EPD) for enkelte produkt/komponentar.

Konsekvensane er vurderte på porteføljenivå for utbyggingsdivisjonen si «tunnelportefølje» og ikkje for enkeltprosjekt. For det fyrste betyr dette at konsekvensane av forslaga kan ha noko varierende utslag mellom ulike prosjekt, avhengig av prosjektspesifikke forhold. Ettersom porteføljen består av prosjekt > 1 mrd. kroner som Statens vegvesen bygger, betyr dette, for det andre, at forslaga til forbedringar også kan komme til nytte for mindre prosjekt (< 1 mrd. kroner) som inkluderer tunnelbygging og tunneloppgraderings-prosjekt som Statens vegvesen gjennomfører, og for både nybygging og oppgradering som Nye Veier AS og fylkeskommunane gjennomfører.

### **Vidare arbeid**

Gjennom arbeidet med denne rapporten meiner arbeidsgruppa at det er synleggjort at det er moglege å både redusere kostnadar med og klimagassutsleppa frå tunnelbygging, utan at dette gjev nemneverdige negative konsekvensar.

For å realisere forslaga til reelle gevinstar ute i prosjekta er det naudsynt å implementere desse i systema og regelverka våre. Korleis dette slik implementering skal gjerast avheng av om det er behov for ei praksisendring, endring av internt regelverk eller endring av eksternt regelverk. Dette må ein sjå nærare på i eit vidare arbeid med dei enkelte forslaga. Arbeidsgruppa vil likevel tilrå at også der det er snakk om endring av eksternt regelverk, så bør utbyggingsdivisjonen sett seg sjølv i førarsetet

for å skaffe naudsynt kunnskapsgrunnlag for Vegdirektoratet. Dette er ein metode som Nye veier har nytta i liknande saker og erfaringa er at dette gjer ei raskare framdrift enn om Vegdirektoratet sjølv skal styre heile prosessen.

Arbeidsgruppa meiner at alle forslaga som er presenterte her er gode og at alle slik sett bør arbeidast vidare med. Me tek likevel innover oss at det ikkje vil vere nok ressursar tilgjengeleg for å få til dette, og at ein difor bør starte med å velje ut nokre forslag som ein går vidare med. Ut frå gevinstpotensiale og kor lett me trur det kan vere å få til ei endring, vil me difor trekke fram desse 12 forslaga som dei fyrste som ein bør arbeide vidare med:

Forslag som er klårt at ikkje har negative konsekvensar ved seg og som difor vil vere svært enkle å implementere:

- Redusere tjukkelse på betongelement  
Forslaget krev ingen regelendringar, berre endring av praksis. Dette kan implementerast ved å sende ut informasjon til prosjekta våre og gjennom dette få spreidd kunnskapen i bransjen.
- Fjerne krav om at nødstasjon ved havarilommer skal vere montert i kiosk  
Forslaget krev endring i vegnormal N500. Vegdirektoratet har gjennom fråviksbehandling skapt presedens for at nødstasjon kan monterast i skåp ved havarilommer og endring bør difor enkelt la seg implementere.
- Fjerne krav om betongelement i innkøyringssona for tunnelklasse C  
Forslaget krev endring i vegnormal N500. Forslaget bidreg relativt mykje til å redusere kostnadar og klimagassutslepp for aktuelle tunnelar, samtidig som det er klårt at det ikkje vil innebere negative konsekvensar om ein fjernar kravet.
- Redusere krav til høgde for skilting av nødstasjon  
Forslaget krev endring i vegnormal N300. Forslaget har liten gevinst, men er likevel viktig for å ha eit regelverk som harmonerer med praksis for skilting av nødstasjonar.
- Sikring tilpassa faktisk geologiske forhold  
Forslaget krev ingen regelendringar, berre endring av praksis. Dette kan implementerast ved å sende ut informasjon til prosjekta våre, men kan krevje ytterlegare opplæring eller fagfellekontroll for at kontrollingeniørar skal stå inne for vurderingane sine.

Forslag som har svært stort potensiale for å redusere kostnadar og/eller klimagassutslepp, men som vil krevje noko meir arbeid før kan implementerast:

- Redusere skulderbreidde for dimensjoneringsklasse H2 og ev. H1 og Hø1  
Forslaget krev endring i vegnormal N100. Før forslaget kan implementerast må det sannsynlegvis gjerast ytterlegare vurdering av konsekvensane for sikkerheita.
- Tillate sprøytebetong over PE-skum/membran i tunnelklasse D og E  
Forslaget krev endring i vegnormal N500. Før forslaget kan implementerast må det sannsynlegvis gjerast ytterlegare vurdering av konsekvensane for drift og vedlikehald.
- Ikkje krevje sprøytebetong heilt ned til køyrebanenivå ved sikringsklasse 1  
Forslaget krev endring i vegnormal N500. Før forslaget kan implementerast må det sannsynlegvis gjerast ytterlegare vurdering av risikoen for steinsprang.
- Redusere krava til sikkerheitsutrusting for tunnelklasse E

Forslaget krev endring i vegnormal N500. Før forslaget kan implementerast må det sannsynlegvis gjerast ytterlegare vurdering av konsekvensane for sikkerheita.

- Forbetre og tydeleggjere krav om sløkkevatn og vurdere alternative sløkkemiddel

Forslaget krev endring i vegnormal N500. Forslaget kan dels implementerast direkte, men det vil krevje noko meir utgreiingsarbeid for å kunne opne for alternative sløkkemiddel og å gje ut tydelegare tolking av sløkkevassbehovet.

- Redusere høgda på føringskant

Forslaget krev endring i vegnormal N500. Før forslaget kan implementerast må det gjerast ytterlegare vurdering av konsekvensane for sikkerheita.

- La funksjon avgjere avstand mellom tekniske bygg

Forslaget krev endring i NEK600. Det kan vere relativt omstendeleg å få gjennom endringar i NEK-standardane, men endringa i seg sjølv bør ikkje krevje noko omfattande utgreiingsarbeid for å få gjennom.

## Innhald

Innleiing .....	2
Bakgrunn .....	2
Metodikk .....	2
Rapporten sin struktur .....	2
Særleg om konsekvensvurdering av forslag til forbetringar .....	3
Vidare arbeid .....	3
Innhald.....	6
Oppsummering forslag til forbetringar .....	8
Tunnelportefølje.....	10
Forslag til forbetringar.....	12
Forbetringar innanfor gjeldande regelverk .....	12
Redusere tjukkelse på betongelement.....	12
Vidareutvikle metodikk for berekning av luftforureining i tunnel .....	14
Velje energieffektive ventilatorar .....	16
Sikring tilpassa faktisk geologiske forhold.....	17
Forbetringar som krev endring av interne reglar .....	19
Redusere forseinkingsrente og avklare avsavnsrente.....	19
Fjerne krav om automatisk logging ved boring .....	20
Tiltak for å oppnå betre kontur .....	21
Forbetringar som krev endring av eksterne reglar.....	24
Redusere skulderbreidde for dimensjoneringsklasse H2 og eventuelt H1 og Hø1.....	24
Ikkje krevje sprøytebetong heilt ned til køyrebanenivå ved sikringsklasse 1 .....	26
Ikkje stille krav om botnreinsk i frostsona når det ikkje er telefarlege massar .....	28
Fjerne krav om at ytste del av skulder skal vere heva.....	29
Auke maksimumsavstand mellom sandfangskummar .....	31
Fjerne krav om føringskant for tunnelar med moderat trafikk.....	31
Redusere høgda på føringskant.....	33
Tillate sprøytebetong over PE-skum/membran i tunnelklasse D og E .....	35
Fjerne krav om betongelement i innkøyringssona for tunnelklasse C .....	36
Forbetre og tydeleggjere krav om sløkkevatn og vurdere alternative sløkkemiddel .....	37
Fjerne krav om at nødstasjon ved havarilommer skal vere montert i kiosk .....	40
Redusere krava til sikkerheitsutrusting for tunnelklasse E .....	42
Større avstand mellom havarilommer for tunnelklasse C og D .....	43
Redusere krav til høgde for skilting av nødstasjon .....	45

Følgje tunnelsikkerheitsforskrifta sine krav til ITV og AID og fjerne krav om PA-anlegg .....	46
La funksjon avgjere avstand mellom tekniske bygg .....	47
Gjere krava til minimumsstørrelse for teknisk bygg meir fleksible .....	48
Andre forslag .....	51
Gode forslag som ikkje er konsekvensvurderte .....	51
Tolke og tydeleggjere krav i tunnelsikkerheitsforskrifta .....	51
Utvikle standardskildring for elektro og automasjon .....	52
Utvikle typeteikningar/modellar for tekniske bygg, tunnelportalar med meir .....	52
Utvikle løysing med redningsrom som erstatning for parallell rømmingstunnel .....	52
Gjere livsløpsvurderingar av tørroppstilte pumper .....	53
Vurdere behovet for brannsikre kablar i røyr i grøft .....	53
Brannsikre dykkerar .....	53
Ikkje etablere hjelpegrøft der det ikkje er behov for slik .....	54
Utvikle standardiserte krav til og malar for sluttdokumentasjon .....	54
Evaluere bruk av totalentreprisar til tunnelbygging .....	54
Forkasta forslag .....	54
Tillate noko arbeid framom bomfeste .....	54
Berre stille krav om utpumping av vatn frå undersjøiske tunnelar i ei retning .....	55
Redusere lengde på havarilommer .....	55
Fjerne krav til havarilommer for lågtrafikkerte tunnelar .....	55
Ikkje montere nødstasjonar i tunnelar med overvåkingssystem .....	55

## Oppsummering forslag til forbedringar

Tabellen under syner «forslag til forbedringar» som arbeidsgruppa har komme fram til, med ei forenkla framstilling av konsekvensvurderinga. «Andre forslag» er ikkje presentert her.

Tabellen inneheld kvantifiserte vurderingar for økonomi og klima, men det vil vere feil å seie at summen av kolonnane for dette svarar til potensialet for reduksjonar på porteføljenivå. For det fyrste er det noko overlapp mellom forslaga, som inneber at implementering av eit forslag kan gjere at gevinsten til eit anna forslag blir avkorta. For det andre må det også forventast at nokre av forslaga allereie er delvis implementerte. Spesielt gjeld det forbedringane som kan gjerast utan å endre på regelverk. Til sist vil det vere feil å summere tala i tabellen direkte fordi det kan vere at arbeidsgruppa si konsekvensvurdering er mangelfull, og at ein etter grundigare vurderingar av konsekvensar kan komme til at enkelte av forslaga likevel ikkje bør implementerast.

**Som eit estimat på samla potensiale for reduksjon vurderer difor arbeidsgruppa at  $\frac{3}{4}$  av summen av tala i tabellen framstår naturleg. Dette gir at me vurderer det som mogeleg å redusere kostnadane og klimagassutsleppa frå porteføljen vår om lag 5,4 milliardar kroner og 120 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.**

Forslagstittel	Konsekvensvurdering på porteføljenivå					
	Reduksjon av utbyggingskostnad [mill. kr]	Drift og vedlikehald	Sikkerheit	Framkommelegheit	Reduksjon av klimagassutslepp [tonn CO <sub>2</sub> -ekv.]	Ytre miljø
Redusere tjukkelse på betongelement	574	+	0	+	65 110	0
Vidareutvikle metodikk for berekning av luftforureining i tunnel	75	+	0	0	250	+
Velje energieffektive ventilatorar	0	+	0	0	+	0
Sikring tilpassa faktisk geologiske forhold	138	0	0	0	650	0
Redusere forseinkingsrente og avklare avsvansrente	1 880	0	0	0	0	0
Fjerne krav om automatisk logging ved boring	32	0	0	0	0	0
Tiltak for å oppnå betre kontur	0	0	0	0	13 490	+
Redusere skulderbreidde for dimensjoneringsklasse H2 og ev. H1 og HØ1	1 014	+	0	0	17 570	+
Ikkje krevje sprøytebetong heilt ned til køyrebanenivå ved sikringskl. 1	210	0	0	0	9 650	0



Fjerne krav om botnreinsk i frostsone når det ikkje er telefarlege massar	93	0	0	0	1 400	+
Fjerne krav om at ytste del av skulder skal vere heva	47	0	0	0	3 740	0
Auke maksimumsavstand mellom sandfangskummar	54	+	0	0	280	0
Fjerne krav om føringskant for tunnelar med moderat trafikk	87	-	-	0	5 430	0
Redusere høgda på føringskant	35	0	0	0	900	0
Tillate sprøytebetong over PE-skum/membran i tunnelklasse D og E	1 148	-	0	0	28 370	0
Fjerne krav om betongelement i innkøyringssone for tunnelklasse C	5	0	0	0	50	0
Forbetre og tydeleggjere krav om sløkkevatn og vurdere alternative sløkkemiddel	874	+	+	0	1 750	0
Fjerne krav om at nødstasjon ved havarilommer skal vere montert i kiosk	103	+	0	0	+	0
Redusere krava til sikkerhetsutrusting for tunnelklasse E	396	+	0	0	4 310	+
Større avstand mellom havarilommer for tunnelklasse C og D	50	+	0	0	2 340	0
Redusere krav til høgde for skilting av nødstasjon	1	+	0	0	+	0
Følgje tunnelsikkerhetsforskrifta sine krav til ITV og AID og fjerne krav om PA-anlegg	+	+	0	0	+	0
La funksjon avgjere avstand mellom tekniske bygg	340	+	0	0	3 020	+
Redusere krava til minimumsstørrelse for teknisk bygg	83	0	0	0	1 110	+

## Tunnelportefølje

For vurderingane av konsekvensar på porteføljenivå er det sentralt kor stort omfang av tunnel som vert lagt til grunn. Spesielt gjeld dette for utbyggingskostnadar og klimagassutslepp der ein for det meste har rekna i kroner og CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Tabellen under gjer difor greie for dei prosjekta i vår portefølje som inkluderer tunnelbygging, med viktige eigenskapar for tunnelane.

Prosjekt	Tunnel- lengde <sup>1</sup>	Tal på (nye) tunnelløp	Dim.kl. etter N100	Tunnelkl. etter N500
E134 Oslofjordforbindelsen, byggetrinn 2	9,4 km	1	H3	E
E134 Røldal - Seljestad	12,7 km	1	H1	B
E6 Megården-Mørsvikbotn	23,5 km	1	H1	B
E16 Hylland - Slæn	6,3 km	1	H1	B
E39 Vik - Molde	24,3 km	2	H2	E <sup>2</sup>
E16 Arna – Stanghelle og Vossebanen	8,8 km <sup>3</sup>	2	H3	E
	19,0 km <sup>4</sup>	1	H2	D
E45 Kløfta	4,2 km	1	H1	B
Rv. 7 Ørgenvika - Kittilsvik	1,3 km	1	H2	D
E6 Ulvsvågskaret	3,7 km	1	H1	B
E39 Ådland - Sveгатjørn (Hordfast)	19 km	2	H3	E
E134 Dagslett - E18, Viker	4,4 km	2	H3	E
E39 Storehaugen - Førde	7,5 km	1	H2	C
E39 Bjerkeset - Astad	1,4 km <sup>5</sup>	1	H1	B
E39 Klakegg - Byrkjelo	4,0 km <sup>6</sup>	1	H1	B
E39 Ringvei øst, Vågsbotn - Klauvaneset	5,3 km	2	H3	E
E10 Nappstraumen - Å	1,7 km <sup>7</sup>	1	H1	B
E39 Volda - Furene	3,5 km	1	H2	C
E18 Retvet - Vinterbro	2,4 km	2	H3	E
E8 Flyplasstunnelen Tromsø inkl. F2-lenka	2,5 km	2	H3	E
Rv. 4 Grua - Roa	1,2 km <sup>8</sup>	1	H3	E

<sup>1</sup> Oppgitt tunnallengde er lengda til gjennomgåande tunnel og inkluderer ikkje rampetunnelar. I tabellen er det oppgitt éi lengde for tunnellar med to løp.

<sup>2</sup> Ut frå ÅDT er riktig tunnelklasse D, men er planlagt med to løp og tunnelklasse E pga. stor lengde.

<sup>3</sup> Strekninga Arna – Trengereid

<sup>4</sup> Strekninga Trengereid – Stanghelle

<sup>5</sup> Det arbeidast med reguleringsplan for prosjektet. Tunnallengda oppgitt her er det ein per no vurderer som det mest sannsynlege, men traséalternativ, både med og utan tunnel, vert utgreidd og det er ikkje avgjort om prosjektet vil innehalde tunnel eller ikkje endå.

<sup>6</sup> Prosjektet er ikkje planlagt, men på skissenivå er tunnallengde i området 3,2 – 5,2 km sett som aktuelt.

