

Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk

Sindre Åberg

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juli 2016

Hovedveileder: Amund Bruland, BAT

Medveileder: Pål Egil Rønn, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk	Dato: 08.07.2016		
	Antall sider (inkl. bilag): 141		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Sindre Åberg			
Faglærer/veileder: Amund Bruland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Pål Egil Rønn			

Ekstrakt:

De siste ti årene har det blitt initiert og gjennomført flere prosjekt med konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk i Norge. Komplekse kontrakter og høye forventninger til tid, kostnad, kvalitet, HMS, kombinert med hensyn overfor tredjepart kan gjøre slike prosjekt utfordrende.

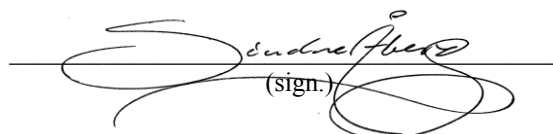
Masteroppgavens problemstilling er å undersøke hvilke utfordringer som finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, samt undersøke hva den norske anleggsbransjen mener er utfordrende ved slike prosjekt. I tillegg er det undersøkt hvordan aktørene vurderer konsekvensene ved utfordringene med hensyn til tid, kostand, kvalitet og HMS. For å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene er det blitt gjennomført et litteraturstudie, tre dybdeintervju, 22 forberedende intervju og en kvantitativ spørreundersøkelse.

Resultatene indikerer at bransjeaktørene har ulike synspunkt på hva som anses som mest utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk Det er indikasjoner på en sammenheng mellom hva som anses som utfordrende, og hva som vurderes til å ha store konsekvenser for prosjekt med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Resultatene antyder at det kan være utfordringer knyttet til hvilke forventninger aktører har til krav og restriksjoner. Det virker til å være noe uenighet i hvorvidt det er tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk, og hvorvidt det er forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt. Byggherre og entreprenør sine vurderinger indikerer at man ikke er konsekvent ved fastsetting og håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt.

Det anbefales å involvere samtlige aktører tidlig i prosjekt, og kartlegge hvilke forventninger og behov de har i et gitt prosjekt. Det bør gjøres rede for de krav og restriksjoner som er gitt i kontrakt. I prosessen bør det komme tydelig frem hva de ulike anser som utfordrende, og hvorfor de anser det til å være utfordrende. Man bør bli enige om prioriterte fokusområder og fellesmål for prosjektet, og legge til rette for økt samhandling.

Stikkord:

1. Konvensjonell tunneldriving
2. Tettbygde strøk
3. Samferdselstunneler
4. Restriksjoner


(sign.)

FORORD

Masteroppgaven er skrevet våren 2016 i forbindelse med faget TBA4935 Anleggsteknikk ved Institutt for bygg, anlegg og transport (BAT) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgavens omfang tilsvarer 30 studiepoeng, og er det avsluttende arbeidet ved sivilingeniørstudiet ved Bygg- og miljøteknikk.

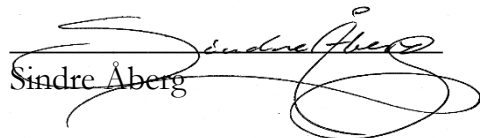
Masteroppgavens problemstilling er som følgende:

Hvilke utfordringer finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

Formålet med oppgaven er å sette lys på potensielle utfordringer den norske anleggsbransjen mener eksisterer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, og se hvorvidt det er enighet blant aktørene.

Jeg ønsker å takke veileder Amund Bruland, NTNU, som har bistått med råd og veiledning tilknyttet masteroppgaven. Jeg ønsker også å takke medveileder Pål Egil Rønn, AF Gruppen og NTNU, for innspill og råd tilknyttet egen undersøkelser. Videre ønsker jeg å takke alle fra bransjen som har stilt opp til intervju og selve undersøkelsen. Uten velviljen fra bransjen ville ikke denne oppgaven vært mulig å gjennomføre. Avslutningsvis ønsker jeg å takke alle på kontor 1-001 for et verdig siste år.

Trondheim, juli 2016


Sindre Åberg

SAMMENDRAG

De siste ti årene har det blitt initiert og gjennomført flere prosjekt med konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk i Norge. Komplekse kontrakter og høye forventninger til tid, kostnad, kvalitet, HMS, kombinert med hensyn overfor tredjepart kan gjøre slike prosjekt utfordrende.

Masteroppgavens problemstilling er å undersøke hvilke utfordringer som finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, samt undersøke hva den norske anleggsbransjen mener er utfordrende ved slike prosjekt. I tillegg er det undersøkt hvordan aktørene vurderer konsekvensene ved utfordringene med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. For å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene er det blitt gjennomført et litteraturstudie, tre dybdeintervju, 22 forberedende intervju og en kvantitativ spørreundersøkelse.

Det er indikasjoner på at bransjeaktørene har ulike synspunkt på hva som anses som mest utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Myndighet anser mangel på tilgang til massedeponi, logistikk og tidsbruk ved massetransport, tredjeparts opplevelse av støy, mangel på plass til mellomlager av masser og mangel på kjennskap til grunnforhold til å være de mest utfordrende faktorene. Byggherre anser lang saksbehandling på byggeprosjekter, tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden, omlegging av trafikk, trafikkavvikling under byggetid, tredjeparts opplevelse av støy og mangel på plass til riggområder på overflaten til å være de mest utfordrende faktorene. Entreprenør anser mangel på plass til mellomlager av masser, forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner, trafikkavvikling under byggetid, tredjeparts opplevelse av støy, krav til utslipp og vannkvalitet, mangel på massedeponi og liten overdekning til å være de mest utfordrende faktorene.

Det er indikasjoner på en sammenheng mellom hva som anses som utfordrende, og hva som vurderes til å ha store konsekvenser for prosjekt med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Resultatene indikerer at det er uenighet blant byggherre og entreprenør når det gjelder faktorene som vurderes til å være utfordrende og ha stor konsekvens. Det virker til at byggherre fokuserer i større grad på aspekt knyttet til omgivelsene, mens entreprenøren fokuserer på aspekt knyttet til anleggsdriften.

Resultatene antyder at det kan være utfordringer knyttet til hvilke forventninger aktører har til krav og restriksjoner. Det virker til å være noe uenighet i hvorvidt det er tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk, og hvorvidt det er forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt. Byggherre og entreprenør sine vurderinger indikerer at man ikke er konsekvent ved fastsetting og håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt.

Basert på resultatene anbefales det å involvere samtlige aktører tidlig i prosjekt, og kartlegge hvilke forventninger og behov de har i et gitt prosjekt. Det bør gjøres rede for de krav og restriksjoner som er gitt i kontrakt. I prosessen bør det komme tydelig frem hva de ulike anser som utfordrende, og hvorfor de anser det til å være utfordrende. Man bør bli enige om prioriterte fokusområder og fellesmål for prosjektet, og legge til rette for økt samhandling. Dette er en prosess som kan gjentas i løpet av prosjektet når milepæler nås, da forutsetninger for prosjektet kan endres underveis eller at man har opparbeidet seg erfaringer.

ABSTRACT

Over the past ten years, several drill and blast tunneling projects has been initiated or completed in urban areas in Norway. Complex contracts and high expectations regarding time, cost, quality, HSE, combined with consideration to third parties can make these projects challenging.

The master thesis is to examine the challenges that exist in drill and blast tunneling in urban areas, as well as examine what the Norwegian construction industry find challenging in such projects. In addition, it researched how the participants consider the consequences of the given challenges with respect to time, cost, quality and HSE. To answer the thesis and the research questions, there has been conducted a literature study, three in-depth interviews, 22 preparatory interviews and a quantitative survey.

The results indicate that the industry representatives have different views on what the most challenging factors in drill and blast tunneling are in urban areas. Authorities considers lack of available areas for disposal of the excavated material, logistics and time regarding hauling, third parties experience to noise, and the lack of knowledge regarding geology to be among the most challenging factors. Project owners considers long proceedings before construction start, facilitating pedestrians during construction, traffic management, third parties experience to noise, and the lack of available surface areas for rigging to be among the most challenging factors. Contractors considers lack of available areas for temporary disposal of excavated material, the relation between short construction time and restrictions, third parties experience to noise, requirements regarding discharge and water quality, lack of available areas for disposal of the excavated material, and low overburden to be among the most challenging factors.

There are indications of a correlation between the most challenging factors, and the factors considered to have the greatest consequences on the project regarding time, cost, quality and HSE. The results imply that there is a difference in opinion between the project owners and contractors regarding the factors that are the most challenging and with greatest consequences. It seems that the project owners focus to a large extend on aspect concerning the project surroundings, while the contractors focuses on on-site aspects.

The results imply that there are differences regarding what expectations the different representatives has towards requirements and restrictions. It seems there is a difference in opinion whether there is adequate flexibility in given legislation, and whether there is predictability in the requirements stated in the contract. The assessment by the project owners and contractors imply that there is a lack in consistency regarding the establishing and enforcing of the requirements from one project to another.

Based on the results, it is recommended to involve all of the project participants in the early stage of the project, and establish the different expectations and needs that they have in a given project. The requirements and restrictions in the contract should be clarified. In the process it should be evident what the participants considers to be challenging, and why. There should be an agreement concerning which aspects that should be focus on, establish common goals for the project, and facilitate greater collaboration. This process can be repeated during the project when the different milestones are reached, since preconditions for the project may change, or the one has gained experience.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	I
SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	V
INNHALDSFORTEGNELSE	VII
1 INTRODUKSJON	1
1.1 BAKGRUNN FOR MASTEROPPGAVEN	1
1.2 PROBLEMSTILLING	2
1.3 MÅL	2
1.4 AVGRENSNINGER FOR MASTEROPPGAVEN	2
2 TILNÆRMING	3
2.1 OPPBYGNING	3
2.2 LITTERATURSTUDIE	3
2.3 INTERVJU	4
2.4 KVANTITATIV UNDERSØKELSE	5
2.5 VALG OG BESLUTNINGER UNDERVEIS	5
3 TEORETISK RAMMEVERK	7
3.1 LOVERK OG FORSKRIFTER	7
3.2 BRUK AV BERGGRUNNEN I NORGE	10
3.3 URBANE UTFORDRINGER	12
3.4 KONVENSJONELL TUNNELDRIVING	15
3.5 KONVENSJONELL TUNNELDRIVING I TETTBYGDE STRØK	20
3.6 UTFORDRINGER VED KONVENSJONELL TUNNELDRIVING I TETTBYGDE STRØK	24
4 RESULTAT	45
4.1 KORT BAKGRUNNSINFORMASJON TIL RESULTATENE	45
4.2 VURDERTE UTFORDRINGER	46
4.3 UTFORDRINGER: GENERELT	48
4.4 UTFORDRINGER: SISTE PROSJEKT	51
4.5 KONSEKVENSER	54
4.6 VURDERING AV PÅSTANDER	57
4.7 KONTRAKT	59
5 DISKUSJON	61
5.1 UTFORDRINGER: GENERELT	62
5.2 UTFORDRINGER: SISTE PROSJEKT	75
5.3 KONSEKVENNS	82
5.4 SAMMENHENG MELLOM UTFORDRINGER OG KONSEKVENSER	90
5.5 VURDERING AV PÅSTANDER	91

6	KONKLUSJON	95
6.1	EVALUERING AV TILNÆRMING	95
6.2	OPPSUMMERING	97
6.3	FUNN	98
6.4	ANBEFALINGER	99
6.5	VIDERE ARBEID	99
7	REFERANSER	101

VEDLEGG

VEDLEGG 1: OPPGAVETEKST

VEDLEGG 2: QUESTBACK

VEDLEGG 3: OVERSIKT OVER KONTAKTEDE PROSJEKT

VEDLEGG 4: SPØRSMÅL SOM BLE FJERNET I FORKANT AV SPØRREUNDERSØKELSEN

1 INTRODUKSJON

I dette kapittelet presenteres bakgrunn for masteroppgaven, problemstilling med tilhørende delspørsmål, mål for masteroppgaven og hvilke avgrensninger som er gjort.

1.1 BAKGRUNN FOR MASTEROPPGAVEN

Økt tilflytning til tettbygde strøk fører til økt behov for bærekraftig infrastruktur i regionsentra. I områder hvor det er begrenset med overflatearealer er berggrunnen et alternativ for å huse infrastruktur. Ved å ta i bruk undergrunnen vil man i større grad kunne unngå direkte påvirkning av tredjepart under drift- eller bruksperioden. Eksempler på slik infrastruktur er blant annet samferdselstunneler, parkeringshus og idrettsanlegg.

Ved økt sentralisering ønsker man et mer effektivt transportnett. Trafikkbehovet i urbane miljø er komplekst med mange ulike transportbehov som skal dekkes, gjerne med dimensjonering av løsninger som skal benyttes i 50 år. I en planprosess er det mange hensyn som må tas. Eksempel på dette er forholdet mellom ytre miljø og hensyn til tredjepart.