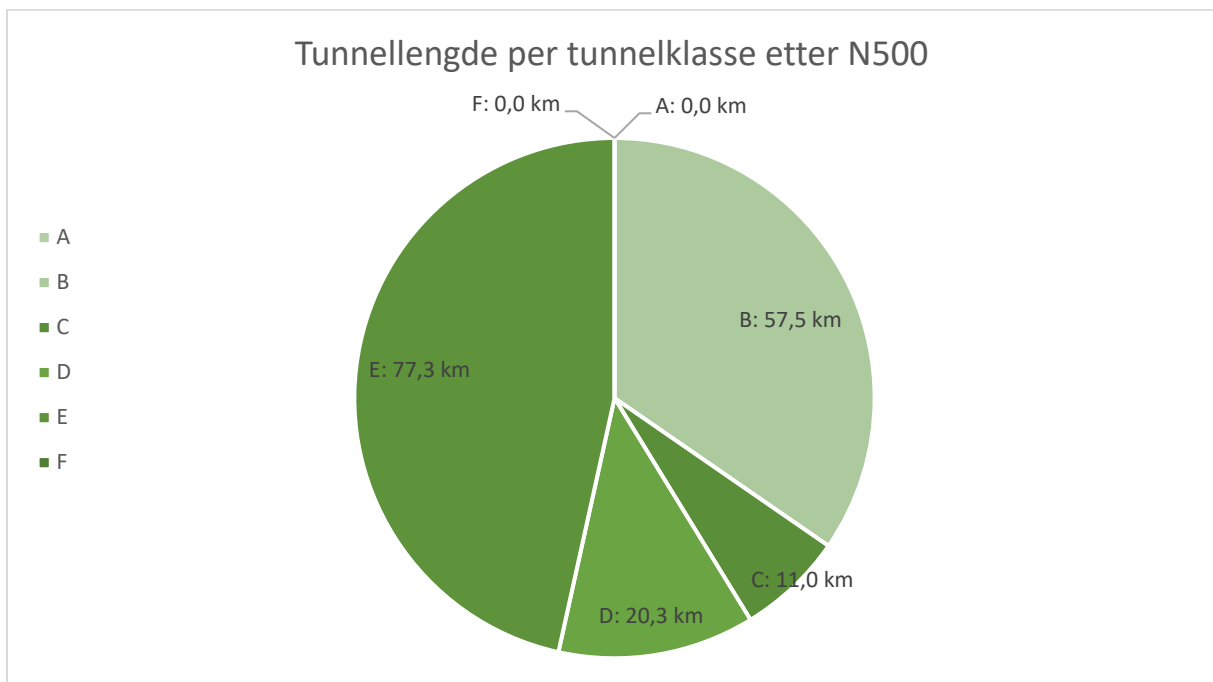
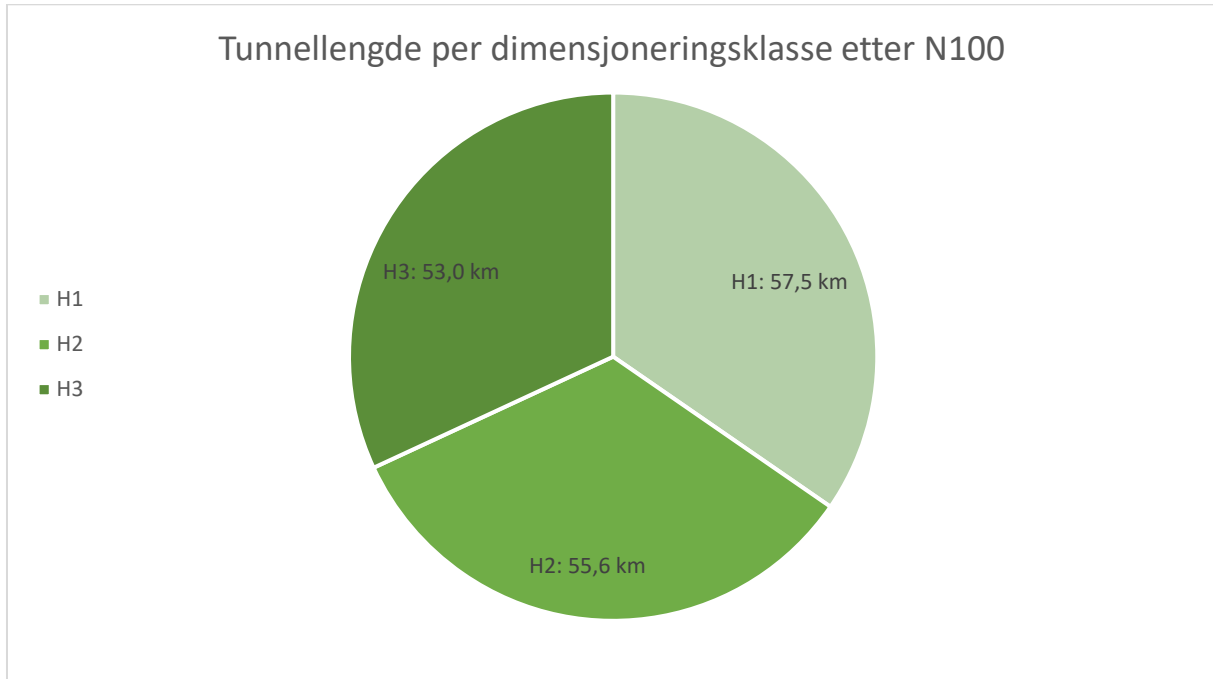
<sup>7</sup> Plan er under utarbeiding og det skal utgreiast fleire alternativ, både med og utan tunnel. Her er det lagt inn eit gjennomsnitt av tunnallengde for alternativa presentert i planprogrammet.

<sup>8</sup> Planlegging er ikkje starta opp, men det er gjort enkle vurderingar opp mot NTP-arbeidet som tilseier at ei mogeleg løysing er å utvide dagens veg frå 2 til 4 felt. Dagens veg har ein tunnel som er om lag 1,2 km lang og denne må då utvidast med eit nytt løp.

Med «porteføljen vår» meiner me i denne rapporten Statens vegvesen sine prosjekt som har kostnad over > 1 milliard kroner. Som nemnd tidlegare kan forslaga til forbetringar også komme til nytte for andre prosjekt som per tid ikkje ligg inne i porteføljen, mindre prosjekt (< 1 mrd. kroner) som inkluderer tunnelbygging og tunneloppgraderingsprosjekt, som Statens vegvesen gjennomfører. I

tillegg kan forslaga komme til nytte ved både nybygging og oppgraderingar som Nye Veier AS og fylkeskommunane gjennomfører. Til sist skal det også nemnast at enkelte idéar kan komme til nytte generelt for vegbygging og er ikkje avgrensa til tunnelbygging spesielt.

Som tabellen syner omfattar porteføljen 166 kilometer ny tunnel. Rekna som lengde tunnellop er det om lag 233 kilometer. I diagramma under er det gitt ei visuell framstilling av korleis tunnallengde fordeler seg på dimensjoneringsklasse etter N100 og tunnelklasse etter N500. Dette er sentrale inndata for konsekvensvurderingane seinare i rapporten.



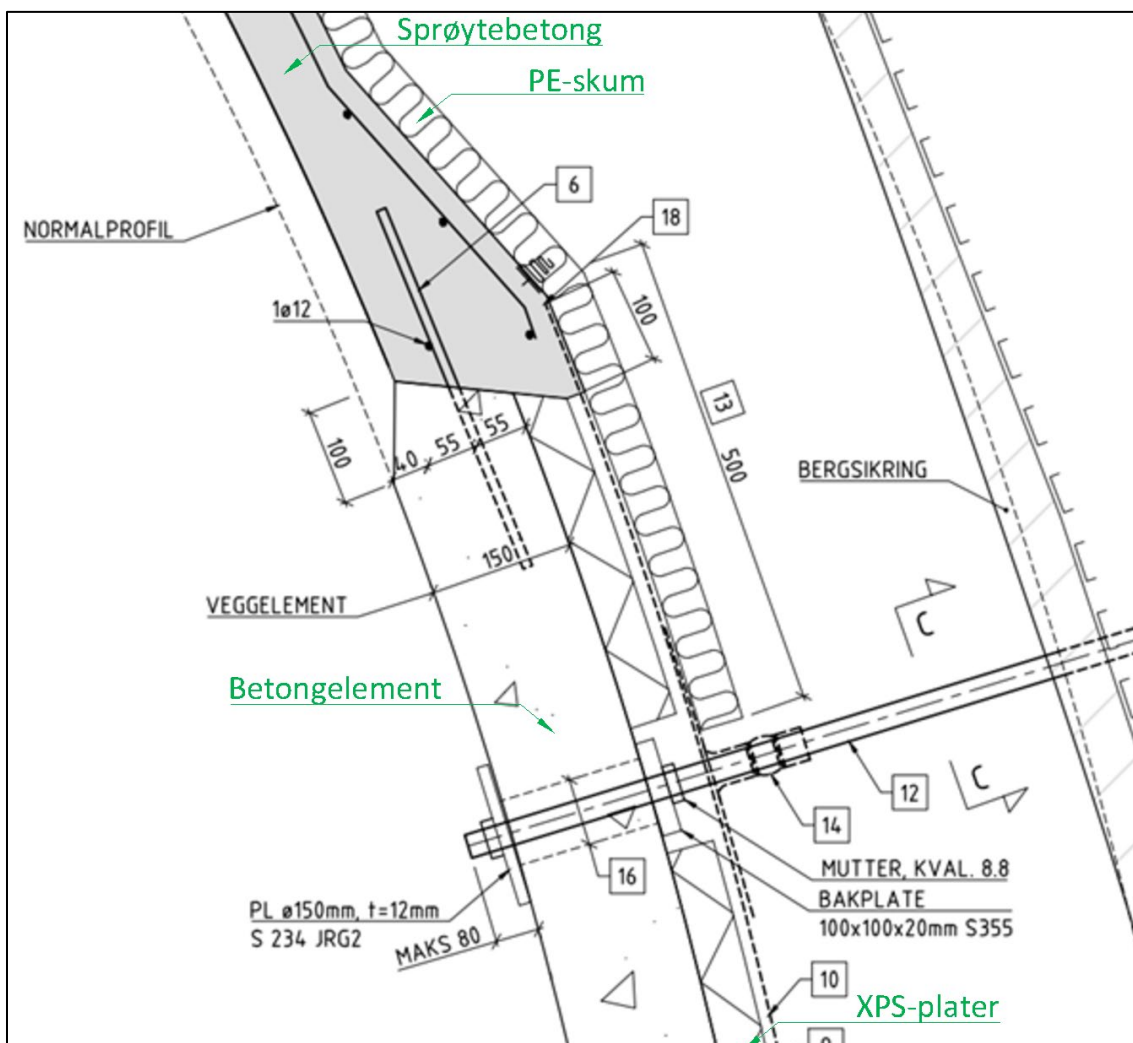
## Forslag til forbedringer

### Forbedringer innanfor gjeldande regelverk

#### Redusere tjukkelse på betongelement

I praksis er det to ulike løysingar for å vass- og frostsikre tunnelar i Noreg. Anten ved å bruke sprøytebetong over PE-skum eller ved å sette opp betongelement med XPS-plater bakom. (PE-skum/XPS erstattast med membran der det er låge frostmengder). Betongelementløysinga vert nytta for tunnelveggane ved tunnelklasse D og E (ÅDT 8 000 – 50 000), i kombinasjon med sprøytebetongløysing for å dekke tunnelhengen. For tunnelklasse F (ÅDT > 50 000) vert betongelementløysing nytta for å dekke både vegg og heng.

Det er ikkje spesifikke krav til tjukkelsen til betongelement som vert nytta til vass- og frostsikring, men N500 stiller funksjonskrav for laster og påkjenning som elementa skal tole. Vanlig praksis er at elementa er 15 centimeter med dobbelarming. Dette skuldast truleg at det er denne løysinga som er synt i [Statens vegvesen sin rapport 510](#), som det blant anna referast til i N500 sine krav om tunnelkledning. Med overdekning av armeringen mot trafikksida på 4,5 centimeter og mot berget på 4,0 centimeter, får desse elementa ei levetid på 50 år etter Eurocode 1992.



Figur 1: Utsnitt frå oversiktsteikning synt i SVV rapport 510 for øvre del av betongelement ved overgang PE-skum og sprøytebetong (ill.: Aas-Jakobsen / Statens vegvesen).

Prosjektet E18 Vestkorridoren har produsert og testa betongelement med tjukkelse på 12 centimeter og sentralplassert enkelarmering. Eit slikt element får armeringsoverdekning på 6 centimeter både mot trafikken og berget, og i tunnelmiljø gir dette 100 års levetid. Samtidig veit me at plastmembran som nyttast i slike konstruksjonar vil ha levetid på minimum 120 år ut frå spesifikasjonar til desse i N500. Me antek at XPS vil ha tilsvarande levetid.

Ut frå dette vil val av materialkvalitet for festemateriellet vere det avgjerande for forventa levetid for vass- og frostsikringskonstruksjonen. Korrosjonsbeskytta stål gjev ei levetid på 50 år, men dersom ein vel festemiddel i rustfri kvalitet som angitt i Statens vegvesen rapport 510, forventast ei levetid på 100 år. Å doble levetida til vass- og frostsikringskonstruksjonen frå 50 til 100 år vil både redusere kostnader og auke opptid, men vil spesielt gje ein positiv miljøeffekt.

Arbeidsgruppa meiner difor at løysing der betongelement har 12 centimeter tjukkelse kombinert med forankringsboltar og festemateriell i rustfri kvalitet bør innarbeidast som standardløysing. Dette kan til dømes gjerast ved å la design for betongelement gå fram av standardskildring i prosesskoden.

#### Konsekvensar for utbygging:

Eit tynnare element med enkeltarmering gjev redusert behov for betong og armeringsstål. I tillegg vert transportkostnadane reduserte ettersom både volum og vekt vert mindre for det enkelte elementet. Begge desse momenta gjev reduserte kostnader. Festemateriell vil vere litt dyrare når dette skal vere i rustfri kvalitet, men samla sett forventar me likevel ei innsparing for utbygginga. Eit forsiktig estimat er at ein kan spare om lag 10-20 % av kostnadane. Per løpemeter svarar dette til ein kostnadsreduksjon på anslagsvis 3 500 kroner. I porteføljen inngår om lag 164 kilometer tunnellopp som skal ha vass- og frostsikring med betongelement etter dagens krav. Ut frå dette er potensialet for kostnadsreduksjon på om lag 574 millionar kroner på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Med den løysinga som er føreslegen i dette forslaget, vil vass- og frostsikringskonstruksjonen vare i 100 år. Det er det doble av/50 år lengre enn det dagens vanleg brukte løysing gjev. Dette vil naturlegvis gje ei vesentleg innsparing for drift og vedlikehald i det året ein med dagens løysingar skulle ha skifta ut vass- og frostsikringskonstruksjonen. Også om ein reknar noverdien til ei utskifting om 50 år, forventar me at innsparinga vil vere vesentleg.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Når utskifting av vass- og frostsikringskonstruksjonen skal gjennomførast etter 50 år, vil det vere behov for stenging over lengre tidsrom. Dette vil ein unngå når konstruksjonen har ei levetid på 100 år. I den store samanhengen er nok gevinsten med omsyn til framkommelegheit likevel relativt liten.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

I utbyggingsfasen vil det bli reduserte klimagassutslepp fordi forbruk av betong og armeringsstål reduserast. I tillegg vert elementa mindre og lettare, slik at utsleppa knytt til transport også reduserast. Eit estimat er at for kvar meter tunnellopp ein etablerer med tynnare element vil ein redusere klimagassutsleppa med 172 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. (Denne berekninga er gjort ved å ta utgangspunkt i det utsleppet som VegLCA gjev for sju kvadratmeter betongelement (tilsvarar ein løpemeter tunnel). Vidare er dette utsleppet redusert med 4/15 (3/15 pga. betong og 1/15 pga. armering)).

Den største reduksjonen av klimagassutslepp får me likevel fyrst i drift- og vedlikeholdsfasen, som følgje av at vass- og frostsikringskonstruksjonen får dobla haldbarheit. Etablering av 12 centimeter tjukke element har i dag eit utslepp på om lag 473 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per løpemeater. I dette er det ikkje inkludert utslepp knytt til fjerning av eksisterande vass- og frostsikringskonstruksjon. Samtidig er det heller ikkje teke omsyn til at ein om 50 år sannsynlegvis har funne nye måtar å lage betongelementa på eller å gjere vass- og frostsikringa på, som gjev lågare klimagassutslepp enn det dagens metodar gjev. Arbeidsgruppa meiner ut frå dette at det kan vere naturleg å rekne at klimagassutsleppa frå heile prosessen med å skifte ut vass- og frostsikringskonstruksjon har mindre enn halvparten av dei utsleppa som ein tilsvarande utskiftingsprosess ville hatt i dag. Ut frå dette gjev me eit estimat på at det vil vere klimagassutslepp på om lag 225 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per løpemeater tunnel for utskiftinga av elementa etter 50 år.

Kvar løpemeater tunnellop får ut frå dette ein samla utsleppsreduksjon på 397 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. I porteføljen inngår om lag 165 kilometer tunnellop som skal ha vass- og frostsikring med betongelement. Dette gjev eit potensiale for utsleppsreduksjon på om lag 65 110 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

#### **Vidareutvikle metodikk for berekning av luftforureining i tunnel**

Friskluftsbehovet i tunnelar avheng av konsentrasjonen av NO<sub>2</sub>, CO og eksospartiklar. Større partiklar er ikkje luftforureining og vert handterte gjennom tunnelvask. N500 gjev ein tydeleg metodikk for dimensjonering av nødvendig friskluftsbehov i tunnelen, med utgangspunkt i talet på lette og tunge køyretøy med bensin- eller dieseldrift. Metodikken overlét likevel ansvaret for å vurdere omfanget av nullutsleppskøyretøy til det enkelte prosjekt. Arbeidsgruppa ser det som ei mykje betre løysing om Vegdirektoratet hadde vurdert dette som del av regelverksutviklinga, ettersom ein då får ein heilt annan tyngde bak prosjekteringsføresetnadane. Alternativt bør teknologi- og utviklingsstaben til utbyggingsdivisjonen ta ansvar for eit slikt arbeid.

Arbeidsgruppa stiller elles spørsmål om metodikken har for konservative utslepp frå køyretøy med bensin- og dieseldrift, sett i lys av den utviklinga av køyretøyparken som ein kan forvente i åra som kjem.

Det er brann som er dimensjonerande for ventilatorkapasiteten, men friskluftsbehovet spelar likevel ei viktig rolle med omsyn til å velje den ventilatoren som gjev dei lågaste levetidskostnadane. Dette vil vere relevant for alle nye tunnelar. Konsekvensane ved å velje ventilatorar med lågast mogeleg levetidskostnadar er vurdert som eit eige forslag seinare i rapporten og drøftast ikkje her.

For eit fåtal tunnelar er det i tillegg eit sentralt moment at berekningane av friskluftsbehov i tunnelen også gjev berekning av luftforureining ved utløpet av tunnelen. Viss denne ureininga er uakseptabel til dømes med omsyn til den arealbruken som er utanfor tunnelen, må det etablerast ventilasjonssjaker til ventilasjonstårn, der ureininga kan sleppast ut. Hypotesa er at dagens metodikk for berekning av luftforureining frå tunnel er for konservativ, slik at ein risikerer å eteblere ventilasjonssjaker som det eigentleg ikkje er behov for.



Figur 2: Ventilasjonstårn for E6/E18 Operatunnelen i Oslo (foto: Statens vegvesen).

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom det vert etablert ventilasjonssjakter som ein eigentleg ikkje har behov for, vil ein få ei økonomisk innsparing viss ein lét vere å etablere desse.

Arbeidsgruppa antek at kostnaden med å etablere ei ventilasjonssjaktløsning iallfall er 25 millionar kroner. (Eit løp for utluft og eit løp for innluft med om lag 100 meter lengde, og ventilasjonstårn i dagen). På porteføljnivå kan det kanskje vere mogeleg å unngå bygginga av tre ventilasjonssjakter, slik at innsparingspotensialet vert minst 75 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Viss ein etablerer unødvendige ventilasjonssjakter, vil ein gjennom overvaking av luftkvaliteten i tunnelen sjå at ein ikkje treng å drifte og vedlikehalde ventilasjonstårna i noko særleg grad. Det at ein unngår å etablere unødvendige ventilasjonssjakter gjev soleis ikkje noko direkte innsparingar for drift og vedlikehald. Likevel må alt som ein eig og har, med jamne mellomrom sjåast til og gjennom eit eller anna form for vedlikehald. Dette vil vere ein kostnad som ein sparar viss ein ikkje etablerer sjaktene.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Sjaktventilering for å handtere luftforureining er berre aktuelt for toløpstunnelar. For desse tunnelane vil det ikkje forverre sikkerheita i ein brannsituasjon dersom ein ikkje etablerer slike sjakter, ettersom langsgående ventilering i toløpstunnelar gjev ei svært sikker løysing.

Ut frå dette er konklusjonen vår at forslaget ikkje gjev nokon negative konsekvensar for sikkerheita.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Å unngå å etablere ventilasjonssjakter og -tårn vil redusere klimagassutsleppa frå utbygginga. Viss ein antek at eit sjaktsystem inneheld eit løp for utluft og eit løp for innluft, med om lag 100 meter lengde og 8 meter diameter kvar, sparar ein om lag 70 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per sjakt. I tillegg vil det også vere noko utslepp knytt til produksjon og montering av ventilatorar og ventilasjonstårn med tilhøyrande anlegg.

På porteføljenivå kan det tenkast at tre sjaktventilasjonssystem kan kuttast, slik at me anslår mogelegheit for ein reduksjon på minst 250 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

### Konsekvensar for ytre miljø:

Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen og dette vil redusere negative konsekvensar for ytre miljø. I tillegg unngår ein den estetiske ulempa som ventilasjonstårna med tilhøyrande anlegg på toppen av sjaktene vil vere.

### **Velje energieffektive ventilatorar**

Mange tunnelar har stort behov for driftsventilasjon for å bli kvitt luftforureining. For andre tunnelar er det nesten ikkje behov for dette. Dette gjeld spesielt toløpstunnelar. Der behovet for driftsventilasjon er stort, er energibruken knytt til dette også stor.

Det erfarast at det ikkje er faste rutinar for å sikre at ein vel dei ventilatorane som gjev lågast mogeleg livsløpskostnadar og energibruk. Arbeidsgruppa meiner difor at slike rutinar bør innførast og at dette særleg vil redusere driftskostnadar og miljøbelastning.

Korleis dette kan innførast må drøftast nærare. Arbeidsgruppa ser at å sette krav om å gjere levetidsbetraktningar i prosjekteringsarbeidet i Kvalitetssystemet kan vere ein veg å gå. Det kan til dømes høve bra å plassere eit slikt krav i prosessen «utarbeide konkurransegrunnlag elektro» (delprosess «prosjektere automasjonsanlegg»).

Sjølve innkjøpet av ventilatorar med lågaste levetidskostnadane, kan også vere ulike løysingar for. Det som truleg vil vere det enklaste er å stille konkrete krav til energibruken under prosess 36.321 slik at entreprenøren leverer ventilatoren tilsvarande som alt anna utstyr. Eit anna alternativ kan vere at Statens vegvesen gjer eigne innkjøp av ventilatorar, der livsløpskostnadar er tildelingskriterium, som deretter tiltransporterast tunnelentreprenøren etter prosess 36.322.



Figur 3: Ventilatorar i E39 Mundalsberg tunnelen (foto: Silje Drevdal / Statens vegvesen).



#### Konsekvensar for utbygging:

Arbeidsgruppa har ikkje føresetnad for å vurdere korleis utbyggingskostnadane konkret kan endre seg viss forslaget vert gjennomført. Me antek at det iallfall vert ei lita auke i kostnadane innleiingsvis, men samtidig forventar me at større etterspurnad etter energigjerrige ventilatorar vil gjere at prisen på desse vil nærme seg dagens pris.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Heile forslaget bygger på ein føresetnad om at ein oppnår reduksjon av framtidige drift- og vedlikehaldskostnadar (noverdi) som minst overstig eventuell auke i utbyggingskostnadane. Me meiner likevel at dette forslaget har potensiale for ei innsparing i driftskostnadane som er større enn den eventuelle auken i utbyggingskostnadar.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Markant reduksjon over levetida, men heller ikkje her har arbeidsgruppa føresetnadar for å vurdere konkret kva konsekvensane konkret vil vere.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Sikring tilpassa faktisk geologiske forhold**

Når det er gode geologiske forhold (typisk sikringsklasse 1) er det arbeidsgruppa si vurdering at bolting ofte vert gjort som samlebåndsproduksjon med faste mønster, utan at ein vurderer kva sikringsbehovet faktisk er i den enkelte situasjon. Dette sjølv om kravet i vegnormal N500 er spreidd bolting for sikringsklasse 1. Me meiner dette fører til ei viss oversikring, og at det er eit potensiale for å redusere talet på boltar og/eller nytte kortare boltar, særleg i tunnelveggane.

#### Konsekvensar for utbygging:

Fordi mengda bolt som nyttast vert mindre vil det bli kostnadsreduksjonar, men det er vanskeleg å estimere kva potensialet for slike kostnadsreduksjonar vil vere.

For å få ein viss peikepinn kan ein likevel tenke seg at det er mogeleg med ein boltemeter mindre per meter tunnel. Med 238 kilometer tunnellopp gjev dette ei innsparing på om lag 138 millionar kroner på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Under føresetnad av at det vert gjort eit skikkeleg arbeid med geologisk kartlegging og fjellreinsk i byggefasen, vil ikkje forslaget gje nokon konsekvensar for drift og vedlikehald.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

Konsekvensar for klimagassutslepp:

Redusert stålforbruk gjev reduserte klimagassutslepp. Når me antek at ein i snitt kan redusere ein boltemeter per meter tunnel, vil potensialet for utsleppsreduksjon vere om lag 650 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på porteføljnivå.

Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

## Forbetringar som krev endring av interne reglar

### Redusere forseinkingsrente og avklare avsavnsrente

#### Forseinkingsrente

Forseinkingsrenta som vert nytta i kontraktane våre er Noregs bank si styringsrente + 8 %-poeng. Dette er i samsvar med forseinkingsrenteloven. Arbeidsgruppa meiner at renta er høg i forhold til fortjenestemarginane i vår sektor. Dette gir noko risiko for at enkelte entreprenørar har liten eller ingen interesse i å løyse usemjer undervegs i prosjektgjennomføringa og/eller i sluttoppgjeret, men at dei i staden ser det som meir lønsamt å ta diskusjonane vidare i rettssystemet. Dersom renta hadde vore lågare, trur me dette hadde endra seg. Arbeidsgruppa meiner at til dømes styringsrente + 4 %-poeng kan vere høveleg.

I kva grad det er reelt å kunne avtale ei lågare forseinkingsrente enn den som loven definerer, er me usikre på. Sjølv om det i utgangspunktet er høve til å avtale både høgare og lågare rente, har forseinkingsrenteloven ein eigen regel som seier at det ikkje kan avtalast lågare rente når skyldnaren er offentleg myndigheit. Arbeidsgruppa reknar i utgangspunktet med at Statens vegvesen som heilskap er Offenleg myndigheit. Me er likevel litt usikre på om dette er riktig forstått og stiller spørsmål om byggherreverksemda vår ligg på utsida av etaten si myndighetsrolle i denne samanhengen? Dersom dette er tilfelle vil me ha avtalefriheit kva gjeld forseinkingsrenta, tilsvarande som til dømes Nye Veier AS og Bane Nor SF har.

Dersom det syner seg at Statens vegvesen ikkje har høve til å avtale lågare forseinkingsrente, meiner arbeidsgruppa at det bør vurderast å ta initiativ til å arbeide mot ei endring av forseinkingsrenteloven for å mogeleggjere dette.

#### Avsavnsrente

I tillegg til forseinkingsrente, vert det også sett fram krav om avsavnsrente frå entreprenørane. Spesielt gjeld dette når usemjene vert tekne inn for rettsvesenet. (Avsavnsrenter er renter på krav frå kostnaden oppstår i prosjektet/krav vert framsett og fram til forfall på sluttoppgjer).

I dag har me ingen krav i kontraktane våre kva gjeld nivået på avsavnsrenter og det vert soleis eit eige diskusjonspunkt i rettsprosessane om kva som skal leggest til grunn. Både for å fjerne dette som diskusjonspunkt, men også for å sikre at renta i seg sjølv ikkje verkar demotiverande med tanke på å løyse opp i usemjer undervegs i prosjekta, meiner arbeidsgruppa at det bør kontraktfestast kva avsavnsrenta skal vere. Noregs bank si styringsrente + 1 %-poeng kan til dømes vere høveleg.

#### Konsekvensar for utbygging:

Ei lågare forseinkingsrente vil i seg sjølv redusere kostnadar, men særleg vil den positive effekten ligge i at ein i større grad klarer å løyse opp i usemjer tidlegare. Dette reduserer, som nemnt, både rentekostnadar, men også prosesskostnadar. Vidare er det gjerne eit endå viktigare poeng at det frigjev byggherresressursar til å utføre anna arbeid. Ein annan svært positiv effekt er at belastninga som enkeltpersonar opplever når dei står i langvarige konfliktrar, både hjå entreprenør og byggherre, vert redusert viss talet på usemjer reduserast eller vert løyst raskare.

Å få bestemte reglar for avsavnsrente vil i seg sjølv også gje ei marginal innsparing i prosesskostnadar, ettersom dette då ikkje vert eit diskusjonspunkt. Det viktigaste vil likevel vere at dersom ein får avtalt ei relativt låg avsavnsrente, så vil ein få dei same positive verknadane som for forseinkingsrente, med å få løyst opp i usemjer undervegs i prosjektgjennomføringa og i sluttoppgjeret i større grad.

Det er umogeleg å gje eit spesifikt estimat på kor mykje pengar ein kan spare med desse forslaga. For å få ein indikasjon, kan det likevel settast opp eit reknestykke.

Dersom ein tek utgangspunkt i den samla prognosen på Statens vegvesen si portefølje, så er denne på 212 milliardar 2024-kroner. Vidare kan ein anta at det er usemje tilsvarande 5 % av denne prognosen, at ein får 2 år med avsavnsrente og 2 år med forseinkingsrente på dette beløpet og at avsavnsrente vert fastsett av retten til 2 %-poeng over styringsrenta, etter dagens reglar. Dette gjev ein samla rentekostnad på 4 084 millionar kroner. (Styringsrente på 4,25 % per 2. oktober 2023 ligg til grunn for berekninga).

Viss ein i staden legg til grunn rentesatsane som er foreslått av arbeidsgruppa, og at renteperioden både for avsavns- og forseinkingsrenter vert redusert til 1,5 år kvar, fordi ein klarer å løyse fleire usemjer tidlegare, vil dette gje rentekostnadar på 2 163 millionar kroner. Kostnadsreduksjonen på porteføljnivå vert ut frå dette på 1 920 millionar 2024-kroner, som er om lag 1 880 millionar 2023-kroner.

I tillegg kjem reduserte prosesskostnadar som ein konsekvens av at ein løyser fleire konflikhtar minneleg og/eller tidlegare, men i denne samanhengen er det for marginalt å rekne.

Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

Konsekvensar for klimagassutslepp:

Ingen.

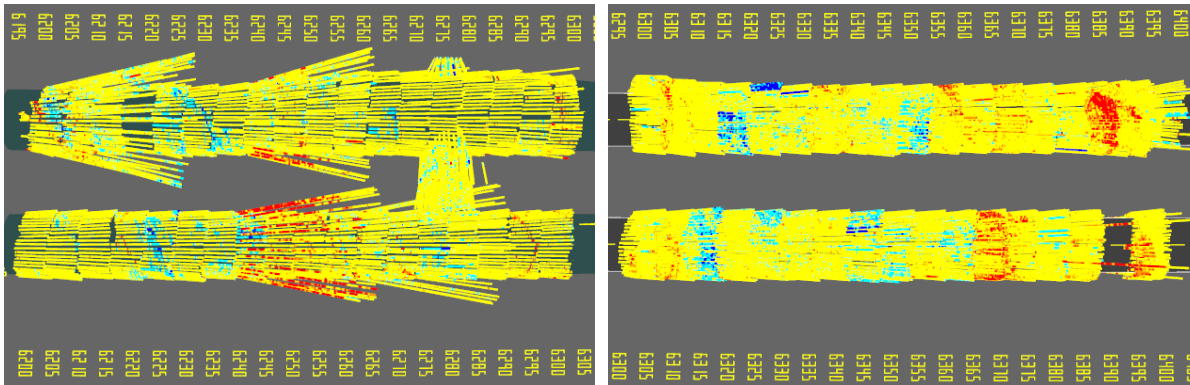
Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Fjerne krav om automatisk logging ved boring**

Ved sondérboring, kjerneboring, injeksjon og boring av sprengingshol stiller prosesskoden krav om at borrhigg skal ha utstyr for automatisk logging av boringa («measurement while drilling») og at resultatata skal leverast til Statens vegvesen som byggherre. Føremålet med slik leveranse, er at me skal ha eit betre grunnlag for vurdering av bore- og injeksjonsopplegget med meir.

Arbeidsgruppa si erfaring er at data frå automatisk logging i liten grad vert nytta undervegs i tunnelarbeidet, men at det er geologisk kartlegging som er det sentrale grunnlaget. Det er heller ikkje naudsynt med dataa til sluttdokumentasjonen. Ut frå dette er det vår vurdering at krav om automatisk logging ved boring kan fjernast frå prosesskoden.



Figur 4: Døme på bruk av MWD-data. Illustrasjonane syner relativt hardheit for dei enkelte boringane for eit strekk i E39 Lyshorntunnelen. Blå farge tyder hardt fjell medan raud farge tyder mjukare fjell.

#### Konsekvensar for utbygging:

Kostnadane for automatisk logging er dekkja av einingsprisar som også inkluderer fleire andre kostnadskomponentar. Logginga utgjer sannsynlegvis berre ein svært liten del av dei aktuelle einingsprisane. Me har difor ikkje noko konkret grunnlag for å vurdere potensialet for kostnadsreduksjonar ved denne endringa.

Dersom me likevel antek at det kan vere tale om å spare 1 krone per bormeter og føreset at det i snitt er 140 bormeter per meter tunneløp, så vil ein med 238 kilometer tunneløp kunne spare om lag 32 millionar kroner på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Ingen.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

#### **Tiltak for å oppnå betre kontur**

Arbeidsgruppa erfarer at ein får eit relativt mykje overfjell og nokså ujamn fjelloverflate i mange tunnelprosjekt. Me har også ei kjensle av at dette har blitt verre i seinare tid, og difor kan det synast som det ikkje er sterke nok verkemiddel i kontraktane våre for å sikre ein god kontur på det utsprengde tunnelprofilet. Krava som vert stilte i prosesskoden bør endrast med sikte på å oppnå ei forbetring.

Arbeidsgruppa ser det som aktuelt å innføre sanksjonsbestemmelsar knytt til dårleg ansett og retning på boring for konturhola. Tidlegare har mange prosjekt sett eit slikt krav: «Dersom flere enn 3 hull i konturen ikkje oppfyller kravene til bornøyaktighet, blir det trekt kroner 20,- per kubikkmeter for den aktuelle salven». Me meiner det kan vere grunnlag for å innføre noko liknande som standardskildring i prosesskoden.

Eit anna eller supplerande alternativ, kan vere å stille krav knytt til utførsla av arbeidet (til dømes krav om å nytte elektroniske tennarar eller mindre avstand mellom konturhola).

Den viktigaste grunnen til at ein bør innføre tiltak for å få ein betre kontur, er å redusere miljøbelastninga som tunnelbygginga gjev. Det har likevel også indirekte konsekvensar for utbyggingskostnadane, sidan fjellsikringsbehovet vert redusert når konturen er jamnare og arealet til fjelloverflata i tunnelen vert minst mogeleg.

#### Konsekvensar for utbygging:

Det er i utgangspunktet entreprenøren som har den økonomisk risikoen og som ber kostnadane med overfjell som vert utsprengt. Indirekte har det likevel betydning for byggherren, blant anna fordi overfjell kan gje auka kostnadar med fjellsikring.

Samtidig kan ein risikere at det vil bli eit meirarbeid for byggherre knytt til oppfølging av krav til ansett og boravvik. Her bør det likevel vere potensiale for å ha automatiserte prosessar som analyserer dei dataa frå boringa som entreprenøren rapporterer inn, slik at det ikkje vil vere behov for at menneskelege ressursar kontrollerer om krava vert følgde.

Ei anna side ved dette forslaget er også at ein erfarer at det i enkelte prosjekt kan bli hevda frå entreprenøren at overfjell skuldast avvikande grunnforhold eller geologisk betinga utfall, medan Statens vegvesen meiner det er kvaliteten på drivinga som er årsaka. Å innføre krav til ansett og boravvik kan bidra til å redusere omfanget av diskusjonar om årsak til overfjell mellom entreprenør og byggherre.

Å innføre sanksjonar og strengare oppfølging av allereie gjeldande krav til ansett og boravvik vil ut frå dette ikkje føre til auka kostnadar. Samtidig kan det vere potensiale for ein liten kostnadsgevinst, men her legg arbeidsgruppa til grunn at dette er marginalt.

Dersom ein innfører krav om bruk av elektroniske tennarar og/eller redusert avstand mellom konturhola vil kostnadane med tunneldrivinga forventingsvis auke noko. Likevel kan det også ligge ein gevinst her, i form av at entreprenørane gjennom slike krav reduserer sine kostnadar med overfjell. Dette vil i neste omgang komme byggherren til nytte.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Uttak av større mengde berg enn nødvendig fører til meir massar som skal lastast opp og transporterast ut av tunnelen og til deponi. Vert omfanget av overfjell mindre, vil ein soleis redusere klimagassutsleppa.