Man ser en økning i bruk av tunnelboremaskiner ved samferdselsprosjekter i Norge, henholdsvis Ulriken og Follobanen, men det vil fortsatt kreves bruk av konvensjonell driving for adkomst, tverrslag og stasjonshaller i prosjekt drevet med tunnelboremaskin (TBM). Det er tydelig at selv om man ser en økning i TBM i Norge, vil det fortsatt være behov for konvensjonell driving, blant annet der hvor tunnelboremaskin ikke kan benyttes som drivemetode eller ved andre former for konstruksjoner i berg.

Ved konvensjonell driving av tunneler i tettbygde strøk vil det være strengere krav og restriksjoner i forhold til driving i mer avsidesliggende områder. Det stilles særlig krav til rystelser, støy, støv, massetransport, massedeponi, grunnvann, eksisterende infrastruktur, interessenthåndtering og trafikkavvikling.

Restriksjonene kan være utfordrende, og de er gjerne kostnadsdrivende på grunn av de krav som stilles. Dette har sammenheng med at de vil ha konsekvenser med hensyn til tid – dermed kostnad. Stadig nye og skjerpede krav implementeres i konkurransegrunnlagene, og disse kravene kan være vanskelig å kostnadsberegne. Dette gjelder særlig når flere krav griper inn i hverandre og gir en forsterkende effekt. Et eksempel kan være at en tunnel er underlagt strenge krav til tetthet, samtidig som støykravene er strenge, hvor man i tillegg har begrensning på tilgjengelig arbeidstid for støyende aktivitet. En resultat av dette kan være lav produksjon og prosjektet tar lengre tid. Samfunnet ser derfor ikke nødvendigvis de reelle kostnadene og konsekvensene til kravene som stilles.

En sideeffekt av at prosjektene blir komplekse som følge av restriksjonene og kravene, er at eventuelle kontraktspesifiserte krav fra byggherren kan bli svært komplekse. Dette kan være krevende å forholde seg til både for entreprenør og byggherre. Dette gjenspeiler seg i et historisk høyt konfliktnivå i anleggsbransjen (bygg.no, 2015). Det kan dermed være interessant å se hvorvidt de ulike aktørene, henholdsvis byggherre, entreprenør og myndighetsinstanser, har samme oppfatning av hva som er utfordringene ved urbane prosjekt med konvensjonell tunneldriving.

1.2 PROBLEMSTILLING

Hovedproblemstillingen er å undersøke hvilke utfordringer som finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Formuleringen på problemstillingen blir dermed følgende:

Hvilke utfordringer finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

Oppgaven har følgende delspørsmål:

- *Hva anser den norske anleggsbransjen, representert ved myndighet, byggherre og entreprenør, til å være de største utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?*
- *Hvordan vurderer den norske anleggsbransjen konsekvensene til gitte utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, vurdert med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS?*

1.3 MÅL

Det finnes lite litteratur og det er manglende kjennskap knyttet til problemstillingen. Foruten en publikasjon fra Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (1995), finnes det lite norsk litteratur på temaet. Målet med masteroppgaven er dermed å sette lys på potensielle utfordringer bransjen mener eksisterer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, samt undersøke hvorvidt det er enighet blant bransjeaktørene. Det er et rekordhøyt konfliktnivå i anleggsbransjen i Norge, og masteroppgaven kan belyse mulige faktorer som bidrar til dette.

1.4 AVGRENSNINGER FOR MASTEROPPGAVEN

Masteroppgaven fokuserer i hovedsak på norske forhold («hard rock»), men problemstillingen er gjeldende på verdensbasis, og oppgaven vil dermed også inneholde litteratur fra andre nasjoner enn Norge.

Det fokuseres utelukkende på konvensjonell driving som drivemetode, men tunnelboremaskin benyttes også som drivemetode i tettbygde strøk. Denne rapporten tar ikke for seg store bergrom, eksempelvis stasjonshaller, som eget tema, da man i prinsippet kan ses på som driving av et stort tunnelanlegg. Vann- og avløpssystemer vurderes heller ikke da disse ofte har små tverrsnitt, og tunneler som skal føre spillvann ofte har liten overdekning. Dette gjør at det er et større potensielt marked for fullprofilmaskiner (Bruland, 2013). Det velges dermed å fokusere på samferdselstunneler, i hovedsak vegtunneler fremfor jernbanetunneler, da vegtunneler blir bygd ut i større grad (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015c).

Det er utelukkende norske aktører som er kontaktet. Årsaken til dette er for å fjerne usikkerhet knyttet til kulturelle ulikheter eller ulikheter i arbeidsutførelse. Fra entreprenør- og byggherresiden er respondentene knyttet til anleggs- og prosjektledelsen, mens det fra myndighetssiden varierer fra Fylkesmannen til saksbehandlere og fagspesialister på kommunalt nivå.

Det er ikke undersøkt hvordan entrepriseform eller organisasjonsstruktur virker inn på utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk.

2 TILNÆRMING

I dette kapittelet presenteres tilnærmingen for datagrunnlaget i masteroppgaven. Valg knyttet til de benyttede datakildene legges frem, henholdsvis litteraturstudie, intervju og kvantitativ undersøkelse. Til slutt presenteres valg og beslutninger som ble gjort underveis i prosessen.

2.1 OPPBYGNING

For å gi et rammeverk til oppgavens og dens problemstilling er det utført et litteraturstudie som skal sikre nødvending fagbredde og fagkunnskap til å besvare oppgaven. Ettersom det er lite norsk litteratur på temaet, ble det valgt å gjennomføre tre dybdeintervjuer for å sikre innsikt i norske forhold. Videre er det gjennomført 22 forberedende intervjuer som la grunnlaget for kvantitativ spørreundersøkelse. Ved å benytte flere ulike datakilder vil man kunne oppnå økt validitet og relevans via triangulering (Yin, 2014).

2.2 LITTERATURSTUDIE

Litteraturstudiet er hovedsakelig utført via internettbaserte søkemotorer, og det var i hovedsak BIBSYS Oria og Scopus som ble benyttet. I tabell 1 er et utdrag av benyttede søkestrenger, uten tilhørende spesifiserende søkeord (eksempelvis «challenges»). Det ble også benyttet spesifikke fagsider deriblant hjemmesidene til International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) og Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF). Utover litteratursøket via internett, ble faglitteratur fra tidligere fullførte emner ved studiet vurdert og benyttet.

Tabell 1 Utvalg av søkeord

Søkeord
Urban tunnel
Konvensjonell tunnel
Conventional method
Drill and blast

2.2.1 Kriterier for evaluering av kilder

Kriteriene for evaluering av kildene er basert på VIKO sine anbefalinger ved vurderinger av litteratur. Litteraturen er vurdert etter følgende: troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (NTNU, 2015).

Troverdighet

Troverdighet kan vurderes etter selve forfatteren, hvorvidt han eller hun er kunnskapsrik og anerkjent, men troverdighet bør også vurderes etter hvorvidt det er gjennomført en kvalitetskontroll av publikasjonen. Ved å søke via BIBSYS Oria og Scopus med mer, vil man ha økt sannsynlighet for at kilder er kvalitetssikret og vurdert av uavhengige, fagkyndige instanser.

Objektivitet

Det bør vurderes *hva* slags type informasjon det er, hvorvidt publikasjonen har faglig tyngde eller ikke. Kilden bør være objektiv og balansert, samt at den ikke innehar interessekonflikter.

Nøyaktighet

Når det gjelder nøyaktighet bør man undersøke hvorvidt kilden er oppdatert mot det siste innen fagfeltet, og da er årstall for publisering en indikasjon. Det bør også vurderes hvor omfattende, detaljert og eksakt kilden er. Er informasjonen generell eller spesifikk? I tillegg bør det gjøres en vurdering på graden av dokumentasjon og støtte i andre kilder av informasjonen, og da vil referanselisten i kilde kunne gi en indikasjon.

Egnethet

Basert på avgrensningene som er gjort i oppgaven, er det viktig å vurdere hvorvidt informasjonen man har funnet er relevant. Det må også vurderes om publikasjonen er av generell eller spesifikk informasjon, og dermed vurdere hva nytten er.

2.3 INTERVJU

Intervjuene som er gjennomført kan deles inn i to ulike grupper.

2.3.1 Dybdeintervju

Første gruppen baserer seg på funn som ble gjort i forbindelse med fordypningsoppgaven høst 2015 i faget TBA4570 Anleggsteknikk FDP ved Institutt for Bygg, anlegg og transport (BAT), NTNU. Disse intervjuene ble benyttet for å skaffe innsikt og forståelse for hvordan anleggspraksisen i urbane tunnelprosjekt er i Norge. Dermed ble det intervjuet tre erfarne, nyanserte og faglig dyktige personer fra henholdsvis entreprenør-, byggherre- og rådgiversiden. Intervjuobjektene var John Ivar Fagermo (entreprenør)¹, Fridtjof Andreassen (byggherre)² og Bjørn Kleppstø (rådgivende ingeniør)³. Resultater fra disse intervjuene blir benyttet i det teoretiske rammeverket som supplement til litteraturen for økt innsikt i norske forhold.

2.3.2 Forberedende intervju

Den andre gruppen av intervju er forberedende intervju. Disse ble gjennomført med hensikt å legge grunnlag for spørreundersøkelsen. Ved å benytte resultatene fra intervjuene til å danne spørreundersøkelsen, ville man i økt grad sikre relevansen til spørreundersøkelsen. Det ble totalt intervjuet 22 personer fra entreprenør-, byggherre- og myndighetssiden. Rådgivende ble ikke involvert da disse vil være representert via en av de andre instansene. For å sikre at punktene som la grunnlaget til undersøkelsen var mest mulig relevant, og ikke forutinntatt fra intervjuers side – ble det kun stilt et åpent spørsmål: *Hvilke utfordringer finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?*

Dersom det kom frem noen uklare punkt, ble de bedt om å utdype eller forklare disse i større grad. Ved å ikke ha en intervjuguide ville sammenligning med litteraturen være uavhengig, da intervjuer ikke hadde forutinntatte spørsmål basert på litteraturstudie.

¹ Ansatt i Veidekke. Ved kontakttidspunkt ansatt i AF Gruppen.

² Ansatt i Aas-Jakobsen, tidligere ansatt i Statens Vegvesen.

³ Ansatt i Norconsult, tidligere ansatt i Statens Vegvesen.

Hvordan intervjuene foregikk varierte ut ifra hva respondentene ønsket. Enkelte ønsket å ta det over telefon, andre over mail og noen i person (der det var mulig). Ved kommunikasjon over telefon eller i person, ble intervjuene oppsummert skriftlig og sendt til godkjenning i etterkant.

2.4 KVANTITATIV UNDERSØKELSE

Basert på de forberedende intervjuene ble spørreundersøkelsen utarbeidet. Spørreundersøkelsen ble utarbeidet gjennom Questback som er et nettbasert spørreundersøkelsesplattform. Spørsmålene ble kategorisert etter overordnede tema, og rekkefølgen var mest mulig lik et prosjektførløp. Se vedlegg 2 for utformingen av undersøkelsen.

Undersøkelsen ble sendt med mailinvitasjon til bransjeaktørene, hvorav 26 av 30 inviterte gjennomførte undersøkelsen. Dette resulterte i en svarprosent på 87%, noe som anses som tilstrekkelig høy svarprosent.

2.5 VALG OG BESLUTNINGER UNDERVEIS

2.5.1 Problemstilling

Valg av problemstilling ble gjort på bakgrunn av funnen gjort i prosjektoppgaven. Prosjektoppgaven hadde samme problemstilling, og funnene tilsa at det var et potensiale i å utforske temaet nærmere for å se hvorvidt det var enighet i bransjen. Veileder la blant annet frem at han hadde ingen kjennskap til tidligere arbeider tilknyttet problemstillingen. Dette ga økt motivasjon da det var potensiale for å legge grunnlaget for videre arbeid og forskning.

2.5.2 Bransjeaktører

Bransjeaktørene ble kontaktet ut ifra et studie over mulige prosjekt som hadde nødvendig prosjektkarakteristika. Det var ønskelig å ha ca. 30 aktører, henholdsvis 10 fra hver aktørgruppe, for å få tilstrekkelig statistisk gyldighet. Prosjektledere, teknisk byggeledere og anleggsledere ble kontaktet i prosjektene. Første kontakt ble alltid gjort med mail, hvor hensikten og bakgrunnen for kontakt ble gjort rede for. Med forståelse for at de ønskede aktørene har en travel hverdag, ble det sendt purremail etter ca. én uke dersom de ikke hadde kommet med tilbakemelding om de ønsket å bidra. Dersom det ikke var svar etter noen dager, ble de kontaktet pr. telefon for å få avklaring om de ønsket å bidra eller ikke.