Det er vanskeleg å vurdere kor stor reduksjonen kan vere ved å innføre krav om ansett og borretning. Eit estimat kan likevel ta utgangspunkt i at det i gjennomsnitt er overfjell tilsvarande 0,7 meter utanfor teoretisk sprengingsprofil før ein innfører tiltak, som anslagsvis kan reduserast til 0,4 meter utanfor sprengingsprofilen etter at tiltak er innført. Med utgangspunkt i eit gjennomsnittleg

tunnelprofil på om lag T11, vil overfjellet bli redusert med om lag 8 faste kubikkmeter per meter tunnellopp. For 238 kilometer tunnellopp på porteføljenivå svarar dette til litt under 1,9 millionar kubikkmeter. Dette inneber eit potensiale for klimagassreduksjon på om lag 13 490 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Elles vil ein ved boravvik i botn av tunnelprofilet trenge meir sprengstoff for å få laust fjellet og faren for pilsalve aukar. Dette vil også gje direkte konsekvens for klimagassutsleppa, men er ikkje teke inn i berekningane over.

Konsekvensar for ytre miljø:

Deponering/handtering av tunnelmassar er som oftast ei ulempe for ytre miljø i større eller mindre grad. Med redusert mengde overfjell vert det mindre omfang av stein som må finnast plass til utanfor tunnelen. Dette vil følgjande vere positivt for ytre miljø, sjølv om det vil vere avhengig av forholda ved den enkelte tunnel i kor stor grad dette vil vere positivt.

## Forbetringar som krev endring av eksterne reglar

### Redusere skulderbreidde for dimensjoneringsklasse H2 og eventuelt H1 og HØ1

For tunnelar på vegar med dimensjoneringsklasse H2 (ÅDT 6 000 – 12 000) stiller N100 krav om tunnelprofil T10,5. Dette profilet har 150 centimeter brei skulder. Arbeidsgruppa vurderer at skulderbreidda iallfall bør reduserast til 125 centimeter. Då får skuldra same breidde som i dag er normert for T9,5, som ein nyttar ved dimensjoneringsklasse H1 (ÅDT < 6 000). Dette er også den breidda som var krav om fram til 2019, men som då vart justert for å oppnå lik skulderbreidde som tilstøytande veg i dagen. Breiddereduksjonen ser me føre oss gjort ved å redusere indre del av skulder frå 50 til 25 centimeter. Ytste delen av skuldra får uendra breidde.



Figur 5: E16 Vangstunnelen er døme på ein tunnel som har 125 centimeter brei skulder. Tunnelen vart opna i 2013, men viss den hadde blitt bygd i dag skulle breidda vore 150 centimeter (foto: Marius Slinde, Statens vegvesen).

Arbeidsgruppa stiller vidare spørsmål om det er eit reelt behov for at ytste delen av skuldra er heva for å få tilfredsstillande funksjon som nødfortau. Etter det me har forstått er det på gang ei endring som opnar for å ikkje ha heva skuldar ytst for dimensjoneringsklasse H3 (motorveg). Ei slik endring bør etter vårt syn også gjerast for dimensjoneringsklasse H2 og H1. Dette er drøfta som eit eige forslag i denne rapporten. Når me også nemner dette her, så er det fordi ei slik endring også bør føre til at den samla skulderbreidda kan reduserast frå 125 til 100 centimeter, for dimensjoneringsklassane H2, H1 og HØ1. Dette er inkludert vidare i drøftingane her.

#### Konsekvensar for utbygging:

Å redusere tunnelprofilet fører til at fleire kostnadskomponentar reduserast. Estimat som er gjort tilseier at ein kan spare om lag 6 000 kroner per meter tunnelløp, for kvar halvmeter breidda vert redusert.



Med 31 kilometer tunnel i dimensjoneringsklasse H2, som skal byggast med eitt tunnellopp, har ein då potensiale for ein kostnadsreduksjon på om lag 186 millionar kroner på porteføljnivå viss skulderbreidda reduserast til 125 centimeter. (Toløpstunnelar i dimensjoneringsklasse H2 inngår ikkje i denne berekninga, ettersom desse har T9,5-profil med 125 centimeter brei skulder).

Viss ein går ned til 100 centimeter skulderbreidde vil ein få ei dubla innsparing på desse 31 kilometrane med tunnel. I tillegg vil ein då kunne redusere breidda på 49 kilometer tunnellopp for toløpstunnelar i dimensjoneringsklass H2 og 58 kilometer tunnel i dimensjoneringsklasse H1, med ein halv meter. Dette tilsvarar som nemnd over ei innsparing på om lag 6 000 kroner per meter. Samla gjev dette eit tillegg til innsparingspotensialet på om lag 828 millionar kroner, slik at det totale innsparingspotensialet ved å redusere skulderbreidde til 100 centimeter er 1 014 millionar kroner.

I enkelte tilfelle kan redusert tunnelprofil føre til eit større behov for siktutviding i innersving. Dette er likevel berre aktuelt for nokre få korte strekk og på eine sida av tunnelen, slik at dette utgjer ein marginal kostnad i forhold til innsparingspotensialet. Difor ser me vekk frå dette her.

For ein del tunnelar vert kablar lagt bakom føringskanten. Arbeidsgruppa diskuterte om redusert tunnelprofil spelar inn på kor mykje plass ein har til plassering av kablar og om dette kan avkorte potensialet for kostnadsreduksjon. Konklusjonen vår er at dette ikkje har noko å seie, ettersom avstanden frå føringskanten til teoretisk sprengingsprofil vert uendra.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Litt reduserte kostnader, ettersom det vert mindre veg-, vegg- og hengareal som skal driftast og vedlikehaldast.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Generelt er det arbeidsgruppa si vurderinga at for ein tunnel som elles har moderne utrusting med omsyn til blant anna linjeføring, vegmerking og belysning, så vil det bli ei marginal forverring av sikkerheita i tunnelen viss skulderbreidda reduserast. Moderne køyretøyteknologi er også ei sikkerheitsbarriere. Ei lita endring i skulderbreidde mellom veg i dagen og tunnel har etter vårt syn difor ikkje noko å seie for trafikksikkerheita.

For tunge køyretøy skal det spesielt påpeikast på at breidda på køyreboks med fri høgde (4,6 meter) vert gjort noko smalare. Med dagens krav til skulderbreidde har køyreboksen ei breidde på utsida av kantlinja på om lag 68 centimeter. Viss ein reduserer skulderbreidda med 25 centimeter vil køyreboksen gå ut til om lag 43 centimeter utanom kantlinja, medan avstanden vert om lag 18 centimeter viss ein reduserer skulderbreidda med ytterlegare 25 centimeter. Det er arbeidsgruppa si vurdering at det eventuelt vil vere tale om ei marginal forverring av sikkerheita med omsyn til at tunge køyretøy tek opp i tunnelhengen, både om ein reduserer skulderbreidda med 25 og 50 centimeter. Dette baserer me for det fyrste på at sannsynet for at tunge køyretøy tek opp i tunnelhengen framleis er svært lite for ein tunnel med køyrefeltbreidde på 3,5 meter og med moderne køyretøyteknologi. For det andre baserer me denne vurderinga på at konsekvensane vil vere på den materielle sida, ettersom det vil vere tale om at ein i denne situasjonen vil «gli» ut mot tunnelveggen med ein svært stump vinkel og ikkje få ein bråstopp når ein treff tunnelhengen.

Det er elles arbeidsgruppa si vurdering at fluktmogelegheita langs tunnelveggen vil vere tilnærma like godt vareteken med alle dei ulike skulderbreiddene som er drøfta her.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Å redusere tunnelprofilen fører til at fleire aktivitetar som genererer relativt store klimagassutslepp, får eit mindre omfang. Estimat som er gjort tilseier at ein kan spare om lag 104 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp, viss skulderbreidda for dimensjoneringsklasse H2 reduserast til 125 centimeter. På porteføljnivå svarar dette til om lag 3 220 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar for 31 kilometer tunnel.

Viss ein går ned til 100 centimeter skulderbreidde vil ein få dobla reduksjonen på desse 31 kilometrane med tunnel. I tillegg vil ein då kunne redusere breidda på 49 kilometer tunnellopp for toløpstunnelar i dimensjoneringsklass H2 og 58 kilometer tunnel i dimensjoneringsklasse H1, med ein halv meter. Her får ein iallfall tilsvarande reduksjon på 104 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp. Samla gjev dette eit tillegg til potensialet på utsleppsreduksjon på om lag 14 350 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar, slik at det totale potensialet for utsleppsreduksjon ved å redusere skulderbreidde til 100 centimeter er 17 570 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

### Konsekvensar for ytre miljø:

Deponering/handtering av tunnelmassar er som oftast ei ulemple for ytre miljø i større eller mindre grad. Med redusert tunnelprofil vert det mindre omfang av stein som må finnast plass til utanfor tunnelen. Dette vil følgjande vere positivt for ytre miljø, sjølv om det vil vere avhengig av forholda ved den enkelte tunnel i kva grad dette vil vere positivt.

### **Ikkje krevje sprøytebetong heilt ned til køyrebanenivå ved sikringsklasse 1**

I 2016 vart krava til sprøytebetong for sikringsklasse 1 (bergmasseklasse A og B) skjerpa, med krav om at sprøytebetong no skal påførast heilt ned til køyrebanenivå. Tidlegare var kravet at ein skulle sprøyte ned til 2 meter over solen (tilsvarar om lag 1,5 meter over køyrebana).

Arbeidsgruppa meiner at dagens krav inneber ei oversikring og at det iallfall for sikringsklasse 1 bør skje ei reversering av kravet, slik at ein kan definere sprøytebetongbehovet på nedste delen av veggene ut frå dei aktuelle geologiske forholda. Det kan kanskje vere aktuelt å lempe tilsvarande på krava for sikringsklasse 2 også, men dette er ikkje lagt til grunn for dei vidare drøftingane her.

Forslaget vårt om å lempe på desse krava, har som føresetnad at det må gjerast geologisk vurdering for å avgjere sprøytebetongbehovet på nedste delen av tunnelveggen. Det er også ein føresetnad at ein gjer eit skikkeleg arbeid med fjellreinsk i byggefasen. Begge desse førestnadane er allereie vanleg praksis når me bygger tunnel. Det talar også for ei lemping på krava, at den ferdige tunnelen vil ha føringskant eller betongelement som vil vere ei barriere mot at steinsprang kan komme ut i trafikkrommet.



Figur 6: Påføring av sprøytebetong som fjellsikring under arbeidet med rv. 13 Ryfylketunnelen (foto: Øyvind Ellingsen, Statens vegvesen)

#### Konsekvensar for utbygging:

For utbygginga vil det bli kostnadsreduksjonar ettersom sprøytebetongbruken vert redusert. Me vurderer at ein vil spare om lag 1 000 kroner per kvadratmeter som ein unngår å sprøyte. Kombinerer ein dette med ei antaking av at 60 % av dei 233 kilometer med tunneløp som me har i porteføljen vår er i sikringsklasse 1 og at ein her kan unngå halve sprøytebetongbehovet opp til 1,5 meter over køyrebanenivå, vert innsparingspotensialet på porteføljenivå om lag 210 millionar kroner.

Redusert sprøytebetongbruk gjev også redusert byggetid, men effekten på byggetida er relativt liten. Om lag 14 timar per kilometer tunnel. Dette har difor marginalt å seie for utbygginga.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Under føresetnad av at det vert gjort eit skikkeleg arbeid med geologisk kartlegging og fjellreinsk i byggefasen vil ein ikkje få nokon konsekvensar for drift og vedlikehald.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Redusert betongbruk gjev reduserte klimagassutslepp. For kvar kvadratmeter ein unngår å sprøyte vil ein redusere klimagassutsleppa med 46 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Med same vurdering av potensiale for reduksjon i sprøytebetongbruken som presentert under vurdering av utbyggingskostnadane over, gjev dette eit potensiale for utsleppsreduksjon på porteføljenivå på om lag 9 650 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

## Ikkje stille krav om botnreinsk i frostsone når det ikkje er telefarlege massar

Krava til botnreinsk i tunnel er gitt i vegnormal N200. Det er då eit generelt krav som seier at i dei delane av tunnelen der det er lite frost ( $\leq 10\ 000\ \text{h}^\circ\text{C}$ ), skal det vere lite finstoff i det atliggjande materialet i tunnelsålen (under planum). I tillegg er det gitt eit særskild krav for dei delane som har meir frost enn dette, om at tunnelsålen skal finreinskast slik at det ingen stadar vert liggande attende meir enn 5 centimeter masse.

Dei reglane ein har no er ei oppmjuking i forhold til tidlegare krav til botnreinsk. Dette er arbeidsgruppa glade for, men me meiner likevel at krava framleis er for strenge. Vår vurdering er at det generelle kravet som er synt til over bør kunne leggest til grunn uavhengig av frostmengde, ettersom ein ikkje vil få teleskader når det er lite finstoffinnhald og massane i tunnelbotnen ikkje er telefarlege.

Ei slik endring av regelverket føreset at ein gjer eit tilstrekkeleg arbeid med kartlegging av dei massane som er i frostsone for å vere trygg på at desse ikkje er telefarlege. Å få etablert gode rutinar for dette vurderast som uproblematisk ettersom det allereie er nødvendig å gjere slik kartlegging ved låge frostmengder.



Figur 7: Botnreinsk i Lyshorntunnelen i prosjektet E39 Svevatjørn – Rådal (foto: Statens vegvesen).

### Konsekvensar for utbygging:

Redusert omfang av finreinsk reduserer både kostnadar med å fjerne massar, men også kostnadar med å køyre inn massar for å fylle opp til planum. Dersom ein antek at kvar meter tunnel med finreinsk (inkl. tilbakefylling) har ein kostnad på om lag 4 000 kroner, og samtidig gjer eit forsiktig anslag på at 10 % av dei 233 kilometer med tunneløp i porteføljen kunne vore unngått desse kostnadane for, akkumulerer dette seg til om lag 93 millionar kroner på porteføljnivå.

### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Redusert arbeid knytt til å grave ut og transportere vekk botnmassane, og å transportere innatt andre massar for å fylle opp til planum (inkludert produksjon av desse massane), gjer at utsleppa vert reduserte. For kvar meter tunnel der ein unngår desse operasjonane, vil ein få utsleppsreduksjon på om lag 60 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Gitt dei same føresetnadane som for kostnadsberekninga over, svarar dette til ein reduksjon på om lag 1 400 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på porteføljenivå.

### Konsekvensar for ytre miljø:

Redusert deponeringsbehov for botnreinskemassar, som kan vere både reine og ureine, gjev reduserte negative konsekvensar for ytre miljø.

### **Fjerne krav om at ytste del av skulder skal vere heva**

N500 stiller krav om at ytste del av skulder i tunnel skal utførast med ein heva del i betong eller asfalt, som er avgrensa mot indre del av skulder med ein ikkje-avvisande kantstein. Sjølv om asfalt er eit alternativ, er det i praksis berre betong som vert nytta, på grunn av fordelane med å kunne etablere kantstein og heva del av skuldra i same glidestøypoperasjon. Arbeidsgruppa meiner det er ei betre løysing å asfaltere heilt ut til føringskant/veggelement, utan å heve deler av skuldra.

Tunnelar vert bygt med einsidig fall på køyrebana. I nedkant av køyrebana får ein oppsamling av tunnelvaskevatt og eventuelle lekkasjevæsker frå køyretøy langs kantstein med kjeftesluk med dagens løysing. Med asfalt heilt ut til føringskant/veggelement må oppsamling av væsker skje på eit litt anna vis, men me ser ikkje at dette skal vere spesielt problematisk. Firkanta rennesteinssluk eller liknande som etablerast inntil føringskant/element og/eller å ha sluket litt lengre frå føringskant/element, men med stigande tverrfall nokre centimeter på utsida av sluken (anten generelt eller der ein har sluk) for å sikre avrenning mot denne, er aktuelle løysingar.



*Figur 8: E16 Borgundstunnelen har føringskant på eine side, utan at det er heva skulder inn mot denne. Merk at i dette dømet er føringskanten einsidig og at skuldra er relativt smal fordi dette er gjort som del av tunneloppgradering. For nye*

*tunnelar meiner arbeidsgruppa ikkje at skuldra skal smalast inn som dette, men at den heva delen si breidde skal inngå i den totale skulderbreidda (foto: Joakim Hermansen, Statens vegvesen).*

#### Konsekvensar for utbygging:

Å ikkje etablere kantstein og heva del av skulder vil redusere kostnadane, ettersom dette i seg sjølv er ei dyrare løysing enn å asfaltere heilt ut til føringskant/veggelement. I tillegg kan asfalteringa skje i same operasjonen som asfalteringa elles i tunnelen, noko som gjev ytterlegare innsparingar. Til sist vil det redusere kostnadar at rennesteinssluk er rimelegare enn kjeftesluk, spesielt som følge av mindre støypejarnsforbruk.

Arbeidsgruppa estimerer at det kan vere tale om ei innsparing på om lag 200 kroner per meter tunnel. Forslaget vil komme til anvending på alle dei 233 kilometer med tunnellopp i portefølja, slik at innsparingspotensiale er på om lag 47 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Dette kan diskuterast om dette forslaget vil gje dårlegare sikkerheit, ettersom ein fjernar den fysiske barrieren som heva del av skulder er.

For trafikksikkerheita er det arbeidsgruppa si vurdering at det ikkje har noko å seie om banketten vert fjerna. For det fyrste grunngjev me dette med at sannsynet for at ein får ei utforkøyring i ein tunnel med moderne utrusting med omsyn til blant anna linjeføring, vegmerking og belysning, er svært lite. Moderne køyretøyteknologi reduserer også sannsynet ytterlegare. For det andre vil konsekvensane viss ei utforkøyringsulykke skjer i ein moderne tunnel som har tilgivande sideterreng vere små.

For sikkerheita i ein brannsituasjon kan det argumenterast for at viss ytste del av skuldra ikkje er heva, så aukar sannsynet for at køyretøy vil stå i vegen for personar som evakuerer til fots langs tunnelveggen. For at dette skal vere eit problem er det likevel ein føresetnad at ein både har ein brann i tunnelen, at det er behov for evakuering til fots og at siktforholda er så dårlege at ein må gå langs tunnelveggen og at køyretøy vert stansa heilt inn mot tunnelveggen. Dette er hendingar som enkeltvis er lite sannsyn for at oppstår og difor vert det svært lite sannsynleg at desse tre forholda inntreffer samtidig. Det er difor arbeidsgruppa si vurdering at heller ikkje i ein brannsituasjon vil sikkerheita bli forverra viss ein ikkje hevar ytste del av skuldra.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Asfalt har lågare klimagassutslepp enn betong og difor gjev forslag ein reduksjon i klimagassutsleppa på om lag 16 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnel.