Det var ønskelig å få bidrag fra flere ulike prosjekt med ulike selskap og ulik geografisk tilknytning. Sistnevnte var viktig for å kunne generalisere resultater fra myndighetsiden. Til tider tok det til tider lang tid å få kontaktinformasjon til relevant personell på myndighetsiden dersom man gikk gjennom offentlige kanaler. For å sikre mest mulig relevans opp mot det aktuelle prosjektet ble dermed aktørene for entreprenør og byggherre bedt om å oppgi kontaktinformasjon til hvem de forholdt seg til i kommunen eller hos Fylkesmannen. Ofte kom det frem at de som ble nevnt som kontaktpersoner ikke følte at de var relevante i tilknytning til problemstillingen og masteroppgaven. Dermed måtte myndighetsaktører finnes på ulike metoder, som oftest ved å ta ringerunder hvor man ble henvist videre helt til man kom til noen som hadde kjennskap til prosessene og aktuelt prosjekt.

Det var ønskelig med prosjekter som enten nylig var avsluttet eller pågikk. Med ønskede prosjektkarakteristika ble antall mulige prosjekt noe begrenset. Aktørene som har bidratt i masteroppgaven har tilknytning til ett av de tolv prosjektene som er vurdert som relevante. Se vedlegg 3 for liste av de aktuelle prosjektene. Det var ønskelig med prosjekter med ulik geografisk tilknytning. Dette for å kunne generalisere resultatene fra myndighetssiden.

2.5.3 Evaluering av rådgivende ingeniør

Etter erfaringer fra fordypningsoppgaven og diskusjon med veileder, ble det avgjort å ikke inkludere rådgivende ingeniør som aktør. Årsaken til dette er at de vil inngå eller bistå byggherre eller entreprenør avhengig av entreprisform.

2.5.4 Medveileder

Etter ca. én måned i arbeidsprosessen kom tilbudet om å få innspill fra Pål Egil Rønn på masteroppgaven som følge av engasjement på NTNU. Innspill ifra en person som har mye erfaring fra bransjen og evner til se større sammenhenger ble sett på som nyttig for oppgaven. Det ble enighet om at den videre rollen til Pål Egil skulle være knyttet til resultatdelen av oppgaven, med blant annet evaluering av utformingen på spørreundersøkelsen, formulering og evaluering av spørsmål.

2.5.5 Spørreundersøkelse

Basert på de forberedende intervjuene kom det inn 66 mulige faktorer som ble sett på som utfordrende. Disse måtte formuleres på en slik måte at de ikke kunne tolkes ulikt, og de punktene som fremstod som «generelle» utfordringer - ikke spesifikke for urbane prosjekter med konvensjonell tunneldriving ble fjernet. Spørsmål som fremstod vinklet, eller var rettet mot en aktør ble fjernet, samt spørsmål som inneholdt påstander. Det ble gjennomført tre evalueringsrunder av spørreundersøkelsen, og man endte til slutt med 44 utfordringer som skulle vurderes. Utfordringene skulle også vurderes ut ifra konsekvens med hensyn til tid, kostand, kvalitet og HMS. Det ble også utarbeidet seks ulike påstander aktørene vurdere. I vedlegg 4 er de faktorene som ble fjernet fra undersøkelsen.

Respondentene måtte vurdere disse faktorene «generelt» og knyttet opp mot «siste prosjekt». Dette var ønskelig for å i størst mulig grad kunne generalisere de generelle forholdene, da prosjektspesifikke forhold ble tatt til vurdering i «siste prosjekt». Ved å dele opp på den måten kunne man også se om det var korrelasjon mellom «generelt» og «siste prosjekt».

Ved gjennomføring av de forberedende intervjuene kom flere aktører innom forholdet mellom fleksibilitet og rigide krav. Det var derfor ønskelig å få kartlagt hva de ulike aktørene mente rundt forhold til krav og restriksjoner.

2.5.6 Resultater vurdert mot konkurransegrunnlag

I slutten av mars kom forslaget om å vurdere de fremtidige resultatene fra spørreundersøkelsene opp mot konkurransegrunnlag, for å se hvordan de ulike hovedutfordringene ble gjort rede for. Det ble kontaktet åtte prosjekt, men på grunn av lang saksbehandling fikk man ikke tilgang før mot slutten av april. Det ble vurdert til at omfanget for arbeidet ble for stort så nærme leveringsfrist, dermed er ikke resultatene vurdert mot konkurransegrunnlag fra prosjekt.

3 TEORETISK RAMMEVERK

I dette kapitlet gis en kort innføring i enkelte lovverk og retningslinjer som er gjeldende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Deretter gis det en kort innføring i bruken av berggrunnen i Norge, samt hvilke utfordringer som finnes i urbane miljø. Driveprosessen forklares kort, før aspekter til konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk blir lagt frem. Deretter ses det nærmere på enkelte utfordringer litteraturen anser som utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk.

3.1 LOVERK OG FORSKRIFTER

3.1.1 Plan- og bygningsloven

Formell avklaring for offentlige veganlegg blir utført i første rekke etter plan- og bygningsloven. Dette inkluderer også tunneler. Rammene til vegprosjektet blir som oftest lagt i en oversiktsplan etter plan- og bygningsloven. Det er et generelt krav at ved utarbeiding av planer for utbygging skal det gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse. Disse inngår i konsekvensutredningen som utarbeides ved oversiktsplanene etter plan- og bygningsloven (Vegdirektoratet, 2010).

Mer informasjon knyttet til planlegging av vegprosjekter etter plan- og bygningsloven er gitt i håndbok R760 Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter, samt Kvalitetssystemet i Statens vegvesen (Vegdirektoratet, 2010).

3.1.2 Tunnelsikkerhetsforskriften

Tunnelsikkerhetsforskriften har som formål å

«[s]ikre laveste tillatte sikkerhetsnivå for trafikanter i tunneler ved krav til å forebygge kritiske hendelser som kan sette menneskelig, miljøet og tunnelanlegg i fare og sørge for vern i tilfelle av ulykker» (Lovdata, 2007)

Forskriften er innarbeidet i håndbok R511 Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler og håndbok N500 Vegtunneler, og på bakgrunn av dette legges disse til grunn ved planlegging, bygging, drift og vedlikehold av vegtunneler (Vegdirektoratet, 2010).

3.1.3 Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv (arbeidsmiljøloven)

Lovens formål er jf. §1-1

«å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmede og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og med en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utviklingen i samfunnet» (Lovdata, 2005a).

I tillegg skal loven sikre trygge ansettelsesforhold og likebehandling i arbeidslivet, med mer. I kapittel 10 angis detaljerte regler om arbeidstid, hvor hovedregelen er at man ikke skal overstige 9 timer i løpet av 24 timer og 40 timer i løpet av syv dager (Lovdata, 2005a). Etter § 10-12 kan man gjøre unntak for arbeidstidsbestemmelsene, og dette er en praksis som benyttes på anlegg med rotasjonsordninger.

3.1.4 Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)

Lovens formål er jf. §1

«å verne det ytre miljø mot forurensning og redusere eksisterende forurensning, å redusere mengden av avfall og å fremme en bedre behandling av avfall» (Lovdata, 2014).

I henhold til §6 blir følgende ansett som forurensning dersom det kan være til skade eller ulempe for miljøet:

- Tilførsel av fast stoff, væske eller gass i luft, vann eller i grunnen
- Støy og rystelser
- Lys og annen stråling i den utstrekning forurensningsmyndighetene bestemmer
- Påvirkning av temperaturen

Det presiseres i § 6 at dersom man bidrar til at tidligere forurensning fører til økt skade eller ulempe, er dette å betrakte som forurensning.

Et midlertidig anlegg er tillatt til vanlig forurensning, gitt at det ikke er særlige forskrifter etter §9. Utslipp av sanitært avløpsvann må det søkes tillatelse om gitt at noe annet ikke er bestemt i forskrift (Lovdata, 2014).

Dersom virksomheten eller anlegget er kjent med at de vil overskride fastsatte krav, kan man søke om tillatelse til å gjennomføre arbeidene etter §11-20 og §29.

3.1.5 Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften)

I forurensningsforskriften kan følgende deler være gjeldende:

- Del 1. Forurenset grunn og sedimenter
- Del 2. Støy
- Del 3. Lokal luftkvalitet
- Del 4. Avløp
- Del 5. Visse forurensete komponenter til vann og grunnvann
- Del 8. Tillatelse til forurensning

3.1.6 Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsområder (byggherreforskriften)

Byggherreforskriften har jf. §1 som formål å:

«verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider» (Lovdata, 2009).

Virkeområdet for forskriften er for midlertidige bygg- og anleggsprosjekter, og dermed omfattes ikke permanente virksomheter som utfører bygg- og anleggsprosjekter (Arbeidstilsynet, 2016). I henhold til Lovdata (2009) er det byggherren mm. som er ansvarlig for at bestemmelsene i forskriften blir etterlevd.

3.1.7 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2012)

Formålet med retningslinjen «å legge til rette for en langsiktig arealdisponering som forebygger støyproblemer» (Klima- og miljødepartementet, 2012). Retningslinjen legges til grunn for myndighetsinstanser som er berørt av plan- og bygningsloven, og gir anbefalte støygrenser ved etablering av nye utendørs støykilder.

3.1.8 Forskrift om begrensning av støy i Oslo kommune, Oslo

Formålet med forskriften er jf. §1 å beskytte mot potensiell helseskadelig støy, og omfatter alle former for støy, deriblant støy fra bygge- og anleggsvirksomhet (Lovdata, 2015). I kapittel 2 er det definert særbestemmelser knyttet til bygge- og anleggsvirksomhet, hvor §12 beskriver støygrenser, §13 beskriver støymålinger, §14 beskriver støygrenser for impulsiv støy og §15 beskriver stille perioder.

3.1.9 Lov om eiendomsregistrering (matrikkeloven)

I henhold til §1 er formålet til loven å

«sikre tilgang til viktige egedomsopplysningar, ved at det blir ført eit einsarta og påliteleg register (matrikkelen) over alle faste egedommar i landet, og at grenser og egedomsforhold blir klarlagde» (Lovdata, 2005b).

I §5 uttrykkes det at

«grunneigedom, egedom som er avgrensa ved egedomsgrenser på jordoverflata og som med dei avgrensingane som følgjer av at det eventuelt er oppretta anleggseigedom etter bokstav b, strekkjer seg så langt nedover i grunnen og oppover i lufta som privat egedomsrett rekk etter alminnelege reglar» (Lovdata, 2005b).

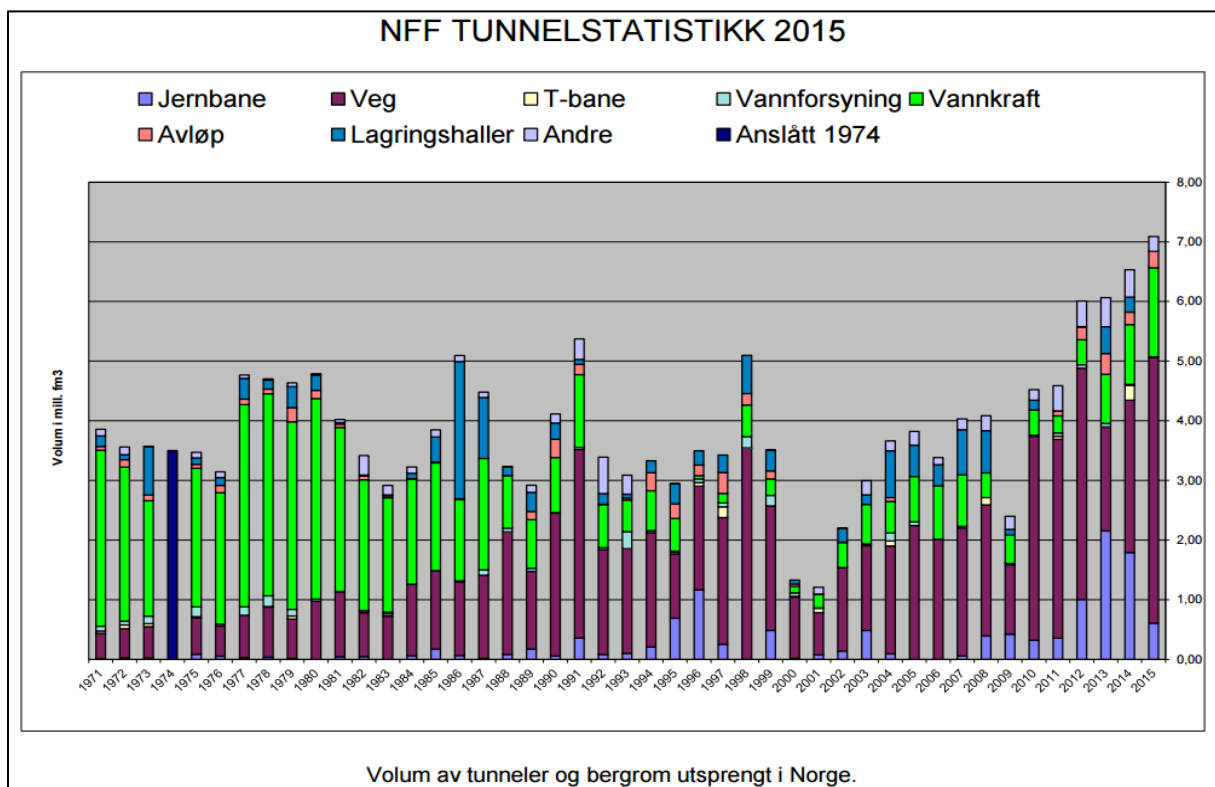
Dersom man skal bygge konstruksjoner til samfunnsnyttige formål, eksempelvis samferdselstunneler, vil man normalt ha ekspropriasjonshjemmel gitt at man ikke har kommet til en frivillig ordning med overflateeier (Eriksen, 2008).

3.2 BRUK AV BERGGRUNNEN I NORGE

Norge har lang erfaring med bruk av undergrunnen. Det hele startet med gruvedrift, og utviklet seg på slutten av 1800-tallet ved bygging av jernbanetunneler i fjellrike, landlige områder (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 1995).

Til tross for lavt innbyggertall er Norge i en særstilling når det gjelder tunneldriving og bruk av bergrom, og har vært en ledende aktør når det gjelder konvensjonell tunneldriving i hardt fjell. Man kan se en kraftig økning i bruken av undergrunnen i Norge i etterkrigstiden, hvorav hovedårsaken til dette er utbygging av vannkraft (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b). I den senere tid har utbyggingen av vannkraft kulminert, og man har hatt en sterk økning i bygging av vegtunneler (Bruland, 2013). Fremover vil man se en økning i bygging av jernbanetunneler i forbindelse med InterCity-nettet (ca.40% tunnelandel), Ulriken tunnel og Follobanen (Løvås, 2015). Follobanen som er en del InterCity-nettet, og Ulrikentunnelen drives begge ved bruk av tunnelboremaskin (TBM). Løvås påpeker at i fremtiden vil de korteste tunnelene være sprenge dobbeltspørtunneler, mens de lengre tunnelene kan drives ved bruk av TBM, gitt at TBM er et samfunnsøkonomisk godt alternativ. Valg av drivemetode vil ikke kun avhenge av tunnellengde, men også av stedlige forhold. Konvensjonell driving av tunnel kan være fordelaktig ved kortere lengder enn TBM, grunnet høy investeringskostnad ved TBM (Chapman et al., 2010).

Til tross for økningen av tunnelprosjekter i regi av jernbanen, kan man ut fra figur 1 se at hovedkilden til utsprenget bergmasse i Norge kommer fra vegtunneler. I samme figur kan man se kulminasjonen ved vannkraftprosjekter og økningen vegprosjekter mot slutten av 1980-tallet.



Figur 1 Volum av tunneler og bergrom utsprengt i Norge 2015 (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015c)

Selv om Norge er en stor nasjon når det gjelder bruk av undergrunnen, så er ikke Norge i fremste rekke når det gjelder bruk av undergrunnen i urbane miljø (Bruland, 2013). Internasjonalt er det større fokus på å inkludere undergrunnen ved langsiktig utvikling og urban planlegging⁴. På denne måten legger man til rette for at flere funksjoner legges i undergrunnen i områder med høy befolkningskonsentrasjon (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2014b). Dette er ønskelig da man bør begrense inngrepene på overflaten ut ifra natur-, miljø- og ressurs hensyn (Bruland, 2013). Et eksempel på en nasjon som implementere bruken av undergrunnen på Master plan-nivå er Finland (Vähäaho, 2016).

⁴ Langsiktig utvikling og urban planlegging omtales ofte som Master plan-nivå.

3.3 URBANE UTFORDRINGER

Mer enn halvparten av jordens befolkning bor i urbane områder, men i industriland er tallene nærmere 80% (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b). Befolkningsveksten i de største norske byer er også økende, og Oslo hadde størst økning i 2014 med 1,7% (Statistisk sentralbyrå, 2015). Tilflyttingen til urbane strøk fører til økt behov for pålitelig infrastruktur (Broere, 2016). Effektiv og bærekraftig infrastruktur er vesentlig for økonomisk vekst, og som et resultat av dette utvikler og utvider alle store byer undergrunnen for å håndtere den voksende befolkningen som krever mobilitet og infrastruktur (Admiraal og Cornaro, 2016b). Broch (2016) kommenterer at gjennom de siste tiårene har det vært en hurtig utvikling i utgravningsmetoder av bergmasser, hvor dette kombinert med økt befolkningsvekst og økt miljøfokus, har nærmest ført til en eksponentiell økning i bruk av undergrunnen.

Typiske utfordringer man kan stå ovenfor i urbane miljø er ifølge ITA (2012):

- Kvaliteten på det urbane miljøet
- Trafikkork og reisetid
- Plassbruk
- Forurensning og støy
- Beskyttelse mot naturkatastrofer

I tillegg til disse utfordringene ser man at det offentlige i økende grad ønsker høyere kvalitet ved følgende (ITA, 2012):

- Pålitelig og trygg transport av folk og gods
- Vann- og avløpssystemer
- Bærekraft mht. miljø og omliggende
- Mer grønt areal og rekreasjonsarealer
- Redusert bruk av fossile brennstoff og utslipp
- Støykontroll
- Estetikk
- Effektiv utnyttelse av eiendommer

Basert på overnevnte punkt må felles planleggingsmål i urbane miljø med høy befolkningstetthet bestå av å forbedre infrastruktur med tanke på transport, fordeling av ressurser og tjenester. Ved å plassere infrastruktur og andre fasiliteter i undergrunnen får man mulighet for langvarige forbedringer i miljø, og en mer effektiv bruk av ressurser (ITA, 2012). I følge Admiraal og Cornaro (2016a) er det viktig å merke seg at det å benytte undergrunnen ikke uten videre gjør utviklingen bærekraftig i seg selv. Admiraal og Cornaro legger frem at for å oppnå bærekraft må følgende kriterier være møtt: 1) utviklingen må være bærekraftig i seg selv, 2) uttatte masser må gjenbrukes på en bærekraftig måte, 3) utviklingen må ikke hindre fremtidig bruk av undergrunnen og 4) utviklingen må ikke hindre fremtidig bruk av området som er skapt. Ganerød et al. (2015) påpeker at når det gjelder bærekraftig byutvikling, så blir undergrunnen i byen ofte oversett, utnyttet ineffektivt, eller utnyttet på en feil måte slik at det oppstår skader på eksisterende infrastruktur. I følge Ganerød et al. kan dette unngås ved bedre planlegging, økt kunnskap og samarbeid mellom de ulike aktørene. Dette samsvarer med ITACUS (2011) som påpeker

at for optimal utnyttelse kreves det god planlegging. Dårlig planlegging fører til lite optimal bruk av undergrunnen, hvor konflikt med tidligere inngrep i undergrunnen ofte fører til at bruken av undergrunnen i byer ikke kan utnyttes optimalt (ITACUS, 2011). Broere (2016) legger frem at det er paradoksalt at undergrunnen ofte kun blir vurdert når man ikke har mer tilgjengelig arealer på overflaten, samt at det finnes ingen annen løsning for å takle de komplekse urbane problemene. Ofte blir avgjørelser som gjelder bruk av undergrunnen besluttet ut fra et mono-funksjonelt perspektiv fremfor et bredere perspektiv. Mono-funksjonell bruk av undergrunnen fører til sub-optimal bruk av plass (Admiraal og Cornaro, 2016b). Dersom man gjennomfører ett og ett prosjekt fører dette til dårlig utnyttelse av ressursene, og man kan få kaotiske plasseringer av konstruksjoner i undergrunnen, noe som gjør det vanskeligere å gjennomføre nye prosjekter. I tillegg kan det hemme et bærekraftig urbant miljø. Eksisterende infrastruktur og lite holistisk tankesett legger dermed beslag på fremtidig utnyttelse av undergrunnen (ITACUS, 2011).

Til tross for potensialet som finnes ved bruken av undergrunnen, så kan undergrunnen være en omgivelse som kan være vanskelig å bygge i, være uønsket miljømessig eller dyrere å bygge i enn overflatefasiliteter. På en annen side, kan det gi bedre naturlig beskyttelse mot naturelementer, eksempelvis ødeleggende klima, støy, og seismiske hendelser. En annen klar fordel er at man frigjør plass på overflaten (ITA, 2012). Urbanisering har ført til og krever at man fortsatt utarbeider passende løsninger for urbane områder, dekker nye krav og forbedrer teknologiske løsninger (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

Ved å legge infrastruktur i undergrunnen vil man kunne påvirke tilflytting og vekst i byområder, ved at eksempelvis støy og forurensning fra trafikken legges om og under bakken. Sagt på en annen måte så kan man ved å utnytte undergrunnen legge til rette for hvilke bydeler eller områder som er attraktive å bebo. Dette kan da bidra til vekst i områder som tidligere ikke hadde vekst (ITA, 2012).

Ved bygging av undergrunnskonstruksjoner vil man påvirke omgivelsene rundt anleggsområdet. Noen av miljøpåvirkningene som kommer fra bygging av undergrunnskonstruksjoner er i følge ITA (2012):

- Luftforurensning som følge av konstruksjonsutstyr
- Påvirkning på grunnvannsnivået
- Forurensning og behandling av grunnvannet
- Utgraving av forurenset materiale
- Avfallsvann som kommer fra anleggsområdet
- Forurensning av overflatevann
- Bruk og deponi av masser

3.3.1 Trafikkbehov

Moderne industrialiserte samfunn behøver en effektivt og pålitelig transportinfrastruktur (Haack, 2004). Trafikkbehovet er komplekst med mange ulike transportbehov som skal dekkes, eksempelvis privatbilister, tungtransport og kollektivtransport (Fagermo, 2015). Man ønsker dermed i større grad helhetlige transportløsninger hvor areal- og transportutvikling må samsvare med ønsket byutvikling (Statens vegvesen, 2012). I følge Østlid (2013) vil transportvolumet øke raskere enn økning i antall mennesker på jorden

tilsier. Sett i sammenheng med økt urbanisering tilsier dette at man må legge til rette for gode løsninger for å håndtere volumet.

I følge ITA (2012) vil vegtunneler som går direkte til bysentra ofte ikke bli tatt til vurdering som følge av de høye direkte kostnadene, sikkerhets- og trygghetshensyn ved arbeidene knyttet til tunnelen, samt behovet for ventilasjonskonstruksjoner og rømningsveier. I tillegg kan den omfattende byggeprosessen være til stor ulempe for tredjepart. Til tross for dette, blir gjerne de helhetlige fordelene på sikt vektet mer enn de negative og midlertidige innvirkningene.

Avgjørelsen for å bygge en tunnel i et urbant miljø er som tidligere nevnt avhengig av flere faktorer. Blant disse faktorene vil man kunne ha potensielle utfordringer knyttet til eksisterende naturlige, eller menneskeskapt hindringer i berggrunnen, som for eksempel eksisterende tunneler eller fundamenter til nabokonstruksjoner (ITA, 2012). Det er viktig å kartlegge alle faktorene i planprosessen for å sikre best mulig og sikker løsning, samt at det håndteres på en god måte under utførelse (Fagermo, 2015).

Støyen og avgassene fra vegtrafikk er elementer som er forstyrrende for bymiljøet. Trafikkpåvirkningen vil blant annet legge restriksjoner på bruk av areal for de planleggerne og innbyggerne som ønsker annen utnyttelse av disse sentrale arealene. Det å fjerne et stort antall private biler fra gatene og inn i tunnel har flere fordelaktige konsekvenser. I tillegg til en betydelig reduksjon i forurensning og støy, kan gateområder som tidligere var tatt opp av kjøretøy bli utnyttet til andre formål. Ved å gå i undergrunnen legger man til rette for økt trafikk-kapasitet uten å legge beslag på nye og tidligere sentrale arealer (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 1995). Et eksempel på ny bruk av tidligere okkuperte områder er omgjøring til miljøgate, med mer grøntarealer og økt tilrettelegging myke trafikanter (Vaa et al., 2012).