I tillegg har rennesteinssluk mindre klimagassutslepp enn kjeftesluk på grunn av mindre bruk av støypejarn. Basert på EPD frå Furnes Jernstøperi AS er reduksjonen på om lag 4,6 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per sluk, noko som gjev ein reduksjon på om lag 58 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per kilometer tunnel.

Samla er potensialet for reduserte klimagassutslepp for 233 kilometer tunnellopp ut frå dette om lag 3 740 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

#### **Auke maksimumsavstand mellom sandfangskummar**

N500 stiller krav om at sandfang skal monterast med innbyrdes avstand på maksimalt 80 meter. Arbeidsgruppa si vurdering er at ein iallfall i eit tunnelvask-perspektiv kan ha mykje større avstand. Arbeidsgruppa er noko usikre på konsekvensane dette kan ha for oppsamling av brennbare eller eksplosjonsfarlege væsker som eventuelt lek frå køyretøy i tunnelen, men skisserer iallfall dette som ein idé og foreslår at ny maksimalavstand endrast til 150 meter.

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom ein kan ha innbyrdes avstand mellom sandfang på 150 meter i staden for 80 meter, reduserer ein talet på sandfang med 45-50 %. For 233 kilometer tunnellopp og med ein stykkpris for sandfangskum på om lag 40 000 kroner, tilseier dette at det er potensiale for å redusere kostnader på porteføljenivå med om lag 54 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Litt reduserte kostnader, ettersom det er færre sandfang som skal driftast og vedlikehaldast.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Arbeidsgruppa forventar at ein kan få tilfredsstillande oppsamling av brennbare væsker, sjølv om avstanden mellom sandfang vert auka, men dette er noko som må undersøkast nærare for å avklare forslaget sine konsekvensar for sikkerheita.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Ein sandfangskum har eit klimagassutslepp på om lag 207 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. Dersom ein kan ha innbyrdes avstand mellom sandfang på 150 meter i staden for 80 meter, kan ein redusere utsleppa på porteføljenivå med om lag 280 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

#### **Fjerne krav om føringskant for tunnelar med moderat trafikk**

Arbeidsgruppa drøfta om det er aktuelt å ikkje stille krav om å etablere føringskant, iallfall for tunnelar i tunnelklasse A og B. Hypotese er at det er svært lite sannsyn for utforkøyingsulykker i moderne tunnelar og at det vil gje små negative konsekvensar for sikkerheita viss føringskanten vert kutta.

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom ein ikkje etablerer føringskanten vil ein spare kostnaden med denne. Dette svarar til om lag 8 000 kroner per løpemeter tunnel (samla kostnad for to sider).

Samtidig vil innsparinga bli avkorta grunna fleire ulike forhold:

- Det vert behov for eit større omfang av vass- og frostsikring, for eit areal tilsvarande høgda på føringskanten som vert kutta. Legg me til grunn at det trengst vass- og frostsikring i 80 % av tunnallengda, vil dette i snitt gje ein tilleggskostnad på 3600 kroner per løpemeteter.
- Det vert nokre kostnadar for å gje ei sikring mot påkøyrselefarlege sidehinder som til dømes fjellknølar med utstikk > 30 centimeter og nødstasjonar. Aktuelle tiltak kan vere pigging, utjamning ved hjelp av sprøytebetong eller etablering av føringskant på kortare strekk. Me antek at dette avkortar gevinsten med i snitt 1900 kroner per løpemeteter. Dette svarar til behov for tosidig føringskant i ¼ av tunnallengda, korrigert for ei lita innsparing knytt til vass- og frostsikring.
- Det er ei vanleg løysing for den typen tunnelar som dette forslaget gjeld, å etablere kabelgrøft bakom den eine føringskanten. Når føringskanten er vekke tilseier dette at kostnadane med grøft vil auke noko. Samtidig vil ein også få nokon innsparingar knytt til behov for uttak av fjell der kabelgrøft bak føringskanten i utgangspunktet er plassert. Me anslår at det samla vil vere tale om ein auke i kostnadane på 1 000 kroner per løpemeteter knytt til å etablere grøft.

Samla sett fører dette til at ein ved å kutte ut føringskant sparer om lag 1 500 kroner per løpemeteter. Porteføljen inneheld 58 kilometer tunnel i klasse B, og ut frå dette vert potensialet for kostnadsreduksjonar på om lag 87 millionar kroner for dette forslaget.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

For drift og vedlikehald kan det vere naudsynt med litt anna utstyrsoppsett på kostebil, for å få ei god reingjering heilt inn til tunnelveggen med ei slik løysing. Dette reknar me likevel ikkje med at vil vere kostnadsdrivande.

Ein kan derimot få litt auka vedlikehaldskostnadar ettersom vass- og frostsikringskonstruksjonen ikkje lengre vil vere beskytta av føringskanten, og soleis oftare vil bli skada ved utforkøyningar. Noverdien til dei auka vedlikehaldskostnadane reknast likevel som små i forhold til dei sparte utbyggingskostnadane.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Føresetnad for forslaget er at påkøyrselefarlege sidehinder vert sikra mot påkøyrse, som omtalt over. Her drøftast difor sikkerheitsulempene med forslaget gitt denne føresetnaden.

Dersom ein ser på dataa i NVDB som gjeld utforkøyringsulykker, så syner desse at det har vore 84 slike i tunnelar med fartsgrense 80 km/t i perioden 2015 til og med 2022. Til saman var det 120 skadde personar, derav 6 drepne og 20 hardt skadde. Utforkøyringsulykker med alvorleg utfall er følgjande ei relevant problemstilling også i tunnel.

Det som ein kan sjå ut frå ulykkesdataa er blant anna at alle dødsulykkene og at eit fleirtal av ulykkene med alvorleg utfall har skjedd i tunnelar som ikkje har føringskant. Dette kan vitne om at føringskanten kan vere ei kjelde til sikkerheit. Men dette kan også vere ei tilfeldigheit og det er iallfall grunnlag for å konkludere med at ein ikkje ville unngått alle desse dødsfalla og alvorlege skadane dersom det hadde vore føringskant. Dette kan ein underbygge med å mellom anna merke seg at alle dødsulykkene er utforkøyning til venstre. Då vert kollisjonsvinkelen ofte slik at det ikkje har noko å seie for utfallet av ulykka om ein har føringskant eller ikkje. Dernest kan ein ved å gå endå grundigare inn i ulykkene sjå at det også har vore kollisjonar med særleg påkøyrselefarlege sidehinder i tunnelane (eksempelvis hjørne i berget ved nisjar), som uansett ikkje vil vere situasjonen i ein ny og moderne tunnel.



Den køyretøyutviklinga som ein har hatt dei siste åra, og som forventast å halde fram i tida som kjem, gjer elles at sannsynet for utforkøyringsulykker vert redusert. Dette underbygger at det å kutte føringskanten vil ha mindre negative konsekvensar for sikkerheita.

Ut frå den kunnskapen arbeidsgruppa sit med, er vår vurdering at det sannsynlegvis vil gje litt dårlegare sikkerheit dersom føringskanten vert kutta, men at forverringa truleg vil vere marginal. Samtidig er ikkje vår kunnskap om dei føreliggande ulykkesdataa god nok for å kunne vurdere meir konkret korleis endring ein vil få i talet på drepne og hardt skadde. Det fyrste ein må gjere i eit eventuelt vidare arbeid med denne idéen er difor å gå grundigare gjennom dei føreliggande ulykkesdataa og å få opp estimat på korleis desse tala vil endre seg. Då fyrst har ein eit godt nok grunnlag for å vurdere om det faktisk har marginal betydning for trafiksikkerheita å kutte ut føringskanten eller ikkje.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Betongbehov per meter tosidig føringskant er om lag 0,58 kubikkmeter. Samtidig som dette vert redusert, vil ein få betongforbruk tilsvarende  $\frac{1}{4}$  av dette til å gjere sikring av sideterreng. Ein vil også få sprøytebetongbruk til auka omfang av vass- og frostsikring. Med føresetnad om at 80 % av tunnallengda har behov for vass- og frostsikring vil dette gje auka forbruk av 0,18 kubikkmeter sprøytebetong per meter i snitt. Samla fører dette til at betongforbruket vert redusert med om lag 0,26 kubikkmeter per løpemeter. For 58 kilometer tunnel svarar dette like over 15 000 kubikkmeter redusert betongforbruk, og dette gir eit potensiale for klimagassreduksjon på om lag 5 430 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Redusere høgda på føringskant**

N500 stiller krav om at føringskant i tunnel skal vere 90 centimeter høg. Arbeidsgruppa meiner at høgdekravet bør reduserast dersom sikkerheita vert tilfredsstillande vareteken. Til grunn for dei vidare drøftingane her har me lagt til grunn eit nytt høgdekrav på 80 centimeter. Forslaget vil både redusere kostnadar og miljøulempene med å etablere føringskanten, men også gjere det mogeleg å tilfredsstille kravet til høgde for betening og visuell informasjon på nødtelefonar og brannsløkkingsapparat.

Kravet til høgde for betening og visuell informasjon på nødtelefonar og brannsløkkingsapparat er maksimum 120 centimeter av omsyn til universell utforming. Størrelsen på teknisk utstyr gjer at dette ikkje er mogeleg å tilfredsstille dersom føringskanten er 90 centimeter høg. Praxis er difor at det vert søkt om fråvik for å plassere utstyret litt høgare, og det er presedens for at slike fråvikssøknadar godkjennast av Vegdirektoratet.

Arbeidsgruppa meiner som sagt at dersom ein har god sikkerheit med høgde på føringskanten på 80 centimeter, så er dette ei betre løysing enn å plassere nødstasjojnane høgare, ettersom ein då tilfredsstiller krava til universell uforming, samtidig som kostnadar og klimagassutslepp vert redusert. Dersom 80 centimeter høg føringskant gjev uakseptabel sikkerheit, meiner arbeidsgruppa at kravet til høgde for betening og visuell informasjon på nødtelefonar og brannsløkkingsapparat bør endrast til 130 centimeter, slik at ein slepp å søke om fråvik for å kunne etablere den løysinga som ut frå tekniske forhold er nødvendig og som er er presedens for at Vegdirektoratet godkjenner.



Figur 9: Føringskant er i praksis eit betongrekkverk som vert etablert langs tunnelveggen. Her frå bygginga av E134 Mælefjelltunnelen. (Foto: Tor Arvid A. Gundersen, Statens vegvesen.)

#### Konsekvensar for utbygging:

Viss føringskanten er 80 centimeter, i staden for 90 centimeter, kan ein anslagsvis redusere betongvolumet med 10 %. Tilsvarende vil ein også få reduserte kostnader med tilbakefylling. Kostnadsreduksjonen anslår me til om lag 5 %, ettersom det også er ein del faste kostnader som ikkje vert påverka av redusert høgde. Innsparinga vil vidare bli litt avkorta av at ein lågare føringskant kan auke behov for sprutebetong for å dekke PE-skum. Ut frå dette estimerer me at kostnadsreduksjon vil vere om lag 500 kroner per meter tunnel. Endringa vil komme til anvending på om lag 69 kilometer tunnel i tunnelklasse B og C, slik at ein på porteføljenivå får eit innsparingspotensiale på om lag 35 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Ingen.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Redusert høgde på føringskanten kan auke konsekvensane ved ei utforkøyring. Det må difor gjerast nærare undersøkingar av sikkerheitskonsekvensane av forslaget. Bruk av simuleringar, jamfør N101 krav 1.4-3, kan vere veileigna i denne situasjonen.

For det sekundære forslaget (endre høgdekravet for betening og visuell informasjon på nødtelefonar og brannsløkkingsapparat til 130 centimeter), er vurdering vår er at ettersom dette er den løysinga det er presedens for å etablere i dag, vil ikkje dette i praksis innebere noko forverring av sikkerheita.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Redusert høgde på føringskanten gjev redusert behov for betong og redusert arbeid med og forbruk av massar til tilbakefylling. Samtidig vil noko av gevinsten bli avkorta av auka sprøytebetongbehov til vass- og frostsikring. Når dette vert omsynteke er reduksjonen på om lag 13 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per

meter tunnel. Dette gjev potensiale for utsleppsreduksjon på om lag 900 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar på porteføljnivå.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

#### **Tillate sprøytebetong over PE-skum/membran i tunnelklasse D og E**

Vegnormal N500 stiller krav om at vass- og frostsikringskonstruksjon i tunnelklasse D og E skal vere veggelement isolert med XPS i vegg og PE-skum og sprøytebetong i heng (eventuelt bruk av membran i staden for XPS/PE-skum ved låge frostmengder). Arbeidsgruppa meiner at N500 bør tillate å bruke PE-skum med sprøytebetong som vass- og frostsikring i heile tunnelen sin omkrins i tunnelklasse D og E, slik ein gjer i tunnelklassane A, B og C.



*Figur 10: Rv. 5 Kjøsne tunnelen er døme på tunnel der vass- og frostsikring er utført ved hjelp av PE-skum og sprøytebetong ved behov/der det er innlekkasje (foto: Atle Johnny Rygg, Statens vegvesen).*

#### Konsekvensar for utbygging:

Ei løysing med betongelement er dyrare enn sprøytebetong. Årsakene til dette er:

- Samanlikna med betongelement, vil ein få ein liten, men ikkje ubetydeleg, reduksjon i betongbruk for den enkelte kvadratmeteren med tunnel som skal vass- og frostsikrast.
- Dersom ein fyrst har ei løysing med betongelement, så må ein etablere denne gjennom heile tunnelen, medan PE-skum monterast etter behov.
- Som følgje av at elementa er prefabrikerte, har desse både høgare produksjons- og transportkostnad enn sprøytebetong.
- Det er meir arbeidssamt å montere element enn å påføre sprøytebetong, sjølv om sistnemnde løysing krev at ein må etablere føringskant. Dette gjeld både generelt, men spesielt er det ein effektivitetsgevinst knytt til at sprøytebetong både i heng og vegg kan påførast i same operasjonen.

Ei ulempe med PE-skum dekket med sprøytebetong, er at veggane gjev litt mindre lysrefleksjon enn betongelement. Dette kan gje behov for eit litt sterkare lysanlegg for å få tilfredsstillande belysningstekniske krav. Denne meirkostnaden vurderast å vere marginal.

At ein i regelverket opnar for å kunne utføre heile tunnelkvelinga med sprøytebetongbasert vass- og frostsikring vil ut frå dette kunne gje store innsparingar. Arbeidsgruppa sitt anslag er at potensialet for kostnadsreduksjon er om lag 7 000 kroner per meter tunnellopp. Med 164 kilometer tunnellopp i tunnelklasse D og E svarar dette til eit potensiale på om lag 1 148 millionar kroner på porteføljnivå.

(Dette kostnadsestimatet tek utgangspunkt i at betongelement har 12 centimeter tjukkelse, jamfør drøfting av dette tidlegare i rapporten).

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Samla vurdering er at dei negative konsekvensane dette forslaget vil gje for drift- og vedlikehald er små. Ein vil få ei litt ruare overflate enn om ein har betongelement og difor kan behovet for tunnelvask auke litt. Viss det er behov for eit litt sterkare lysanlegg kan straumkostnadane få ei liten auke.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

I den grad ein aukar behovet for tunnelvask, kan ein få større omfang av periodar med trafikkregulering. I kva grad dette er eit problem er også knytt til kva omkøyringsmogelegheit den enkelte tunnel har. Omfanget av tunnelvask er likevel vurdert å auke så lite at forverringa for framkommelegheita vurderast som marginal.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Som grunnlag for berekning av endring av klimagassutslepp føreset me at det er behov for å vass- og frostsikre 80 % av tunnelvolumet og at det kan nyttast membran i staden for PE-skum på 25 % av det som skal vass- og frostsikrast. For løysing med sprøytebetong vil det då i snitt vere eit utslepp på 300 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp knytt til tunnelveggen som alternativ sikrast med element.

Betongelement gjev utslepp på 473 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp, når desse er 12 centimeter tjukke. Ved bruk av element må heile tunnelen vass- og frostsikrast.

På porteføljnivå fører dette til eit potensiale for utsleppsreduksjon på om lag 28 370 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Fjerne krav om betongelement i innkøyringssona for tunnelklasse C**

Vegnormal N500 stiller krav om å nytte betongelement som vass- og frostsikringskonstruksjon i innkøyringssona for tunnelar i tunnelklasse C (ÅDT 4 000 – 8 000). Lengda på innkøyringssona bereknast i det enkelte tilfelle ut frå belysningstekniske føresetnader, men i praksis er det behov for element over ei strekning på om lag 150 meter i kvar ende av tunnelen. Vidare innover i tunnelen er løysing PE-skum (evnetuelt membran) dekket med sprøytebetong.

Arbeidsgruppa meiner at kravet er kostbart, relativt sett, utan at det gjev nokon særskilde fordelar, og at det difor bør fjernast frå vegnormalen.

#### Konsekvensar for utbygging:

Vass- og frostsikring med betongelement er dyrare enn sprøytebetong, som gjort greie for i det forrige forslaget som er presentert i denne rapporten. For vass- og frostsikring i innkøyringssona vil det likevel redusere kostnadsskilnaden at det uansett vil vere behov for 100 % vass- og frostsikring her. Samtidig aukar det kostnaden at kvantummet av betongelement som skal produserast og monterast i den enkelte tunnel er lite. Arbeidsgruppa sitt anslag er at potensialet for kostnadsreduksjon er om lag 9 000 kroner per meter tunnellopp der ein kan byte ut element med sprøytebetongløysing for veggane.

Viss ein legg til grunn at ein kan byte vass- og frostsikringsløysing over ei lengde på 150 meter i kvar ende av tunnelane og at det er to tunnelar i porteføljen som er i tunnelklasse C, så vil ein på porteføljenivå ha eit potensiale for kostnadsreduksjon på om lag 5 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Samla vurdering er at dette forslaget ikkje gjev negative konsekvensar for drift- og vedlikehald. Sidan strekningane med element uansett er svært korte, vil det ikkje bli auka behov for tunnelvask, som følgje av at sprøytebetong gjev ei litt ruare overflate enn betongelement. Eit eventuelt behov for litt sterkare lysanlegg vil heller ikkje påverke driftskostnadane i merkbar grad.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Sjølv om tunnelmunningsområdet over tid har vore peika på som eit område for opphoping av trafikkulykker, vil det etter arbeidsgruppa sitt syn likevel ikkje gje dårlegare trafiksikkerheit om ein ikkje etablerer betongelement i innkøyringssona. Geometrisk utforming og sikt vil vere uforandra, og det er funksjonelle krav til lysmengde, slik at sannsynet for ulykker vert uendra, samtidig som det er føringskant som sikrar trafikantane mot alvorlege konsekvensar ved utforkøyringsulykker.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

I innkøyringssona er det behov for å vass- og frostsikre 100 %. For løysing med sprøytebetong vil det då bli eit utslepp på 398 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp knytt til tunnelveggen, som alternativ sikrast med element. Betongelement gjev utslepp på 473 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnellopp, når desse er 12 centimeter tjukke.

For ei lengde på 150 meter i kvar ende av tunnelane og med to tunnelar i porteføljen som er i tunnelklasse C, så vil ein på porteføljenivå ha eit potensiale for utsleppsreduksjon på 50 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Forbetre og tydeleggjere krav om sløkkevatn og vurdere alternative sløkkemiddel**

Dette forslaget omfattar tre ulike delforslag som er presentert individuelt i det vidare. Deretter er det gjort ei samla konsekvensvurdering for dei tre ulike delforslaga.

#### 1) Ikkje stille strengare krav til sløkkevatn i vegnormal N500 enn tunnelsikkerheitsforskrifta

Tunnelsikkerheitsforskrifta stiller desse krava til sløkkevatn: «Det skal finnes vannforsyning i alle tunneler. ... Dersom vannforsyning ikke er tilgjengelig, er det påbudt å sikre at tilstrekkelig

vannmengde er tilgjengelig på annen måte». Vegnormal N500 har derimot eit strengare krav og seier: «Det skal finnes vannforsyning med kommunalt trykksatt vann». Fram til 2022 var kravet i N500 likelydande med forskrifta sitt krav.

Arbeidsgruppa meiner generelt at det er liten nytte i å etablere sløkkevatn i den enkelte tunnel, samtidig som det er nokså kostbart. Difor er vår vurdering at kravet som er stilt om sløkkevatn i tunnelsikkerheitsforskriftene er uheldig. Likevel har me lagt til grunn at endring av forskriftene, og bakanforliggjande direktiv, ikkje er ei reell mogelegheit, som nemnd innleiingsvis i rapporten. Difor har me ikkje gått nærare inn på dette her.

Med dette premisset lagt til grunn, er gruppa si vurdering at kravet til sløkkevatn i N500, som følgjande gjeld nye tunnelar, iallfall ikkje bør vere strengare enn forskriftene. Særleg er det uheldig at slik kravet no står formulert i N500, så er det kategorisk at det skal vere kommunal vassforsyning, også i dei tilfella der dette etter tunnelsikkerheitsforskrifta er utilgjengeleg.

Når dette er sagt så skal det til forsvar for N500 påpeikast at det er mogeleg å søke om fråvik frå kravet (så langt at ein ikkje bryt forskriftskravet). Praxis er likevel at fråvik sit langt inne for det enkelte prosjekt, og allmenn regelverksforståing tilseier at det berre vil vere aktuelt å søke fråvik når ein i svært stor grad overskrider det som forståast som ein normalsituasjon som er innanfor rammene til normalen.

Oppsummert er det arbeidsgruppa si meining at det ikkje bør settast nokon krav om sløkkevatn i N500, men at ein lét tunnelsikkerheitsforskrifta sine krav vere gjeldande.

## 2) Tydelegare tolking av tunnelsikkerheitsforskrifta sine krav til sløkkevatn

Arbeidsgruppa meiner også at det uansett kva krav som vert stilt i N500, er viktig å gjere ei meir presis tolking av tunnelsikkerheitsforskriftene sine krav om sløkkevatn, enn det som er presentert i tolking frå juni 2022 og som ligg ute på [Statens vegvesen sine nettsider](#).

Sjølv om det må gjerast konkrete vurderingar ut frå særtrekka til den enkelte tunnel, burde Vegdirektoratet mellom anna kunne presentert tydelegare når dei tenker at vassforsyning er tilgjengeleg og ikkje, som støtte til vurderingane som skal gjerast i prosjekta. Det kan gjerne tenkast at Vegdirektoratet kunne supplert vurderingane med konkrete døme på når ein har komme til at vatnet er tilgjengeleg/ikkje er tilgjengeleg.

Vidare bør Vegdirektoratet også vere konkrete i si forskriftstolking på kva som er tilstrekkeleg vassmengde som må sikrast, for dei situasjonane der det ikkje er sløkkevatn tilgjengeleg. I vurderingane av dette må ein også ta opp i seg at bilparken er i endring med ein stor andel elektriske kjøretøy. Etter arbeidsgruppa sitt syn bør dette vere nokså enkelt å definere og det bør vere relativt uavhengig av forhold knytt til den enkelte tunnel. Her meiner me at det bør kunne fastsettast ein generell kapasitet ut frå eit dimensjonerande brannscenario og allminneleg utrusting som brannvesen har.

## 3) Vurdering av om nye sløkkemetodar gjev rom for å lempe på krava til sløkkevatn

Angående sløkkevatn meiner arbeidsgruppa til slutt at kravet i forskrifta tydeleg baserer seg på at vatn vert nytta som sløkkemiddel. I lys av at direktivet som ligg til grunn for forskriftene, vart laga for om lag 20 år sidan, etterlyser me at Vegdirektoratet gjer vurderingar av om teknologisk utvikling tilseier at forskrifta sine krav om sløkkevatn dels kan settast til side. Sjå dette i samanheng med forskrifta § 11 som seier: «For å gjøre det mulig å ... bruke nyskapende sikkerhetsprosedyrer som gir et vernnivå som er likeverdig med ... teknologi fastsatt i forskriften, kan Vegdirektoratet ... gjøre unntak fra kravene i denne forskriften ...». Vårt inntrykk er at moderne løysingar for sløkking, til dømes bruk av skum, kan gje grunnlag for at Vegdirektoratet, iallfall delvis, kan tilsidesette kravet om

sløkkevatn. Arbeidsgruppa meiner dette er noko som bør arbeidast vidare med. Også her må ein ta omsyn til at køyretøyparken er i endring og at det vert stadig færre fossilbilar på vegane våre.



Figur 11: Frå brannøving i E16 Lærdalstunnelen (foto: Silje Drevdal, Statens vegvesen)

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom ein ikkje etablerer sløkkevatn i ein tunnel estimerer me at dette vil gje ei innsparing på om lag 5 millionar kroner per kilometer tunneløp. I dette estimatet er det omsyneteke at ein då vil få nokre kostnader knytt til utrusting av brannvesenet med kompensierende tiltak.

Vidare antek me at om lag ein fjerdedel av portefølja vår ville fått godkjent fråvik for å ikkje etablere sløkkevatn grunna utilgjengelegheit. Her vil det då ikkje vere tale om noko gevinst ved ei regelverksendring. Då vil det vere eit innsparingspotensialet kynttt til om lag 179 kilometer tunneløp, og dette gir at det samla potensialet for kostnadsreduksjon på porteføljnivå er på om lag 874 millionar kroner.

I tillegg til reduserte kostnader, vil ein også få ein redusert byggetid, ettersom fleire aktivitetar knytt til å etablere vassforsyning vil ligge på kritisk linje. Reduksjon i byggetid antakast likevel å vere relativt liten.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Der ein unngår sløkkevassystem i tunnelane vil ein også sleppe tilsyn, drift og vedlikehald av dette systemet. Spesielt vil det vere kostnader knytt til å sikre at hydrantar/brannuttak er i stand til ei kvar tid, men også til sjølvle vassleidinga dersom kommunen ikkje aksepterer å ha eigarskapet og driftsansvaret for denne.

Noko av gevinsten for drift og vedlikehald kan bli avkorta av at ein må bidra med finansiering av nytt utstyr til brannvesenet med jamne mellomrom.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Arbeidsgruppa si vurdering er at ein kan oppnå god sikkerheit viss ein baserer seg på at brannvesenet har med seg sløkkemiddel inn i tunnelane, i staden for å etablere fast vassforsyning. I verste fall

vrderer me at sikkerheita vert marginalt forverra for den enkelte nye tunnel som vert etablert viss ein legg opp til ei slik løysing.

Når ein skal vurdere sikkerheitskonsekvensane er det viktig at ein har eit vidare perspektiv enn å berre sjå på den enkelte nye tunnel som skal byggast. Det er eit stort omfang eksisterande tunnelar i Noreg og dei aller fleste av desse har ikkje, og vil aldri få, innlagt sløkkevatn. Viss det då vert bygt ein ny tunnel i det same området som ein eksisterande tunnel utan vassforsyning, og ein for den nye tunnelen utrustar brannvesenet med moderne sløkkeløysingar i staden for å innstallere sløkkevatn, vil dette også komme til nytte for den eksisterande tunnelen. Ein sløkkevassleidning i den nye tunnelen vil derimot berre komme til nytte i denne.

Ut frå dette er vår vurdering at den samla sikkerheita for trafikantane vil bli betre viss ein baserer seg på utrusting av brannvesenet heller enn etablering av sløkkevatn i nye tunnelar.

Viss ein tek eit endå vidare perspektiv vil utrusting av brannvesenet også kunne gje auka sikkerheit for befolkninnga gjennom betre gjennomføring av annan branninnsats, som til dømes sløkking av bustadbrannar.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Viss ein ikkje har eit sløkkevassystem som skal sjåast til, driftast og vedlikehaldast vil ein også unngå tunnelstengingane som dette kan føre med seg. I eit overordna perspektiv er dette likevel ein marginal konsekvens for framkommelegheita.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Dersom ein ikkje etablerer sløkkevatn i ein tunnel estimerer me at dette vil gje ei innsparing på om lag 10 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnelløp. Til grunn for dette estimatet ligg det at ein får redusert grøftetverrsnitt med 0,5 kvadratmeter (4 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar reduksjon) og at vassleidning utgår (6 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar reduksjon). Vidare vil ein også få nokre utslepp knytt til produksjon og montering av andre VA-komponentar, men desse reknar me opp i opp med utslepp frå produksjon av utstyr til brannvesenet.

Viss regelverksendringa er aktuell for 175 kilometer tunnelløp, som drøfta over, er det samla potensialet for utsleppsreduksjon på porteføljnivå om lag 1 750 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **Fjerne krav om at nødstasjon ved havarilommer skal vere montert i kiosk**

Nødstasjonar skal etablerast kvar 125. meter i tunnelar. Då vert desse i utgangspunktet etablerte som skåp på tunnelveggen. Ved havarilommer stiller vegnormal N500 eit særskild krav om at nødstasjonar skal etablerast som kiosk. Arbeidsgruppa meiner at skåp også vil vere ei tilfredsstillande løysing ved havarilommer og at kravet om etablering som kiosk bør fjernast.

Arbeidsgruppa er kjend med at Vegdirektoratet har ein etablert praksis med å godkjenne fråvik frå dette kravet, og me meiner dette skaper presedens for at regelen bør fjernast.





Til venstre: Nødstasjon etablert som skåp på tunnelveggen (foto: Tomas Rolland, Statens vegvesen).

Til høgre: Nødstasjon etablert som kiosk ved havarilomme (foto: Atle Johnny Rygg, Statens vegvesen).

#### Konsekvensar for utbygging:

Å erstatte kiosk med skåp gjer for det fyrste at sjølve nødstasjonen vert rimelegare. I tillegg vil ein unngå å måtte sprengje ut nisje i fjellet for å få plass til nødkiosken. For kvar nødkiosk ein erstattar med nødskåp anslår arbeidsgruppa at kostnadsreduksjonen er om lag 200 000 kroner. I portefølja inngår om lag 514 havarilommer, slik at det samla potensialet for kostnadsreduksjon vert om lag på om lag 103 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Litt enklare, og følgjande rimelegare, å gjennomføre drift og vedlikehald når alle nødstasjonane er utført likt i ein tunnel.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Når ein har nødkiosk må føringskant/veggelement tilpassast dette. Ei slik tilpassing skapar eit påkøyrsefarleg sidehinder. Sannsynet for å få ei utforkøyring slik at ein akkurat treff desse punkta er likevel svært liten, så dette vurderast ikkje å gje ein reell risikoauke.

I ein eventuell brannsituasjon kan det vere positivt at ein ikkje har kioskar, ettersom desse kan bli nytta til å søke tilflukt i, utan at dei gjev ei reell sikring.

Det kan diskuterast om ein ved høge trafikkmengder og/eller når ventilasjonsanlegget går, kan ha vanskar med å høyre i nødstasjonen sin telefon når ein har nødskåp. Vurderinga vår er likevel at dette i praksis ikkje vil føre til forverra sikkerheit ettersom det viktigaste for sikkerheita er å få gitt ei varsling om at noko skjer. Slik varsling vert gitt i det ein løftar av røyret. Det at så mykje som 3 av 4 nødstasjonar i nye tunnelar allereie skal etablerast som skåp etter dagens regelverk, underbygger at støy ikkje er ei reell problemstilling.

Samla sett vurderer arbeidsgruppa at det ikkje vil påverke sikkerheita negativt om nødstasjon ved havarilomme vert montert i skåp i staden for kiosk.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Volumet fjell som må sprengast ut vil bli litt redusert og det vil bli litt mindre materialbruk, når nødstasjon etablerast som skåp i staden for kiosk. Dette vil gje utsleppsreduksjonar, men fordi VegLCA ikkje har utsleppsfaktorar for nødstasjonar og det heller ikkje har lykkast å finne EPD'ar for slike, har ikkje arbeidsgruppa føresetnadar for å vurdere kor stor reduksjonen vil vere.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen og dette vil redusere negative konsekvensar for ytre miljø, men forbetringa vurderast som marginal.

### **Redusere krava til sikkerheitsutrusting for tunnelklasse E**

Ved ÅDT 12 000 – 50 000 har ein tunnelklasse E. I forhold til tunnelklassar med lågare trafikkmengde, er det her krav om at tunnelen skal ha to løp. To løp gjev ein stor sikkerheitsgevinst, både kva gjeld trafiksikkerheit, men også sikkerheit viss ein brann oppstår. Nokre få sikkerheitstiltak er det difor lemplegare krav til i tunnelklasse E i forhold til D. Arbeidsgruppa meiner likevel at krava til sikkerheitstiltak for tunnelklasse E kan reduserast ytterlegare. Arbeidsgruppa ser blant anna potensiale i at avstanden mellom nødutgangar settast til 500 meter (likelydande med TSF) i staden for 250 meter og at avstanden mellom havarilommer aukast til 750 meter, i staden for 500 meter.

#### Konsekvensar for utbygging:

Å etablere tverrslag for nødutgangar er relativt arbeidssamt. Ofte får ein også behov for meir omfattande fjellsikring i samband med desse. I tillegg skal det etablerast brannsikre veggjar med dører og tverrslaget skal elles innreiast på eigna vis. Difor er det nokså kostbart å etablere slike og me estimerer ein stykkpris på om lag 2 millionar kroner per nødutgang. På porteføljenivå er det om lag 77 kilometer tunnel i tunnelklasse E. Dersom ein aukar avstanaden mellom nødutgangar for desse tunnelane frå 250 til 500 meter, vil ein få 155 færre nødutgangar, og dette gir eit innsparingspotensiale på 310 millionar kroner.

Å auke havarilommeavstanden til 750 meter estimerer me at vil gje ein reduksjon i meterprisen for kvart tunnellopp på om lag 600 kroner. Med 144 kilometer tunnellopp inneber dette eit innsparingspotensiale på om lag 86 millionar kroner på porteføljenivå.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Med færre nødutgangar og færre havrilommer, vil ein få eit mindre omfang av vegareal, kvelving, tekniske komponentar og anna som skal driftast og vedlikehaldast, og dette gjev litt reduserte drift- og vedlikehaldskostnadar.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Sjølv om nødutgangar kan betre sikkerheita viss brann oppstår, meiner arbeidsgruppa at at auka avstand mellom nødutgangane til 500 meter ikkje gir noko forverring av sikkerheita.

Når me vurderer det slik, tek me utgangspunkt i at dei som køyrer framfor ein brann, vil køyre frå brannen/røyken og ut av tunnelen, utan å oppdage eller bli påverka av denne. Vidare går brannventilasjonen i same retninga som trafikken og dei som køyrer inn mot brannen kan stoppe oppstraums for denne på ein sikker måte og utan fare for å bli innhylla i røyk. Desse vil i praksis ikkje ha behov for å komme seg over til motsett tunnellopp i det heile, men kan evakuere utatt den vegen

dei kom inn i tunnelen. Arbeidsgruppa meiner ut frå dette at det difor kunne vore interessant å drøfte om det i det heile trengst nødutgangar i toløpstunnelar, men her er forslaget likevel ein avstand mellom nødutgangane på 500 meter, etter som dette er eit krav som er gitt i tunnelsikkerheitsforskrifta.

Å få auka avstand mellom havarilommer spelar fyrst og fremst inn på trafiksikkerheita, ettersom faren for at eit havarett køyretøy vert ståande i vegbana aukar. Men fordi ein moderne vegtunnel i dette trafikksegmentet har videoovervaking, automatisk hendingsdetektering og køyrefeltsignal, vil det gå raskt å få varsla andre trafikantar og å få stengt køyrefeltet som havarett køyretøy står i. Samtidig er det også ei barriere mot at hendingar oppstår at belysning og siktforhold i nye tunnelar er svært god og at moderne køyretøy på eige initiativ stoppar når det er hindringar i vegen. Samla vurderer difor arbeidsgruppa at det ikkje vil påverke trafiksikkerheita i nemneverdig grad, at ein har har noko større avstand mellom havarilommene.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Noko auka hyppigheit av køyretøystans i køyrefelt og behov for innsnevring som følgje av auka havarilommeavstand vil kunne inntreffe, men likevel vil dette skje så sjeldan og det vil gå såpass kjapt å gjenopprette normalsituasjon, at negative konsekvensar for framkommelegheita som følgje av dette forslaget må reknast som marginale.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Viss ein etablerer færre nødutgangar og havarilommer vil ein få mindre volum fjell som skal sprengast ut, redusert massetransport, redusert omfang fjellsikring og redusert omfang vass- og frostsikring. Dette reduserer klimagassutsleppa.

For kvart tverrslag ein unngår reduserer ein utsleppa med om lag 15 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. På porteføljnivå gjev dette potensiale for å redusere klimagassutsleppa med om lag 1 330 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Tilsvarande vert det ein reduksjon i utsleppa på om lag 31 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar for kvar havarilomme ein unngår. På porteføljnivå gjev dette potensiale for å redusere klimagassutsleppa med om lag 2 980 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen og dette vil redusere negative konsekvensar for ytre miljø.