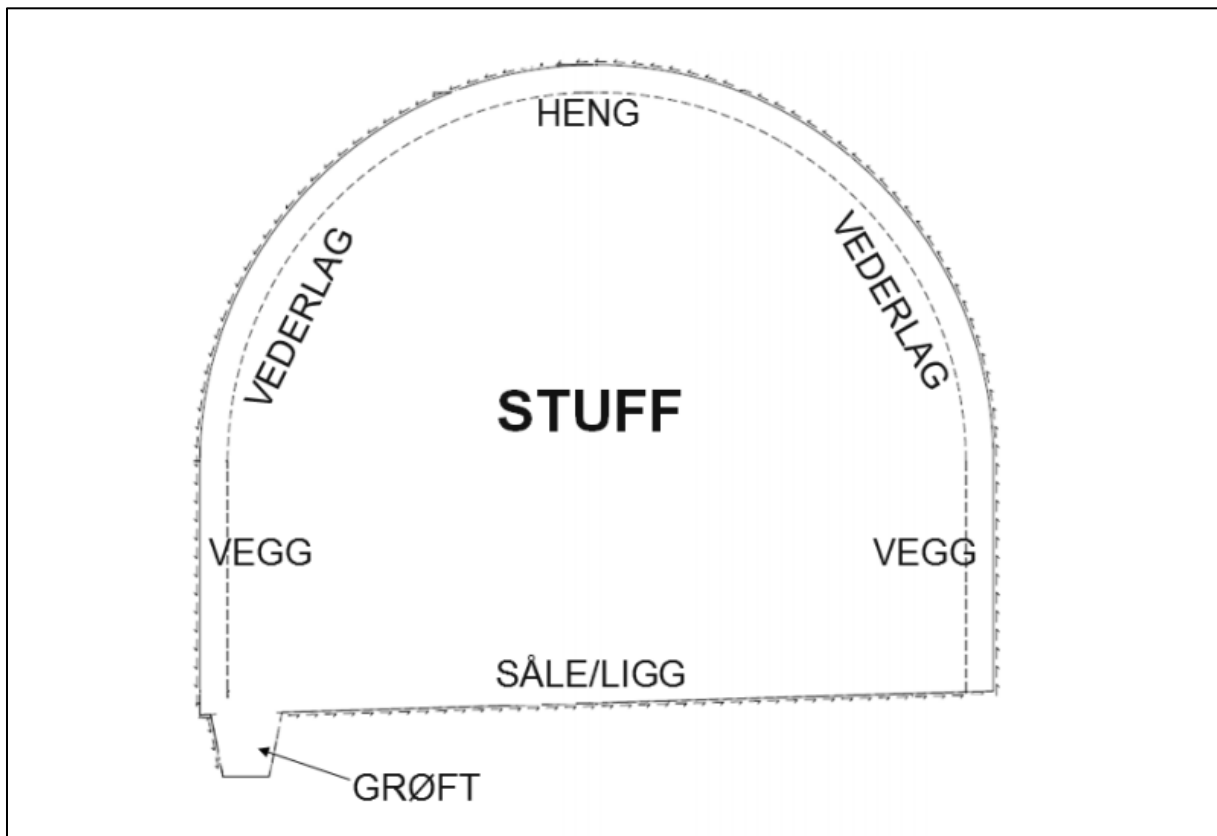
Det er viktig å nevne at det er ikke kun vegtunneler som kan være løsninger, men også utbygging av andre kollektivtilbud, slik som jernbane eller T-bane. Et eksempel er InterCity-nettet, som blant annet skal legge «til rette for et tilbud som møter den økte etterspørselen etter transport i takt med befolkningsveksten» (Jernbaneverket, 2015). Ved jernbaneprosjekt kan man også møte utfordringer ved bruk av konvensjonell driving som drivemetode. Det er blant annet enda høyere krav til tetthet i jernbanetunneler enn ved vegtunneler, og vanlig praksis har vært full utstøping. Derav kan TBM vært et godt alternativ ved lengre strekker, ettersom man kan ha montere betongskjold langs traséet ved bruk av skjoldet TBM (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015b). I følge Løvås (2015) vil det komme endringer hva det gjelder tetting i jernbanetunneler, hvor Jernbaneverket nå ønsker å ha full utstøping med membran nær portaler og i frostsoner, og sprøytemembran og sprøytebetong ellers.

3.4 KONVENSJONELL TUNNELDRIVING

Internasjonalt er den norske tunneltradisjonen knyttet til metoder mot «hard rock tunnelling». Kjennetegnet ved «hard rock» er at man har et fjell som er krevende å bore, sprengne og laste. Dette er på grunn av slitasje- og fasthetsegenskapene til bergmassen. Men til tross for at det kan være en krevende bergmasse, gir det som oftest tunneler som ikke har behov for utstøping. Årsaken er fjellets gode stabilitetsegenskaper (Bruland, 2013). Dette gir utgangspunkt til den norske bergfilosofien hvor man ønsker å benytte fjellet som en selv bærende konstruksjon; man ser på fjellrommet som relativt stabilt, hvor man ikke behøver omfattende sikringstiltak (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

I Norge er det i hovedsak konvensjonell tunneldriving som har vært benyttet som drivemetode. Årsaken til dette kan være knyttet til forventningen om varierende grunnforhold, og dermed kunne ha tilstrekkelig fleksibilitet til å håndtere endringer på en god måte når det gjelder å sikre tilstrekkelig stabilitet (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b). Den norske drivemetoden gjennomføres med høy produktivitet og er kostnadseffektiv. Metoden har en klart fordel fremfor TBM med hensyn til varierende bergkvalitet, samt behovet for bergsikring eller injeksjon for å sikre trygge tunnelomgivelser (Bruland, 2013, Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

I figur 2 presenteres enkelte tunnelbegrep ut av et tunneltverrsnitt som vil benyttes videre i oppgaven



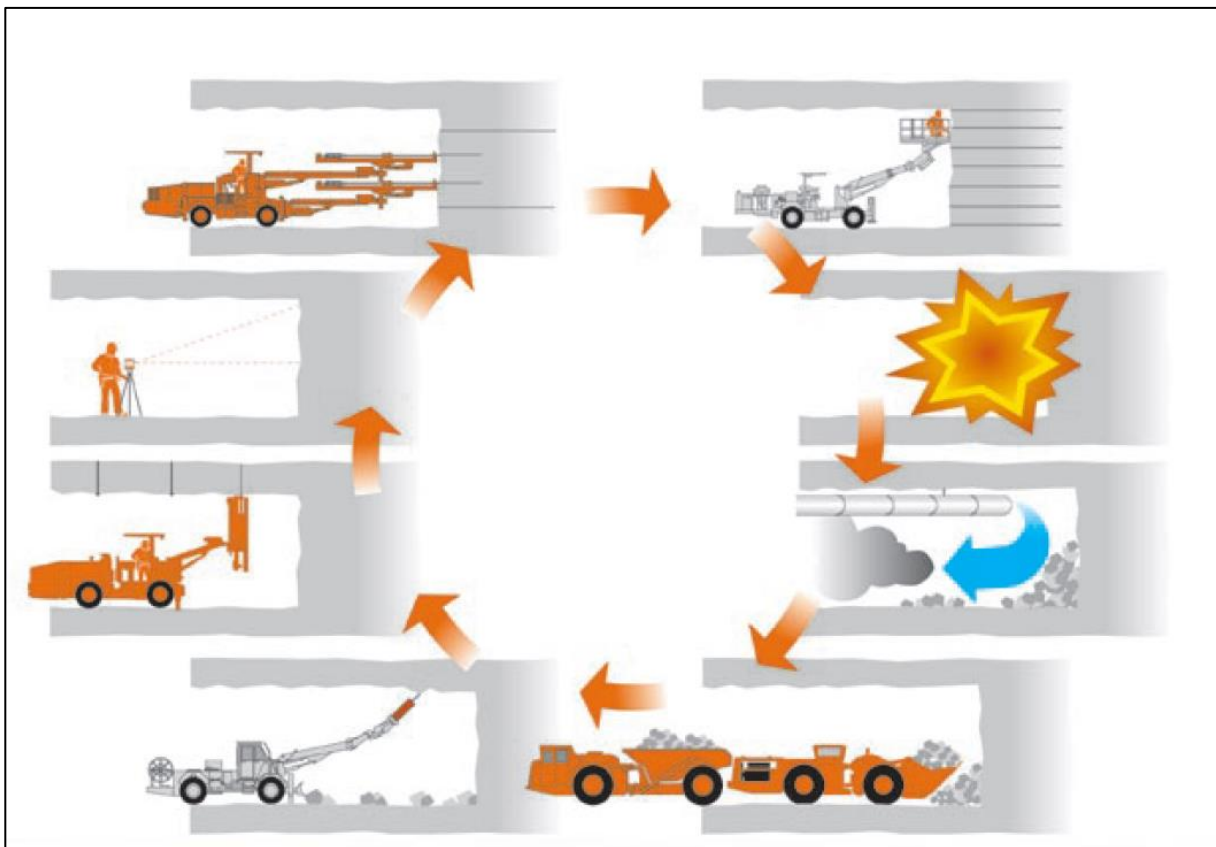
Figur 2 Tunnelbegrep (Sagen, 2015)

3.4.1 Fremgangsmetode

Konvensjonell tunneldriving omtales som en syklisk prosess, hvor én salvesyklus består av følgende elementer (ITA, 1998):

- Sonderboring og forinjeksjon
- Boring
- Lading
- Skyting
- Ventilasjon
- Lasting og transport
- Rensk og sikring
- Kontroll og oppmåling

Illustrasjon over syklusen er gitt i figur 3.



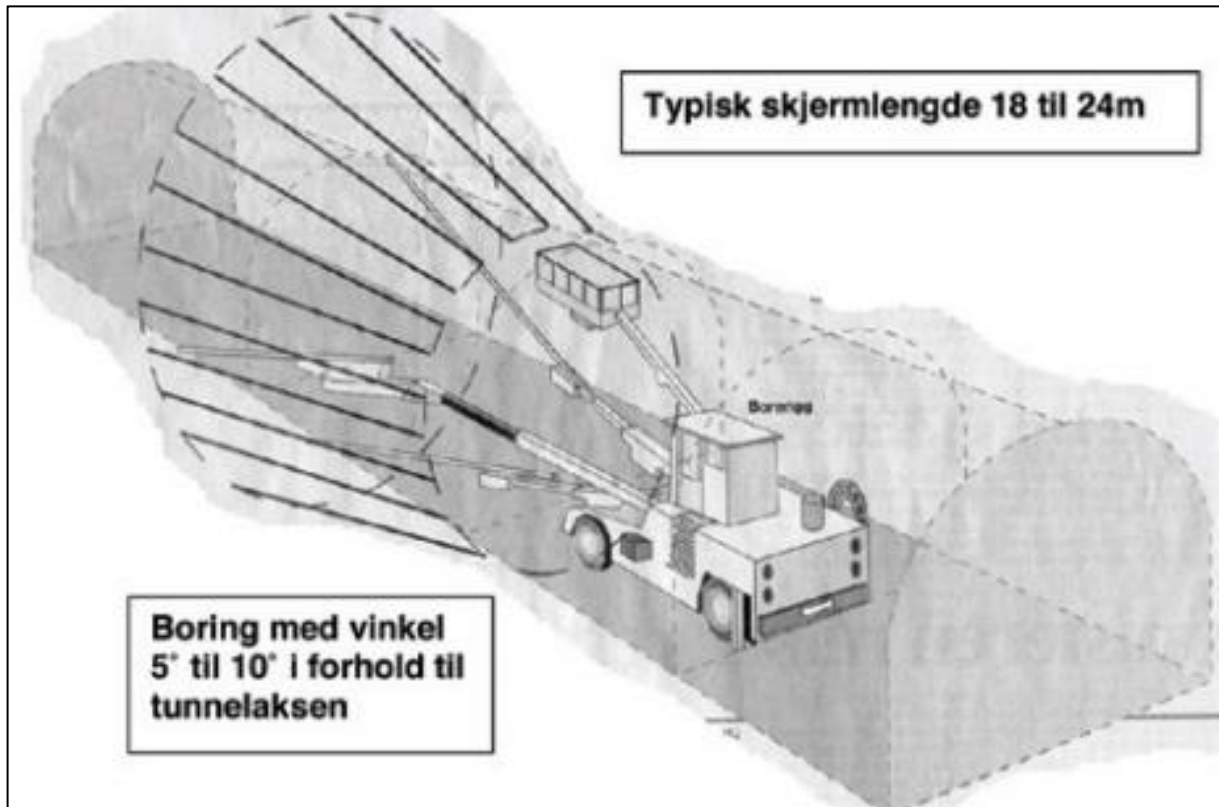
Figur 3 Illustrasjon av salvesyklus (Sandvik, 1999)

Sonderboring og forinjeksjon

Det kommer ikke frem i foregående figur, men vanlig praksis i Norge er å foreta sonderboring for å kartlegge og vurdere vanninntrengingen i tunnelen. Det er gjerne kontraktfestet at det skal foretas systematisk sonderboring etter et gitt antall salver (pr 3. eller 4. salve), dette for å sikre overlapp ved systematisk forinjeksjon dersom man må støpe ut injeksjonsskjerm. Prosessen for sonderboring er at man borer flere hull (ofte fire hull: to mot hengen og vederlag, to mot sålen og vegg), og man måler inntrenging av vann. Det vil være gitt krav om maksimal inntrenging pr hull eller samlet, og dersom et av disse kravene

overstiges må det injiseres. I tettbygde strøk vil krav til tetthet være bestemt ut ifra at man ønsker å unngå skade på omgivelsene som følge av grunnvannssenkning, samt unngå vann- og frostproblemer i tunnel (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2010).