### **Større avstand mellom havarilommer for tunnelklasse C og D**

Tunnelklasse B har maksimal avstand på 500 meter mellom havarilommene. Tunnelklasse C har tilsvarande 375 meter og tunnelklasse D har 250 meter som krav. Både som følgje av at alle tunnelar i klasse C og D med lengde over 3 kilometer har videoovervaking og automatisk hendingsdeteksjon, at belysning og siktforhold i nye tunnelar er svært god og at moderne køyretøy på eige initiativ stoppar når det er hindringar i vegen, gjer at arbeidsgruppa meiner det er naturleg å lempe på krav til avstand mellom havarilommene for tunnelklasse C og D, slik at det også for desse klassane vert eit krav om 500 meter som maksimumsavstand.



Figur 12: Havarilommer gjer det mogeleg for trafikantar som får problem med køyretøya sine å stoppe utanfor vegbana. Her frå E18 Bambletunnelen. (Foto: Statens vegvesen.)

#### Konsekvensar for utbygging:

For tunnelklasse C kan ein oppnå ein reduksjon i meterprisen for tunnel på om lag 700 kroner viss ein aukar havarilommeavstanden til 500 meter. Tilsvarande vil ein ved å auke minimumstavstanden for tunnelklasse D til 500 meter spare om 2 100 kroner per meter.

I portefølja inngår det 11 kilometer tunnel i klasse C og 20 kilometer i klasse D. På porteføljenivå får ein ut frå dette eit totalt potensiale for kostnadsreduksjonar på om lag 50 millionar kroner.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Litt reduserte kostnadar, ettersom det er færre havarilommer, mindre veg-, vegg- og hengareal som skal driftast og vedlikehaldast.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Å få auka avstand mellom havarilommer spelar fyrst og fremst inn på trafiksikkerheita, ettersom faren for at eit havarert køyretøy vert ståande i vegbana aukar. Men fordi ein moderne vegtunnel i dette trafikksegmentet ofte har videoovervaking og automatisk hendingsdetektering, vil det gå raskt å både varsle andre trafikantar og stenge tunnelen. Samtidig er det svært lite sannsyn for at eit havarert køyretøy i vegbana fører til ei trafikkulykke ettersom belysning og siktforhold i nye tunnelar er svært gode og fordi moderne køyretøy på eige initiativ stoppar når det er hindringar i vegen. Samla vurderer difor arbeidsgruppa at det ikkje vil påverke trafiksikkerheita i nemneverdig grad, at ein har har noko større avstand mellom havarilommene.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Sjølv om framkommelegheita kan bli dårleg når ein har køyretøystans i køyrefelt, så vurderer me frekvensen mellom slike hendingar til å vere så låg at forverringa i framkommelegheit er for marginal å rekne.

### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Viss ein etablerer færre havarilommer vil ein få mindre volum fjell som skal sprengast ut, redusert massetransport, redusert omfang fjellsikring, redusert omfang vass- og frostsikring og redusert volum overbygning. Dersom krav til avstand mellom havarilommer vert endra til 500 meter i tunnelklasse C og D, vil ein få ein reduksjon på 33 kg og 99 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per meter tunnel i høvesvis klasse C og D. På porteføljenivå gir dette eit potensiale for å redusere klimagassutsleppa med om lag 2 340 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

### Konsekvensar for ytre miljø:

Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen, men reduksjonen er for marginal å rekne i denne samanhengen.

### **Redusere krav til høgde for skilting av nødstasjon**

For tunnelar med føringskant, vert nødstasjonen etablert i eit skåp oppå denne. Skilting av nødstasjonen skal gjerast ved å henge opp skilt over nødstasjonen, for å tilfredsstille N300 sitt krav om at det skal vere 1,3 meter opp til underkanten til skiltet.

Arbeidsgruppa meiner at det bør gjerast ei endring av N300, slik at nødstasjon kan skiltast ved å montere skiltplate på/som del av nødstasjonen, til dømes ved bruk av såkalla plogskilt. I mange tunnelar er dette gjort, men dette er då i strid med reglane, noko som i seg sjølv er uheldig. Samtidig gjev dette god kunnskap om at nødstasjonane likevel får god og tydeleg skilting.

(Forslaget er ikkje relevant for tunnelar med veggelement. Dette fordi nødstasjonen då er felt inn i elementet og det då berre er aktuelt med overhengande skilt.)



*Figur 13: E10 Trældaltunnelen der det er montert skilt på nødstasjonen, i staden for overhengande skilt. Synlegheita for trafikantane er etter arbeidsgruppa si vurdering like god med denne løysinga. (Foto: Tomas Rolland, Statens vegvesen.)*

### Konsekvensar for utbygging:

Fordi nødstasjonssystemet (skåp og skilt) vert litt meir kompakt, vert kabelbehovet litt redusert. Vidare vil ein få felles oppfesting av nødstasjon og skilt, og dette vil redusere både behovet for utstyr til oppheng og tida montering av nødstasjonsskilt tek. Samla vil dette gi ein ein liten

kostnadsreduksjon. Arbeidsgruppa er usikre på kor stor reduksjonen vil vere, men anslår at det kan vere tale om omtrent 2 000 kr per nødstasjon. For 69 kilometer med tunnel (som har vass- og frostsikrings-løysing med føringskant) og med ein innbyrdes nødstasjonsavstand på 125 meter, vil ein på porteføljnivå ha eit potensiale for kostnadsreduksjon på om lag 1 million kroner.

Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Enklare reingjering og ei meir beskytta plassering og utforming av skilta gjer at drift og vedlikehald vert litt rimelegare.

Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen

Konsekvensar for klimagassutslepp:

Fordi nødstasjonssystemet (skåp og skilt) vert litt meir kompakt vert kabelbehovet litt redusert. Vidare vil ein få felles oppfesting av nødstasjon og skilt, og dette vil redusere behovet for utstyr til oppheng. Samla vil dette gi ein ein liten reduksjon i klimagassutslepp, men arbeidsgruppa har ikkje grunnlag for å kvantifisere reduksjonen.

Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

**Følgje tunnelsikkerhetsforskrifta sine krav til ITV og AID og fjerne krav om PA-anlegg**

Tunnelsikkerhetsforskrifta stiller krav om videoovervakingsystem (ITV) og system for automatisk hendingsdetektering (AID) for tunnelar som er lengre enn 3 kilometer og som har ÅDT > 4 000. Det er ikkje krav i forskrifta om å etablere public adress-anlegg (PA-anlegg). Eit PA-anlegg er eit system som skal bruke lyd- og lyssignal for å leie trafikantane i sikraste evakueringsretning. Systemet er i hovudsak for gåande, medan trafikkantar i køyretøy fyrst og fremst vil bli informert gjennom innsnakk via DAB.

Krava i vegnormal N500 er ganske like med tunnelsikkerhetsforskrifta sine krav når det gjeld ITV og AID, men har i tillegg med at tunnelar med ÅDT 300 – 4000 også skal ha slikt utstyr dersom dei er lengre enn 5 kilometer. Vidare stiller vegnormalen krav om å montere PA-anlegg i eittløpstunnelar som er lengre enn 3 kilometer og har ÅDT > 4 000 og tunnelar med ÅDT 300 – 4000 som er lengre enn 5 kilometer.

Arbeidsgruppa meiner at når ein ser trafikkmengde og sannsynet for at hendingar oppstår i samanheng med varslingsmogelegheiter som nødstasjon, mobiltelefon og SOS-knapp i køyretøy gjev, så er det ikkje gode grunnar til at N500 skal ha lågare innslagspunkt for ITV og AID enn tunnelsikkerhetsforskrifta. Difor meiner me at kravet om å montere slikt utstyr ved ÅDT 300 – 4 000 og tunnallengde > 5 kilometer bør fjernast.

Sannsynet for at ein brann oppstår i tunnel er lite, og når ein samtidig ser på korleis situasjonen har vore i dei brannane ein har hatt i norske tunnelar, tvilar me også på om eit PA-anlegg gjev noko reell sikkerheitsgevisnt, også ved ÅDT > 4 000. Me meiner difor at kravet om å montere slikt anlegg bør fjernast heilt frå vegnormalen.

#### Konsekvensar for utbygging:

Å redusere behovet for å montere ITV og AID og å fjerne kravet om PA-anlegg vil redusere kostnader, men arbeidsgruppa har ikkje grunnlag for å vurdere kor stort innsparingspotensialet er konkret.

Samanlikna med tunnelsikkerheitsforskrifta er det likevel klårt at vegnormal N500 sine krav gir eit auka behov for å montere AID og ITV i eit relativt stort omfang. Vegnormal N500 sine krav om PA-anlegg gjer også at ein får dette i eit stort omfang. Me reknar med at potentialet på porteføljnivå iallfall er fleire titals millionar.

Å ha færre tekniske komponentar som skal fungere vil også gjere det enklare å ferdigstille tunnelen og få denne sikkerheitsgodkjent.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Reduserte kostnader, ettersom det er færre tekniske komponentar som skal driftast og vedlikehaldast. Spesielt krev AID relativt store driftsressursar, blant anna fordi desse gjev mange falske alarmer til vegtrafikksentralane.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Redusert omfang av overvaking spelar fyrst og fremst inn på trafikkikkerheita, ettersom faren for at eit havarert køyretøy vert ståande i vegbana, utan at andre trafikantar vert varsla om dette, aukar. Samtidig meiner arbeidsgruppa at andre varslingsystem gjer at ein nokså enkelt får varsla VTS om slik hending. Det er også vesentleg at trafikkmengda er relativt låg og køyretøyutviklinga gjer at ein stadig aukande del av køyretøya varslar om hindringar og stoppar på eige initiativ for slike. Samla gjev dette svært lågt sannsyn for at trafikkulykker skal oppstå og mindre bruk av overvaking vil påverke sikkerheita marginalt.

Å ikkje etablere høgtalaranlegg vil kunne spele inn på moglegheita for sjølvberging når det har oppstått brann i ein tunnel. Arbeidsgruppa si vurdering er likevel at sannsynet for at ein brann oppstår i utgangspunktet er svært lite. Vidare er det vår vurdering at det er spesielt lite sannsyn for at får ein situasjon der nokon må evakuere til fots i røyk samtidig som eit PA-anlegg bidreg til betra evakueringsevne. Ut frå dette låge sannsynet vil det i verste fall vere ei marginal forverring av sikkerheita viss ein lét vere å montere slike anlegg.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Fordi ein vil redusere omfanget av elektrokomponentar, vil det bli ein liten reduksjon i klimagassutslepp, men arbeidsgruppa har ikkje grunnlag for å kvantifisere reduksjonen.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

Ingen.

### **La funksjon avgjere avstand mellom tekniske bygg**

Nødvendig avstand mellom tekniske bygg er regulert i NEK600, som er heimla i vegnormal N600. I utgangspunktet er det gitt funksjonelle krav for det elektrotekniske anlegget som er styrande for maksimal avstand mellom bygga. Likevel finst det i tillegg absolutte maksimumskrav som må vere stetta. Krava er at innbyrdes avstand mellom tekniske bygg i tunnel maksimalt skal vere 1 200 meter og at forsyningslengde frå teknisk bygg i dagen maksimalt skal vere 600 meter. I praksis er det

mogeleg å ha langt større innbyrdes avstand inne i tunnelane og forsyningslengde frå bygg i dagen, utan at ein bryt dei nemnde funksjonskrava.

Arbeidsgruppa meiner at det er tilstrekkeleg med dei funksjonelle krava og at dei særskilde avstandskrava som ein har i tillegg bør fjernast. Basert på utgreiingar som er gjort i enkeltprosjekt kan me med stor sikkerheit seie at dette vil mogeleggjere innbyrdes avstand mellom dei tekniske bygga på minst 1 500 – 1 800 meter.

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom ein reduserer talet på tekniske bygg, får ein reduserte kostnader. Spesielt er det redusert omfang av tverrslag til å plaserere dei tekniske bygga i, inne i tunnelen, som vil slå positivt ut.

Innsparingspotensialet estimerast ved å ta utgangspunkt i at dersom ein oppnår ein innbyrdes avstand mellom tekniske bygg på 1 650 meter i gjennomsnitt, i staden for 1 200 meter, så vil ein på porteføljenivå få behov for om lag 40 færre tekniske bygg. Eit teknisk bygg inne i tunnel har ein kostnad i på om lag 9 millionar kroner. Aggregert gjev dette eit innsparingspotensiale på 340 millionar kroner på porteføljenivå.

Auka avstand mellom tekniske bygg kan gje behov for eit kraftigare kabelanlegg, noko som kan avkorte innsparingspotensialet litt. Dette vurderast likevel som marginalt i denne samanhengen.

#### Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Reduserte kostnader, ettersom det er færre tekniske komponentar som skal driftast og vedlikehaldast.

#### Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen.

#### Konsekvensar for klimagassutslepp:

Både mindre volum fjell som skal sprengast ut, redusert massetransport, redusert omfang fjellsikring, redusert omfang vass- og frostsikring og færre tekniske bygg med innhald, reduserer klimagassutsleppa. For kvart teknisk bygg i tunnel som ein unngår å bygge, vil det bli reduksjon på om lag 80 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. På porteføljenivå er det då potensiale for å redusere klimagassutsleppa med om lag 3 020 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

#### Konsekvensar for ytre miljø:

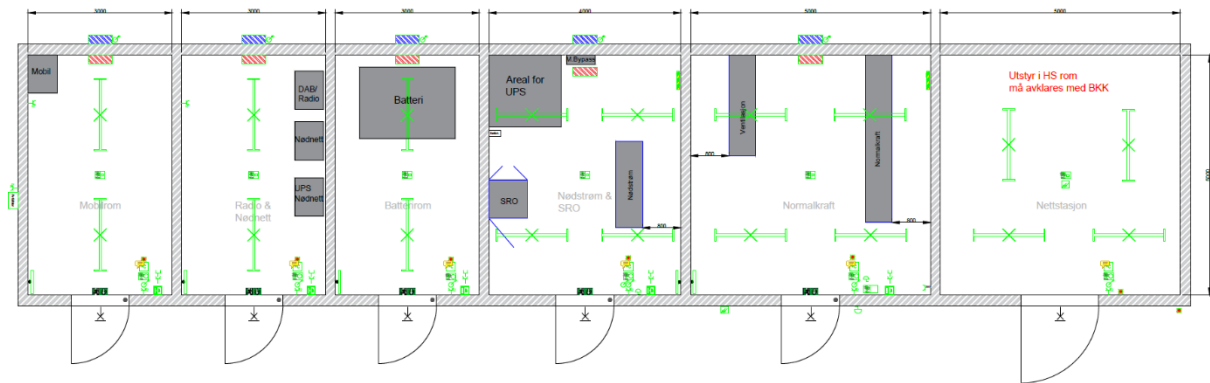
Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen og dette vil redusere negative konsekvensar for ytre miljø.

### **Gjere krava til minimumsstørrelse for teknisk bygg meir fleksible**

Dagens krav til minimumsstørrelse for tekniske bygg fører til at desse bygga vert nokså store og som oftast vert det svært god plass inni desse. Både størrelseskrav for dei enkelte romma i teknisk bygg, men også krav om at ulike funksjonar i det tekniske bygget ikkje kan dele rom, er årsaker til dette. Etter arbeidsgruppa sitt syn er det unødvendig god plass i mange tekniske bygg. Difor er det etter vårt syn mogeleg å redusere litt på størrelsen i mange situasjonar, utan at dette fører til nokon ulemper. I tillegg til at ein generelt kan redusere størrelsen til enkelte rom noko, meiner me også at



det kan vere mogeleg å samordne enkelte funksjonar i same rom, som det no er krav om å ha i separate rom.



Figur 14: Møbleringsplan for teknisk bygg i rv. 5 Kjøsne tunnelen som vart opna hausten 2022. Her har ein alle funksjonane som er aktuelle i eit teknisk bygg. (Ill.: Otera Traftec AS / Statens vegvesen.)

Éi grunngeving for at tekniske bygg skal vere veldig romslege ved nybygging, er at det skal vera plass til nytt utstyr etter at tunnelen har vore i drift ei stund. Dette framtidige utstyret kan då vere meir plasskrevjande enn dagens utstyr. Ei anna grunngeving er at ein skal kunne skifte ut utstyret med minst mogeleg ulemper for trafikantane. Det er naturlegvis ikkje vanskeleg å ha sympati for begge desse grunngevingane, men samtidig fører dei med seg ulemper som likevel tilseier at ein ikkje bør stille så strenge krav som ein gjer i dag.

Eit perspektiv som er viktig å ha med seg med omsyn til dimensjonering for framtidig utstyr er at dette berre vert gjort delvis i tunnelane. Til dømes er det ikkje restkapasitet for trekkerøyr som tilsvarar ei slik tilnærming. Det er også grunn til å spørje om det er slik at nytt utstyr som kjem i framtida nødvendigvis vil ta meir plass enn dagens utstyr? Viss me tek høgde for dette no, men den ekstra plassen ikkje er nødvendig, så er ulempene, både økonomisk og for miljøet, direkte unødvendige.

For ordens skuld presiserer me at mobiltelefonen si rolle som sikkerheitsutstyr og eventuelt innføring av 5G som nødnettssystem, vil vere ein eigen sak som må vurderast separat frå det som vert teke opp her.

#### Konsekvensar for utbygging:

Dersom ein reduserer størrelsen til tekniske bygg, vil kostnadane også bli reduserte. Den viktigaste grunnen til dette er at tverrslaga som ein plaserer tekniske bygg i vert litt mindre.

Det er mogeleg å tenke seg at ein reduserer på lengda og/eller breidda til det tekniske bygget. Som eit døme vel me her å illustrere konsekvensane ein får ved å redusere lengda frå 23 til 20 meter, men at me beheld 5 meter breidde. Dette gir ei innsparing på om lag 0,6 millionar kroner per tekniske bygg. På porteføljnivå er behov for om lag 140 tekniske bygg i tunnel, og det samla innsparingspotensialet på porteføljnivå vert om lag 83 millionar kroner.

Arbeidsgruppa meiner at ein sannsynlegvis kan redusere lengda ytterlegare og/eller redusere breidda noko, og at dette aukar innsparingspotensialet. Samtidig vil det også vere enkelte tekniske bygg som har behov for den størrelsen som dagens krav angir, og som difor ikkje vil ha nytte av reduserte krav. Samla vurderer me at desse momenta jamnar kvarandre ut.

Konsekvensar for drift og vedlikehald:

Føresetnaden for forslaget er at størrelsesendringa ikkje skal vere så stor at det går utover funksjonen til det tekniske bygget. Difor vil ikkje dette forslaget gje negative konsekvensar for drift og vedlikehald.

Konsekvensar for sikkerheit:

Ingen.

Konsekvensar for framkommelegheit:

Ingen

Konsekvensar for klimagassutslepp:

Både mindre volum fjell som skal sprengast ut, redusert massetransport, redusert omfang fjellsikring, redusert omfang vass- og frostsikring og redusert størrelse på teknisk bygg, gjev ein reduksjon i klimagassutsleppa. For kvart teknisk bygg i tunnel som ein reduserer lengda med tre meter for, vil det bli redusert om lag 8 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar med utslepp. På porteføljnivå er det då potensiale for å redusere klimagassutsleppa med om lag 1 110 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar.

Konsekvensar for ytre miljø:

Det vil vere noko mindre volum utsprengt fjell som må handterast i dagen og dette vil redusere negative konsekvensar for ytre miljø litt.

## Andre forslag

I dette kapittelet presenterer me andre forslag som arbeidsgruppa har drøfta og som kan bidra til reduserte kostnader. Det er to grupper av forslag som er omtalt her:

- Forslag som me meiner potensielt er gode og som kan ha gevinstpotensiale, men der me ikkje har hatt grunnlag for å vurdere konsekvensane konkret.
- Forslag som me meiner det ikkje er grunnlag for å arbeide vidare med.

## Gode forslag som ikkje er konsekvensvurderte

I dette avsnittet vert det, som omtalt over, presentert forslag som arbeidsgruppa har vurdert som potensielt gode og som kan ha eit gevinstpotensiale, men der me ikkje har hatt grunnlag for å vurdere konsekvensane. Manglande mogelegheit til å vurdere konsekvensane skuldast typisk at det må arbeidast vidare med forslaga før ein kan sjå kva dei innebere av mogelegheiter.

## Tolke og tydeleggjere krav i tunnelsikkerheitsforskrifta

Spesielt i tunnelsikkerheitsforskrifta, men også i enkelte tilfelle i N500, er det sett funksjonsmessige krav som må tolkast for å avklare kva yting ein faktisk må ha for å tilfredsstille kravet.

Nokre få tolkingar av reglane i tunnelsikkerheitsforskrifta er gitt som artiklar på [Statens vegvesen sine internettsider](#). I tillegg bidreg krava i vegnormal N500 i noko omfang til tolking. Arbeidsgruppa etterlyser likevel at Vegdirektoratet prioriterer ytterlegare arbeid med slik regelverkstolking, ettersom dette vil gje meir føreseielege reglar for den enkelte tunnel. Dette vil redusere arbeidet med tolkingar i dei enkelte prosjekt. Samtidig vil det motverke at dei enkelte prosjekt overdimensjonerer og får større kostnader enn nødvendig for å tilfredsstille krava. Det er viktig at Vegdirektoratet i nødvendig grad syter føre avklaringar mot ESA i tolkingsarbeidet, både for å sikre at sikkerheita vert vareteken godt nok, men også for å sikre at tolkingane ikkje vert strengare enn det som har vore intensjonen med regelverket.

Det er relativt mange krav som framleis krev ei tolking, og me nemner i det vidare nokre døme på dette.

- Føremålsparagrafen til tunnelsikkerheitsforskrifta seier at forskrifta skal «...sikre laveste tillatte sikkerhetsnivå for trafikanter i tunneler...» (vår understreking).

Denne formuleringa og tilsvarande formuleringar i direktivet viser heilt tydeleg at det ikkje er krav om å gjere tunnelane sikrast mogeleg, men at det akseptertast ein viss restrisiko. Det manglar likevel ei tolking av føremålsparagrafen og ein definisjon av kva restrisiko ein aksepterer i tunnelane. Dette gjer det svært vanskeleg å avklare naudsynt sikkerhetsnivå i dei enkelte tunnelane, og det kan føre til at ein ikkje får likebehandling av sikkerheita mellom ulike tunnelar. I tillegg kan dette vere kostnadsdrivande og gjere det vanskeleg å forvalte tunnelane på ein god måte.

- I vedlegg 1, punkt 2.4.1 i tunnelsikkerheitsforskrifta er det stilt krav om at det skal vere tverrforbindelsar i toløpstunnelar som eignar seg til bruk for redningstenestene minst kvar 1 500 meter. Kva bruk er det då ein må ta høgde for, når ein skal prosjektere slike tverrforbindelsar? Det er stor skilnad på om ein skal kunne komme gjennom med ein brannbil eller om det er tilstrekkeleg at redningsmannskapet kjem seg gjennom til fots.
- Tunnelsikkerheitsforskrifta sitt vedlegg 1 pkt. 2.17.2 seier at «Strøm-, måle- og kontrollkretser skal være konstruert på en slik måte at lokal svikt, for eksempel på grunn av brann,

ikke påvirker uberørte kretser». I praksis inneber kravet at det i ein viss grad skal vere redundans i dei systema som vert etablert. Me erfarer at det er ulik forståing i Vegdirektoratet av kor mykje eller lite redundans som er nødvendig for å tilfredsstille dette kravet, og når prosjekta vert møtt med varierende tolking er dette problematisk.

### **Utvikle standardskildring for elektro og automasjon i prosesskoden**

Arbeidsgruppa si vurdering er at det manglar fleire standardskildringar for elektro og automasjon i prosesskoden, og arbeidsgruppa tilrår at det vert sett i gang arbeid med å lage fleire slike.

I utførsleentreprisar vert dette handtert ved å nytte spesiell skildring. For totalentreprisar kan ein også lage slik spesiell skildring, men vårt synspunkt er at dette harmonerer dårleg med denne entrepriseforma. Erfaringa er også at det ikkje alltid er slik at det vert laga spesiell skildring for totalentreprisar og då sit ein att med eit nokså overordna sett med føringar, som ikkje nødvendigvis sikrar at me får det me ynskjer oss og treng.

Å utarbeide standardskildringar for elektro og automasjon i prosesskoden vil følgjande vere positivt for å redusere omfanget av prosjekteringsarbeid i både utførsle- og totalentreprisar. Det bidreg også positivt til å sikre at me får dekkja våre behov i totalentreprisar. Til sist vil det også vere positivt at me vil få ein større systemlikskap når me stiller dei same krava i alle entreprisar, blant anna fordi det er meir føreseieleg for entreprenørane kva me bestiller.

### **Utvikle typeteikningar/modellar for tekniske bygg, tunnelportalar med meir**

I arbeidsgruppa sine drøftingar vart det trekt fram at det er potensiale for å effektivisere prosjekteringa dersom ein lagar typeteikningar/-modellar for iallfall tekniske bygg, men eventuelt også for tunnelportalar. Den viktigaste gevinsten med dette forslaget er å gjere prosjekteringa enklare og å gjere det meir føreseieleg for entreprenørane korleis Statens vegvesen sine tekniske bygg skal vere.

Tekniske bygg som skal nyttast inne i tunnelane er i stor grad like mellom ulike prosjekt og å lage standardiserte typeteikningar/-modellar for slike, vil følgjande redusere prosjekteringsomfanget. Viss ein i arbeidet med å lage slike også arbeider målretta med å begrense bruken av betong og armering, vil ein i tillegg kunne få ein gevinst i form av at bygga vert rimelegare. Det vil vidare vere potensiale for å kunne få til betre løysingar for drift og vedlikehald dersom slike bygg får ei endå meir standardisert utforming enn i dag.

Det kan også vere aktuelt å lage typeteikningar/-modellar for tekniske bygg som skal plasserast i dagen. Gevinstane kan vere dei same som for tekniske bygg som skal plasserast inne i tunnel, men samtidig kan det vere arkitektoniske omsyn og liknande som kan gjere at det vil vere behov for nokre fleire variantar av bygga for å kunne ha standardløyisingar for dei fleste situasjonane.

For tunnelportalar ser arbeidsgruppa at det sjeldan er dei same føresetnadane for prosjektering av slike (veggeometri, laster/overfylling, avslutning i fronten og liknande). Me vil likevel utfordre rette del av Statens vegvesen til å vurdere om det kan vere eit potensiale for å lage heilt eller delvis standardiserte løysingar også for tunnelportalar.

### **Utvikle løysing med redningsrom som erstatning for parallell rømmingstunnel**

Å etablere nødutgangar for eitt-løpstunnelar er svært kostbart, ettersom det i praksis betyr at ein må lage ein parallell rømmingstunnel som det kan flyktast til. Redningsrom vil også vere ei kostbar løysing, men likevel vesentleg rimelegare enn den løysing ein har i dag. Per tid er ikkje redningsrom tillate i tunnelsikkerheitsforskrifta og innføring av slike rom krev eventuelt godkjenning av EFTA før

dei kan nyttast på TEN-T-vegnettet. På øvrige riksvegar og fylkesvegar er det tilstrekkeleg at Samferdsledepartementet gjer forskriftsendringar for at redningsrom skal kunne takast i bruk. Arbeidsgruppa meiner det må arbeidast vidare med testing og utvikling av redningsrom, med sikte på å få dette godkjent som ei standardisert løysing.

Å kunne nytte redningsrom som erstatning for dagens løysing med nødutgangar til parallell rømmingstunnel bidreg til reduserte kostnader og miljøulempar, der det uansett må etablerast nødutgangar. Samtidig må ein vere merksam på at dersom redningsrom vert ei godkjent løysing, så kan dette føre til at det oftare vert stilt krav om å etablere nødutgangar. Dette kan føre til at ein avkortar heile eller deler av gevinstane som dette forslaget fører med seg.

### **Gjere livsløpsvurderingar av tørroppstilte pumper**

Det erfarast at det er ei dreining mot krav om at pumper i tunnel skal vere tørroppstilte og at senkbare pumper ikkje er ynskjeleg å montere lenger. Arbeidsgruppa er usikre på om dette gjev dei lågaste levetidskostnadane, og stiller difor spørsmål om det er grunnlag for å vurdere dette noko nærare.

Det er på det reine at tørroppstilte pumper mogeleggjjer mykje meir effektiv drift og vedlikehald. Blant anna fordi ein kan ha tilsyn med pumpa medan ho er i drift, det er eit mindre mannskapsbehov knytt til drift og vedlikehald og fordi pumpeteknikken i seg sjølv er meir robust. Samtidig er det dyrare å montere tørroppstilte pumper, spesielt fordi ein må ta ut meir fjell for å dekke plassbehovet som pumpa har og fordi det skal lagast eit eige kammer for oppstilling av denne.

### **Vurdere behovet for brannsikre kablar i røyr i grøft**

Tunnelsikkerheitsforskrifta seier at alt tunnelutstyr skal ta sikte på å oppretthalde dei nødvendige sikkerheitsfunksjonane i tilfelle brann. Dette kravet om redundans er også nemnd tidlegare i denne rapporten. Vegdirektoratet har blant anna tolka dette kravet dit at det skal nyttast brannsikre kablar i tunnel, også når desse ligg i røyr i grøft.

Arbeidsgruppa er kjent med at det skal gjerast testing av om det er nødvendig med brannsikre kablar i røyr i grøft eller om standardkablar kan nyttast. Dette arbeidet vert utført av Norconsult og RISE på oppdrag frå Statens vegvesen. Dersom dette arbeidet syner at ein ikkje har behov for brannsikre kablar i røyr i grøft, føreset me at Vegdirektoratet si tolking av tunnelsikkerheitsforskrifta vert tilpassa dette.

### **Brannsikre dykkerar**

Tunnelsikkerheitsforskrifta seier at avløpssystemet i tunnelane skal vere konstruerte for å hindre spreining av brann. Etter at forskrifta vart sett i kraft, vart det difor teke inn i vegnormal N500 frå 2010 at det skal nyttast dykkerar i brannikkert materiale i sandfangskummane i nye tunnelar. Dette betyr i praksis at dykkerar utførast i støypejern i staden for plast, som er standardløysinga.

Arbeidsgruppa er kjent med at det vert gjort testing av om brann spreier seg i avløpssystemet dersom ein ikkje har brannsikre dykkerar. Dette arbeidet vert utført av Norconsult / RISE på oppdrag frå Statens vegvesen som del av arbeidet med å førebu oppgradering av Lærdalstunnelen. Førebelse signal frå arbeidet er at dykker i støypejern verkar å vere naudsynt, men dersom den endelege konklusjonen etter dette arbeidet vert det motsette, føreset me at vegnormal N500 vert tilpassa dette.

## **Ikkje etablere hjelpegrøft der det ikkje er behov for slik**

Arbeidsgruppa drøfta om det i enkelte prosjekt vert lagt opp til hjelpegrøft for oppsamling av lekkasjevatn, utan at det er eit reelt behov for dette. Det kan skje at unødvendige hjelpegrøfter vert etablert viss ein til dømes forventar stor innlekkasje på prosjekteringsstadiet, og ut frå dette prosjekterer inn hjelpegrøft og eventuelt spesiell planumsutforming tilpassast dette. Når ein så er i gang med tunneldrivinga og ein erfarer at det ikkje er så mykje innlekkasje kan det vere vanskeleg å avbestille hjelpegrøfta.

Arbeidsgruppa si vurdering er at det ikkje bør byggast hjelpegrøfter viss ikkje desse har ein funksjon eller funksjonen kunne vore sikra rimelegare og med mindre miljøbelastning på anna vis. Samtidig er me usikre på kor stort omfang det er av unødvendige hjelpegrøfter og vidare har me ikkje noko godt svar på korleis ein eventuelt kan gjere systemendringar for å hindre at slike grøfter vert etablert fleire gonger.

## **Utvikle standardiserte krav til og malar for sluttdokumentasjon**

Arbeidsgruppa meiner at krava til sluttdokumentasjon og malar for denne bør standardiserast. Dette vil lette arbeidet for interne ressursar i Statens vegvesen, både hjå utbygging og drift og vedlikehald. Dette fordi ein mellom anna har tydeleg avklaring av kva som skal/ikkje skal leverast av dokumentasjon, men også korleis dokumentasjonen skal leverast. Dette gjer i neste omgang at det også vert enklare å stille krav til leveranse frå entreprenøren slik at denne mest mogeleg saumlaust kan gå inn i sluttdokumentasjonen.

## **Evaluere bruk av totalentreprisar til tunnelbygging**

Når me over ein del år no har skaffa oss meir erfaring med bruk av totalentreprisar i Statens vegvesen, ser arbeidsgruppa det som nyttig at det vert gjort ei evaluering av denne entreprisforma. Dette kan gjerne skje som ein revisjon av handbok V771.

Særleg vil me i denne samanhengen trekke fram at ein bør sjå nærare på fordelane og ulempene med totalentreprisar for tunnelbygging, slik at ein får eit betre grunnlag for å velje den beste entreprisforma for denne typen prosjekt.

## **Forkasta forslag**

I dette avsnittet presenterer me forslaga som arbeidsgruppa har drøfta og som me, basert på denne drøftinga, har konkludert med at ikkje er grunnlag for å arbeide vidare med. Dei nemnast her fyrst og fremst for dokumentasjonen sin del.

For ordens skuld ynskjer me å presisere at det ikkje er leita aktivt etter dårlege forslag, og difor er det heller ikkje mange forslag som sorterast i denne kategorien.

## **Tillate noko arbeid framom bomfeste**

Kontraktsmalane til Statens vegvesen fastset i dag at det er forbode å utføre noko som helst arbeid framom bomfestet på tunnelrigg, når boring pågår. Arbeidsgruppa meiner at dette kan vere eit unødig strengt krav og at ein bør vurdere å opne for at enkelte aktivitetar kan tillastast, utan at dette vil føre til dårlegare SHA. Gevinsten med dette vil vere å oppnå auka framdrift i tunneldrivinga, og dette kan redusere kostnadar. Arbeidsgruppa har likevel ikkje tydeleg klart å sjå kva aktivitetar som eventuelt kan tillastast utført framom bomfestet og difor forkasta forslaget.

### **Berre stille krav om utpumping av vatn frå undersjøiske tunnelar i ei retning**

Vegnormal N500 stiller krav om at lekkasjevatt i undersjøiske tunnelar skal kunne pumpast ut i begge retningar. Arbeidsgruppa har vurdert at å endre dette kravet slik at det berre er krav om å kunne pumpe vatnet i ei retning, ikkje vil ha noko stor praktisk nytte. Dette fordi vatnet ned mot lågaste punktet vert pumpa trinnvis ut av tunnelen, for å ikkje samle alt vatnet opp i botn av tunnelen. Då har ein av praktiske omsyn uansett utpumping i begge retningar. For dei sjeldne tilfella der det vil vere den beste løysinga for eit prosjekt å berre ha utpumping i éi retning, meiner me at søknad om fråvik frå vegnormalen vil vere betre enn ei generell regelendring.

### **Redusere lengde på havarilommer**

Arbeidsgruppa drøfta om det er ein god idé å redusere størrelsen på havarilommer, til dømes slik at desse får samla lengde på 75 meter i staden for 90 meter som dei får etter dagens krav. Konklusjonen var at dette ikkje framstår som eit godt forslag og me ser ikkje at det er aktuelt å arbeide vidare med denne idéen. Gevinsten for kostnader og miljø er liten. Samtidig aukar sannsynet for at tunge køyretøy ikkje kjem seg heilt ut av køyrebana. Med stadig fleire modulvogntog på vegnettet vil det vere uheldig at desse ikkje kjem seg heilt ut av køyrebana der det vert lagt opp til at dei skal ha mogelegheit for dette.

### **Fjerne krav til havarilommer for lågtrafikkerte tunnelar**

Arbeidsgruppa drøfta om det er aktuelt å ikkje stille krav om å etablere havarilommer for tunnelar med låg trafikk. Vurderinga vår er at dette berre vil vere aktuelt ved så låge trafikkmengder at forslaget uansett ikkje vil komme til nytte på riksvegnettet, og difor prioriterte me ikkje å vurdere forslaget noko ytterlegare.

### **Ikkje montere nødstasjonar i tunnelar med overvåkingssystem**

Arbeidsgruppa drøfta om det kan vere grunnlag for å fjerne krav om å ha nødstasjonar i tunnelar der det er videoovervaking og automatisk hendingsdetektering. Me gjekk likevel ikkje noko vidare i desse vurderingane ettersom det er krav i tunnelsikkerheitsforskrifta om å installere nødstasjonar.