Forinjeksjon utføres ved at man borer hull rundt hele tverrsnittet i vifteform, illustrert i figur 4. Deretter pumper man inn en sementbasert injeksjonsmasse under høyt trykk. Denne massen vil trenge inn i sprekke i berget, og dermed tette omliggende bergmasse. Injeksjonsskjermen som dannes skal holde vannet utenfor tunneltverrsnittet, og dermed unngår man vanninntrenging og reduserer sannsynligheten for grunnvannssenkning (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2010).



Figur 4 Boring av injeksjonsskjerm med bruk av 3-boms borrhigg (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2010)

Boring og lading

Borehullene bores ved hjelp av en borerigg, hvor man borer etter en digital boreplan som ofte utarbeides av entreprenørens geomatikere på prosjektet. Antall hull vil være avhengig av tverrsnittet, og designet av boreplanen vil ofte basere seg på erfaring og stedlige forhold. Boreplanen oppdateres jevnlig for optimalisering av salven. Hastigheten på boringen er omtrent én til fem meter pr. minutt (Chapman et al., 2010). Bormønsteret må lages slik at hvert hull har fri brytning, samt at det er tilstrekkelig tidsforsinkelse mellom hullene ved initiering. Dette for sikre minst mulig innspenning, samt sikre at alle ladningene går av (Sandvik, 1999).

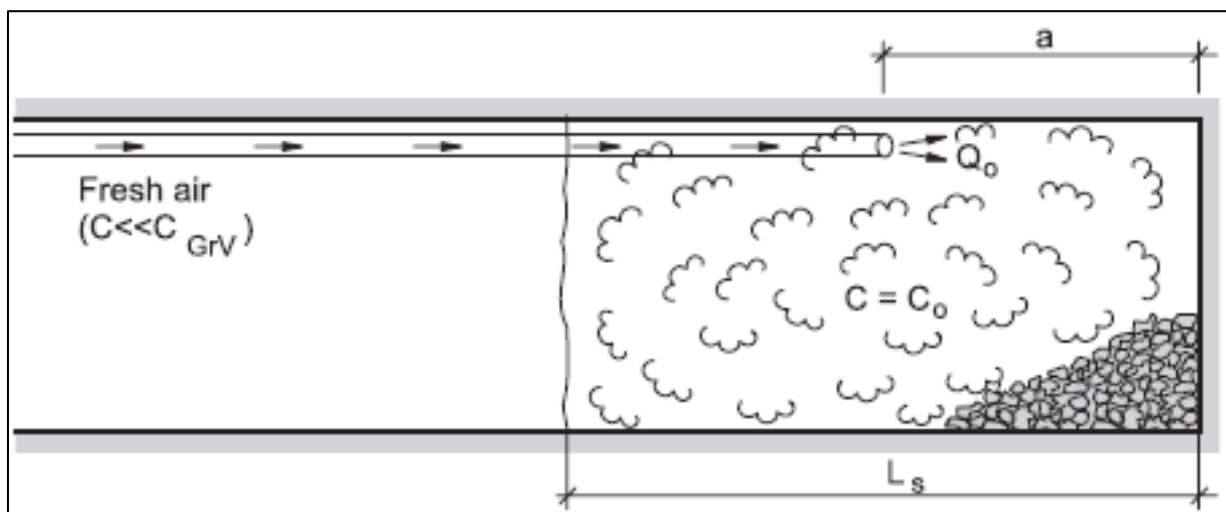
Etter at boringen er utført lades borehullene med sprengstoff. Det blir som oftest benyttet emulsjonssprengstoff da dette forenkler ladingen. I tillegg avgir det mindre skadelige avgasser enn eksempelvis ANFO og patronert sprengstoff (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b). Et resultat av dette er at man bedrer arbeidsforholdene på stoff og reduserer kravene til ventilasjon (Zare og Bruland, 2007).

Dersom det foreligger krav til forsiktig sprengning med hensyn til eksempelvis rystelser, gjøres tiltak. Tiltakene kan være i form av kortere salvelengde, mindre salver og mindre antall hull, samt benytte hele spekteret av tennerintervall (Sandvik, 1999).

Sprenging og ventilasjon

Det er kritisk at skytingen av kutten er suksessfull, ettersom kutten kun har en retning å utvide seg. På grunn av dette har kutten vesentlig høyere ladningsdensitet enn resten av tverrsnittet. Vanligvis initieres liggerne til slutt, rett før nederste hjørnehull. Dette vil føre til at røysa løftes noe, og man gjør opplastningen enklere (Sandvik, 1999).

Før man kan starte utlasting og rensk må det ventileres slik at skytegassproppen har forflyttet seg tilstrekkelig bort fra stuff, og er tilstrekkelig tynnet ut. Dette er illustrert i figur 5.



Figur 5 Skisse av enveis blåsende ventilasjon (Sandvik, 1999)

På grunn av mengden avgasser er det viktig at ventilasjonen er riktig dimensjonert for å sikre krav til HMS (Modell og Lima, 1992). Man har to ulike kategorier for ventilasjon, og det er henholdsvis enveis eller toveis ventilasjon (Sandvik, 1999). Nødvendig ventilasjonstid avhenger av effektiviteten til ventilasjonen, sprengstoffet som er benyttet, samt nasjonale lover og reguleringer. Som en generell regel bør det ventileres minimum 15 minutter før man trekker inn i området hvor salven ble detonert (Chapman et al., 2010).

Opplasting og utkjøring

Ved opplasting benyttes enten hjullaster eller gravemaskin. Ved utkjøring benyttes enten en form for dumper eller lastebil (semi). Dumper har stor lastekapasitet og kan benyttes ofte inne på anlegget frem til deponi eller omlasteplass. Deretter lastes det over på lastebil (eller lekter dersom man er ved vann) som er bedre egnet til transport på det offentlige vegnettet på grunn av fartsgrense og dimensjoner (Eriksen, 1997).

Det er en viss risiko for at det kan være udetonert sprengstoff i røysa, og man derfor bør utøve forsiktighet ved opplasting (Chapman et al., 2010).

Rensk og sikring av salven

Hensikten med rensk er å fjerne løs stein fra tverrsnittet etter salven er skutt (Sandvik, 1999). Etter man er ferdig med opplasting og utkjøring, foretas det maskinell rensk i form av pigging. Her monteres det en pigghammer på en graver, og man bryter løst berg mekanisk for å gjøre arbeid på stuff sikkert (Sandvik, 1999). Etter at man har pigget ferdig, foretar man en manuell rensk med spett fra korg, hvor byggherrens kontrollingeniør er tilstede for å vurdere bergmassen og hvilke sikringstiltak eller sikringsklasse man skal gå ut ifra (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

Man skiller mellom midlertidig sikring og permanent sikring. Entreprenøren er ansvarlig for midlertidig sikring, og dermed sikre at arbeidet på stuff kan utføres på en trygg måte. Dette er ofte en del av den permanente sikringen. Et viktig aspekt ved permanent sikring er vurderingen av holdbarheten til sikringssystemet over tid (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2008). Fjellbolting og sprøytebetong er to vanlige sikringsmetoder ettersom de har høy styrke og tar kort tid å installere som følge av mekanisert og automatisert utstyr (Zare og Bruland, 2007).

Måling

Geomatiker undersøker at det er tilstrekkelig størrelse på tverrsnittet, slik at det ikke står igjen bergmasse som ligger innenfor det teoretiske tverrsnittet. Dette er for å sikre at man unngår at det blir for trangt når innredning og tekniske installasjoner skal inn i ettertid. Profilmåling gjøres gjerne samtidig som rensk pågår for å spare tid.

3.5 KONVENSJONELL TUNNELDRIVING I TETTBYGDE STRØK

Prinsippene for konvensjonell drift i urbane områder er de samme som i rurale. Forskjellen vil blant annet ligge i strengere krav ved sprengningsarbeid med hensyn til tredjepart, noe som vil påvirke driftsopplegget sammenlignet med anlegg uten restriksjoner (NTNU - Anleggsdrift, 1998). Broch (2000) legger frem at når det gjelder prosjekteringskriterier til urbane tunneler, så er disse ofte styrt av grunnforholdene. Herunder ligger grunnstabilitet, deformasjoner og potensielle konsekvenser for senere tilvekst. Årsaken til at dette setter premissene for prosjekteringen er at det urbane miljøet er veldig følsomt for ethvert inngrep og forurensning. Mange av disse faktorene som virker inn er styrt av lovgivende reguleringer, mens andre har rot i offentlig bekymring eller politisk press. Realiteten er at det offentlige i økende grad ytrer bekymring overfor hvordan aktiviteter virker inn på nærmiljøet. Broch mener videre at det offentlige må ha forståelse for at utnyttelse av undergrunnen er en kostnadseffektiv, økologisk god løsning til det økende behovet for den økende befolkningen. Samferdselsprosjekter er veldig synlige, påvirker et stort utvalg interessenter, samt kan være attraktivt stoff for media.

Bestemmelsene knyttet til byggeaktiviteter er ofte beskrevet i reguleringsplanene. På grunn av dette er det viktig å granske forslagene til reguleringsplan nøye og diskutere med planmyndighet før planen er vedtatt i tilfelle foreslåtte bestemmelser er utfordrende eller umulige å implementere (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

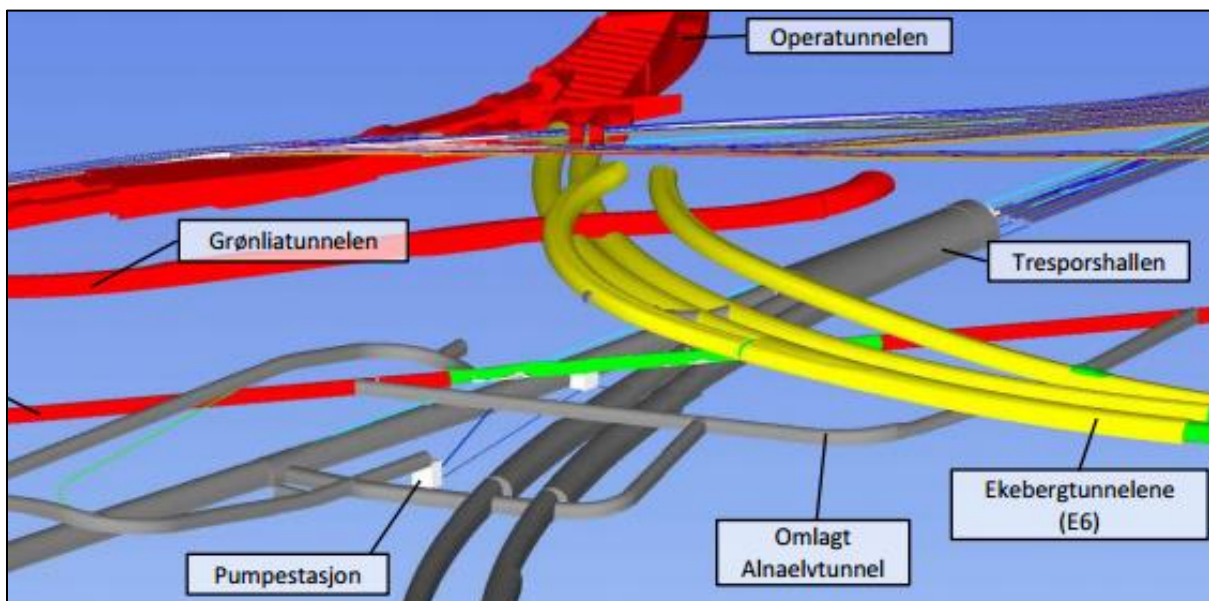
Involvering av tredjepart er viktig for å unngå potensielle konflikter. Svendsen og Hansen (2008) legger frem hvilke erfaringer de har hatt fra urbane prosjekt, og blant annet kommer det frem at kommunen kan undervurdere motstanden mot et prosjekt i forkant av oppstart av de fysiske arbeidene. Beboere må bli involvert tidlig for å kunne ytre sine synspunkter. Dersom man ikke gjør det kan det ha fordyrende effekt på prosjektet, og gjøre det tyngre å gjennomføre. Et aspekt er om de føler seg overkjørt i reguleringsplanen, men Svendsen og Hansen opplevde også at beboerne mente de ble fratatt muligheten til å benytte eiendommen under bakkenivå. I tillegg mente de at eiendommen falt i verdi som følge av undergrunnsanlegget. Svendsen og Hansen legger frem at dette er element tiltakshaver bør vurdere ved fremtidige utbygninger. Spørsmål knyttet til eiendomsrett er en problemstilling som fortsatt er aktuell, blant annet ved Bjørnegårdtunnelen i Bærum kommune (budstikka.no, 2016).

Ved urbane prosjekt vil mange av gjeldene forhold kunne ha motstridende påvirkning på et prosjekt. Ved å drive et prosjekt i urbane områder øker dermed gjerne kompleksiteten, hvor økte krav og restriksjoner vil føre til økte kostnader (Fagermo, 2015). Torp et al. (2012) har undersøkt kostnads- og budsjettutvikling i vegprosjekter i Norge. Her kommer det blant annet frem at gjennomsnittlig kostnadsoverskridelse for urbane prosjekter er i overkant av 20%⁵, mens mer rurale prosjekt ligger på overskridelser rundt 3-7%. Disse resultatene er knyttet til komplette vegprosjekt, og ikke utelukkende for tunneler, men gir en indikasjon på hvilken konsekvens kompleksiteten i urbane prosjekter har når det gjelder kostnad. Norconsult (2016) har på vegne av NHO kartlagt årsaker til kostnadsøkninger i norske vegprosjekt. Her kommer det frem at det ikke er i selve byggefasen overskridelsene skjer, men gjennom planleggingsstadiet som følge av endringer i omfang og forutsetninger. Det pekes blant annet på at lokale og sentrale myndigheter kan være kilder til disse økningene,

⁵ Bjørvikatunnelen-prosjektet ble vurdert såpass spesielt at det ikke ble med i porteføljen

hvor eksempelvis lokale myndigheter har få økonomiske insentiv til å vurdere kost/ nytte. Som følge av at mesteparten av kostnadsdelen dekkes av nasjonale midler, har kommuner og lokale interessenter sterke motiv for å utvide prosjektet. I tillegg påpekes det at omfattende norske vegkrav kan være kostnadsdrivende, men man må merke seg at ved tunneløsninger vil det stilles EU-krav. Et annet aspekt rapporten belyser er faktorer knyttet til mangelfullt kunnskapsgrunnlag. Beslutninger som tas på dårlig informasjonsgrunnlag kan ha konsekvenser for kostnaden (Samset, 2008). Gjennom grundigere analyser kan man oppleve og måtte gjøre endringer eller tillegg ved eksempelvis avbøtende tiltak ved uønskede inngrep og konsekvenser (Norconsult, 2016). Dette er noe som kan være tilfelle ved urbane prosjekt som benytter konvensjonell tunneldriving som drivemetode.

I urbane prosjekt kan mangelen på plass være en utfordring. Man kan ha plassmangel i grunnen som følge av eksisterende infrastruktur, som illustrert i figur 6, og man kan ha mangel på plass ved påhugg og riggområder som vist på bilde 1. Eksisterende, urbane områder er blant de mest utfordrende faktorene ved bygging i undergrunnen i urbane miljø. Årsaken til dette er at lite tilgjengelige arealer for nye fasiliteter, høy befolkningstetthet og nærhet til historiske og kulturelt viktige bygninger og nærområder (Sterling et al., 2012).



Figur 6 Illustrasjon på hvor tett det er i undergrunnen i Oslo (Enoksen, 2015)



Bilde 1 Trangt ved påbygg ved Strindbeimtunnelen, Trondheim (Aagaard, 2014)

Ved tunneldriving i urbane områder må en ha en plan for midlertidig trafikkavvikling, en detaljert plan av anleggsområdene og ha fokus på at sikkerhetsaspekter tas hånd om i tilstrekkelig grad (Ghorbani et al., 2012). Dersom man endrer kjøremønsteret ofte er det viktig at det kommer tilstrekkelig og god informasjon ut til brukerne. Til eksempel benytter Statens Vegvesen aktivt sosiale medier med bilde- og videoeksempler på hvordan de nye, midlertidige kjøremønstrene er (Statens vegvesen, 2016).

3.5.1 Ytre miljø

I dag stilles det strenge krav til at hensynet til ytre miljø er ivaretatt ved gjennomføring av bygge- og anleggsarbeider. Tredjepart skal skjermes for unødvendig sjenanse under bygging, noe som kan føre til at avbøtende tiltak innføres i et prosjekt (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

Det er byggherren som er ansvarlig for å gjennomføre en vurdering av risiko for ytre miljø, samt sørge for at arbeidene som blir gjort i gjennomføringsfasen er i henhold til lover og forskrifter (Vegdirektoratet, 2010). Dermed er det byggherren som skal utarbeide en plan for ytre miljø, og dette skal gjøres før det utarbeides konkurransegrunnlag for utbyggingsfasen. Alternativt kan byggherre be entreprenør komme med forslag til løsning i konkurransegrunnlaget, og bli vurdert på dette i tillegg ved anbudsprosessen (Statens vegvesen, 2013). Tiltak som bestilles, enten som permanente eller midlertidige tiltak, skal detaljeres og innarbeides i konkurransegrunnlaget. Dette gjelder også eventuelle øvrige hensyn entreprenør må forholde seg til under anleggsfasen. Bestillingen skal utføres på en

slik måte at entreprenøren kan kalkulere alle kostnader knyttet til utførelse av kontrakten (Vegdirektoratet, 2014).

I henhold til Vegdirektoratet (2010) vil det være krav og restriksjoner knyttet følgende forhold:

- Setninger, rystelser, luftsjokk, støy, utslipp
- Naturmiljø, vannbalanse
- Forutsetninger i vedtatte planer (spesielt reguleringsplan)
- Søknads- og meldeplikt i henhold til plan- og bygningsloven og andre lover og forskrifter
- Arbeidstidsbegrensninger
- Nabokontakt og nærinformasjon

Vegdirektoratet (2014) legger vekt på miljøaspekt knyttet til ytre miljø-plan. Disse vil avhenge i omfang ut fra prosjektets størrelse og egenskaper. Følgende punkt må det gjøres en vurdering på i ytre miljø-planen:

- Støy
- Vibrasjoner
- Luftforurensning
- Forurensning av jord og vann
- Landskapsbilde/ bybilde
- Nærmiljø og friluftsliv
- Naturmiljø
- Kulturmiljø
- Energiforbruk
- Materialvalg og avfallshåndtering

Aspekter knyttet til for eksempel massetransport og massedeponi vil inngå i overnevnte punkter.

3.6 UTFORDRINGER VED KONVENSJONELL TUNNELDRIVING I TETTBYGDE STRØK

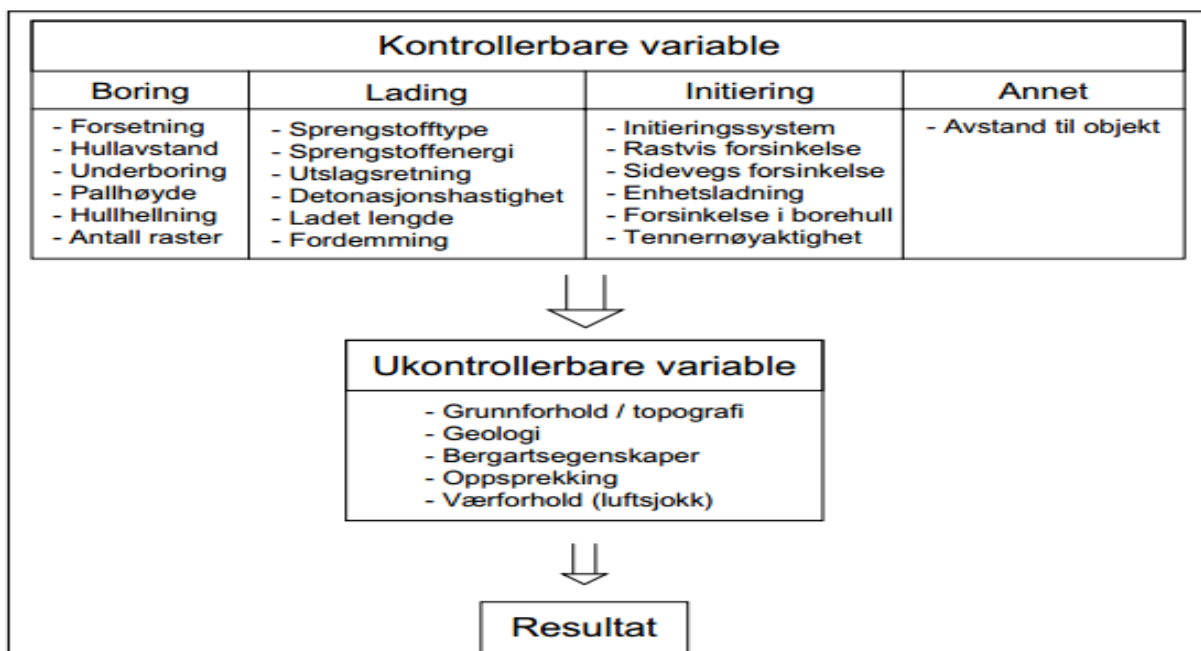
I dette kapittelet ses det nærmere på enkelte aspekter som litteraturen mener kan være utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det ses nærmere på hva som kan gjøre de utfordrende, hvordan de håndteres, hvilke regelverk og krav som inngår og hvordan det håndteres i praksis. Basert på litteratur og dybdeintervju ses det nærmere på følgende utfordringer:

- Rystelser
- Støy
- Støv
- Massetransport og massedeponi
- Avfallsvann
- Grunnvann og setninger

3.6.1 Rystelser

I følge NTNU - Anleggsdrift (1998) kan rystelser defineres som seismiske bølger som forplantes gjennom et materiale. Andre uttrykk for rystelser kan være vibrasjoner eller sprengningsinduserte vibrasjoner når den seismiske bølgen er initiert ved sprengning.

Ved sprengning bestemmes rystelsesnivået i stor grad av samtidig detonerende ladningsmengde og avstand mellom ladning og målepunkt. Det er spesielt bergartsparametre, oppsprekking og borenøyaktighet som har størst innvirkning på rystelsesnivået (NTNU - Anleggsdrift, 1998). Hvilke faktorer som er kontrollerbare og ikke kontrollerbare når det gjelder rystelsesnivået ved sprengning er presentert i figur 7.



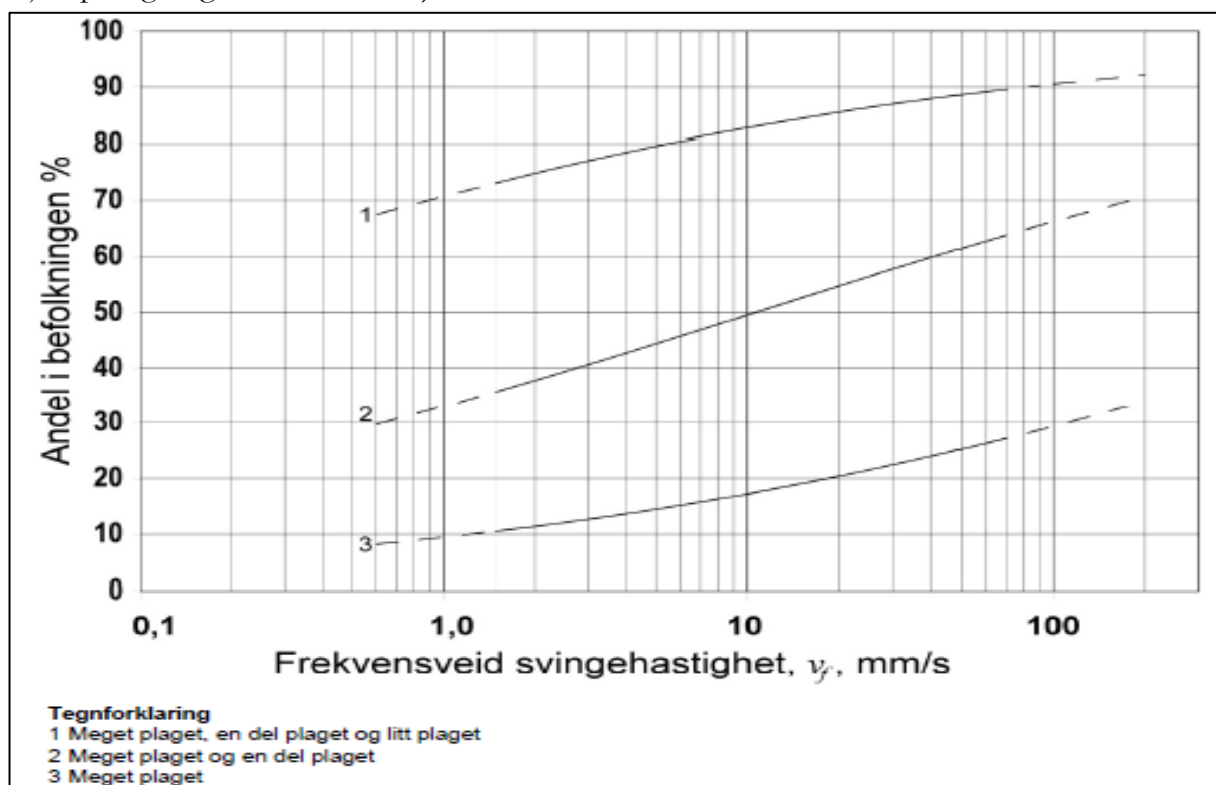
Figur 7 Faktorer som innvirker på rystelsesnivået ved sprengning (NTNU - Anleggsdrift, 1998)

Seigt, tungsprengt berg hvor salvene har stor grad av innspenning vil ha vesentlig større rystelser enn lettsprengt berg med liten grad av innspenning. Dersom man opplever spesielt store rystelser, kan dette komme av at ett eller flere borehull ikke bryter (Nilsen og Broch,

2012). Ved oppsprukne bergarter vil vibrasjonene dempes avhengig av vinkelen for utbredelsesretningen i forhold til oppsprekkingen. Dersom utbredelsesretningen er normalt på oppsprekkingen vil rystelsene dempes raskere enn ved parallelt på oppsprekkingen. Økende oppsprekingsgrad vil gi et lavere rystelsesnivå (NTNU - Anleggsdrift, 1998, Nilsen og Broch, 2012). Dersom man opplever kraftige vibrasjoner som ikke umiddelbart virker til å ha en logisk forklaring kan dette ofte føres tilbake til unøyaktig boring, geologiske forhold, initieringsfeil, grunnvannstand, egensvingninger eller målefeil (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Rystelser er hovedproblemet når tunneler passerer bygninger eller andre sensitive installasjoner (Sandvik, 1999). Mennesker er meget følsomme for vibrasjoner, og ved en undersøkelse utført av Transportøkonomisk institutt på vegne av Standard Norge svarte ca. 49% av beboerne at de opplevde vibrasjonene fra sprengningsarbeidet som meget eller en del plagsomme når de oppholdt seg i boligen (Standard Norge, 2014). Resultatene er vist i figur 8.

I følge Standard Norge (2013) vil det være større risiko for skader på byggverk ved vibrasjoner ved lavere frekvenser enn ved høyere frekvenser. Egenfrekvensen til byggverk ligger stort sett i området 5-15 Hz. Konsekvensen av dette er at rystelser i området 10-20 Hz bærer større skaderisiko enn bølger i frekvensområdet 50-300 Hz (NTNU - Anleggsdrift, 1998). Til tross for at det kan oppstå misnøye og ubehag ved de ulike frekvensveide svingehastighetene, er dette områder som ikke er skadelige eller farlige, men det kan fortsatt oppleves som ubehagelig for beboere. God informasjon til beboere er viktig, da dette kan redusere frykt. Erfaring viser at tredjepart tolerer vesentlig sjenanse så lenge de er informert om hva som foregår og hvorfor (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).



Figur 8 Tredjeparts opplevelse av rystelser (Standard Norge, 2014)

Regelverk og krav

Gjeldende krav og regelverk baseres på de veiledende grenseverdiene til *NS8141 – Vibrasjoner og støt*. Disse verdiene skal ikke oppfattes som skadegrenser. De veiledende verdiene er ment å forebygge skader på byggverk, hvor byggverket er forutsatt å tåle gjentatte eksponeringer (Standard Norge, 2013). På bakgrunn av de fastsatte grenseverdiene må sprengningsarbeidene utføres slik at det ikke medfører unødvendig risiko (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

I de områdene det er fastsatt grenseverdier skal det til enhver tid utføres vibrasjonsmålinger. I *NS8141* vil det være spesifisert krav til måleutstyr og hvordan måling av vibrasjon skal utføres og dokumenters. Det er viktig at målingene sikrer nødvendig og tilstrekkelig dokumentasjon for å gi grunnlag til løpende justeringer av salveopplegg. De forhold som ikke omfatter bestemmelsene i *NS8141* gjelder; 1) eventuell fare for setninger i undergrunnen som følge av vibrasjonsinduserende virksomhet, 2) potensiell skade på rystelsesutsatt inventar og 3) eventuell sjenanse for beboere (Vegdirektoratet, 2010).

Håndtering

Vibrasjoner med høy frekvens vil oppstå nært sprengningsstedet, disse representerer som nevnt en lavere skaderisiko enn lavfrekvente vibrasjoner. På grunn av dette kan man tillatte høyere svingehastighet med hensyn til tålegrensene til byggverket nær sprengningsstedet (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Besiktigelse

Når man utfører sprengningsarbeider i tettbygde strøk, kan det komme påstander om at sprengningsarbeider forårsaker skader på eiendom. For å unngå at slike skader oppstår, er det nedlagt stort arbeid for å komme frem til kriterier for utførelse av sprengningsarbeider (Nilsen og Broch, 2012). For å sikre at man ikke har forårsaket skade på omliggende bygninger og andre konstruksjoner, utfører man besiktigelse av de konstruksjoner man antar vil bli påvirket, og dette skjer før arbeidene igangsettes (Standard Norge, 2013). Besiktigelsen og registrering utføres av en nøytral fagkyndig sammen med eier. Beskrivelsen av konstruksjonen suppleres med fotografier eller videoopptak (Vegdirektoratet, 2010).

Gitt at grunnen består av berg, bør konstruksjoner som ligger innenfor 50 meter fra sprengningsområdet, inkluderes i besiktigelsen. Området bør utvides til 100 meter dersom grunnen består av løsmasser. Dersom omfanget av sprengningsarbeidene er omfattende eller det er spesielle grunnforhold, kan det være behov for å utvide området for besiktigelse (Standard Norge, 2013).

Prøvesprengning

Prøvesprengning blir utført for å gi et sikrere grunnlag for vurdering av rystelsesforløp. Ved å gjøre dette vil man oppnå økt sikkerhet ved ladningsberegning, driftsplanlegging og gjennomføring. Man borer prøvesprengningshull i område hvor planlagt, framtidig sprengningsarbeid skal foregå. For å sikre trender knyttet til lokale overføringsforhold, må prøvesprengningen utføres med varierende avstand og ladningsmengde. Ladningsmengde er ofte redusert sammenlignet med ordinært sprengningsarbeid, noe som gjør at rystelsesnivået vil ligge langt under dimensjonerende grenseverdier. Ettersom det er redusert ladningsmengde, vil det være en usikkerhet ved sammenligning av prøveresultater opp mot ordinær drift. På bakgrunn av dette er det viktig å tolke og tilpasse resultatene mot

fremtidig driftssituasjon, slik at man ikke fastsetter urimelige strenge krav på uriktig grunnlag (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

I følge NTNU - Anleggsdrift (1998) vil man ved stive bergarter med høy trykkfasthet og høy seismisk hastighet ha god overføringsevne, særlig ved lav oppsprekkingsgrad. Dersom en slik bergart opptrer som hardganger i mer oppsprukket og bløtere bergart med dårligere overføringsevne, kan det forekomme større rystelser enn forventet fra prøvesprengning.

Rystelsesdata

Tunnelsalver har vanligvis en varighet på 4-6 sekunder, og på rystelsesdataene er det mulig å identifisere de enkelte tennerintervall. Ved å analysere dataene for rystelsesforløpet kan man kartlegge hvor i detonasjonsforløpet en eventuell ekstremalverdi har oppstått. Dette gir da mulighet for å iverksette tiltak for å redusere rystelsene ved påfølgende salver (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Det er som regel ikke kuttområdet som forårsaker de høyeste rystelsene. Det er riktignok en utbredt oppfatning om at det er kuttområdet som gir høye rystelser, men i kuttet er det liten hullavstand, liten forsetning, nøyaktig boring, lav innspenning og høy spesifikk ladning. Forholdet mellom disse faktorene gir stort sett lave vibrasjoner fra kuttet. Basert på empiri viser det seg at maksimalutslagene som regel kommer fra vederlag og fra hjørnene (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Utførelse

Man kan redusere rystelsene ved å redusere salvelengden eller seksjonere stoffen, men ved bruk av disse tiltakene vil man få redusert kapasitet, økt tidsforbruk og økte kostnader. Redusert salvelengde er en effektiv metode for å ha kontroll på rystelsene, og det er en vanlig brukt teknikk. (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Sprengstoff

Ved forsiktig sprengning kan det være aktuelt å prøve seg fram med patronert sprengstoff, før man øker andel bulksprengstoff til man har kontroll på rystelsene. Årsaken til dette er at bulksprengstoff generelt gir høyere rystelser enn patronert sprengstoff, ettersom sprengstoff med høy detonasjonshastighet gir de største rystelsene (NTNU - Anleggsdrift, 1998, Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

Praksis og meninger

Når man har akkordbaserte lønssystem, kan vibrasjonsgrenser lett bli oppfattet som en hemmende faktor. Men dersom man har gjennomtenkte løsninger, god planlegging og grundig oppfølging, er det mulig å ha høy produksjon og god totaløkonomi ved komplisert sprengningsjobber (NTNU - Anleggsdrift, 1998).

Som det kom frem i kapittel 3.5.1 anses vibrasjoner som en del av ytre miljø, og skal dermed behandles på alle byggemøter (Vegdirektoratet, 2014). Dersom sprengningsarbeidene er merkbare for tredjepart, vil det ilegges restriksjoner tilknyttet arbeidstid (Fagermo, 2015).

I følge Vegdirektoratet (2010) er ansvarsfordelingen mellom byggherre og entreprenør når det gjelder registreringer og måleprogrammer vanligvis som følgende:

Tabell 2 Vanlig ansvarsfordeling mellom byggherre og entreprenør (Vegdirektoratet, 2010)

Byggherre	Entreprenør
Fastsette nødvendige restriksjoner og krav	Utførelse i henhold til gitte krav
Eiendomsbesiktigelse	Målinger der det er definert at entreprenør har dokumentasjonsansvaret
Måleprogrammer	Skadeansvar dersom fastsatte krav ikke er oppfylt
Skadeoppgjør	

Fagermo (2015) legger frem at kravene som settes etter *NS8141* kan oppfattes som svært strenge. Selv om overskridelse ikke alltid fører til skader, ligger risikoen for erstatning for skader hos entreprenøren når rystelseskravet overstiges. Kleppestø (2015) påpeker at det er bra at rystelseskravene er såpass konservative, da det er viktig å ivareta tredjepart.

Både Kleppestø (2015) og Fagermo (2015) mener at det tekniske ved sprengningen ikke nødvendigvis er en hovedutfordring da dette løses ved kompliserte tennplaner. Andreassen (2015) ser heller ikke på rystelser som en utfordring, da man har blitt såpass kompetent på drivemetode og håndtering av rystelser. Fagermo (2015) påpeker at dersom det er åpenbart at rystelseskravene krever kompliserte sprengningsplaner, bør planene utarbeides tidlig og inkorporeres i driften før man kommer til de mest kritiske områdene. Man må ha en opplærings- og treningsperiode for de som skal benytte planene, og iverksette planene først når overskridelsene kommer.

Fagermo (2015) kommenterer at dersom det er vanskelig å overholde rystelseskrav, så kan man begrense rystelsene ved å skape kunstige riss i berget mellom detonasjonen og den utsatte konstruksjonen. Fagermo nevner sømboring som et aktuelt tiltak. Splitting av berget langs tunnelkonturen med saging (drill & split) kan også være aktuelt, men dette er utprøvd i begrenset grad i Norge. Ved Follobanens vestre del skal berguttak utføres med splitting. Her bores det tett med hull, hvor deretter berget kiles ut mot en etablert fri flate.

Når det gjelder rystelsesmåling så må entreprenøren få informasjon umiddelbart, og målingene må følge inndriften (Kleppestø, 2015). Fagermo (2015) legger frem at oppfølging av målerne er svært krevende, og kan med fordel utføres av profesjonell tredjepart. Kleppestø (2015) mener også at man bør ha en sidestilt part fra entreprenør og byggherre som har oppfølging på målerne.

3.6.2 Støy

Man skiller mellom to former for støy, henholdsvis luftoverført støy og strukturoverført støy. Enhver aktivitet vil til en viss grad generere luftlyd, men enkelte arbeidsoperasjoner vil genere mer enn andre. Et flertall av disse aktivitetene vil også kunne kategoriseres som impulsive støykilder (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c). Eksempler på aktiviteter som generer høye luftlydnivåer er:

- Spunting
- Peling
- Pigging
- Boring
- Sprengning
- Massehåndtering
- Tunnelventilasjon

Det er gjerne overnevnte aktiviteter som er dimensjonerende for et anlegg når det gjelder støy. Når det gjelder anleggstrafikk på offentlig veg, er dette å regne som vegtrafikkstøy. Dersom trafikkbelastningen øker i vesentlig grad på grunn av anleggstrafikken, kan det bli regnet som bygg- og anleggsstøy. Anleggstrafikk som foregår inne på anlegget regnes alltid som bygg- og anleggsstøy (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

Strukturoverført støy er lyd eller støy som overføres gjennom svingninger i faste stoffer (Miljøverndepartementet, 2014). Vibrasjoner forplanter seg i grunnen, og overføres til bygninger via fundament og avstråles inn i bygget. Ved tunneldriving er det gjerne strukturoverført støy som er den største utfordringen (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c). Eksempler på aktiviteter som produserer strukturlyd er spunting, peling, pigging og sprengning.

Regelverk og krav

Det er to myndighetsinstanser som regulerer støy fra bygg- og anleggsvirksomhet, henholdsvis lokal planmyndighet med hjemmel i plan og bygningsloven og lokal helsemyndighet med hjemmel i folkehelseloven (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

De retningslinjer som er gitt vedrørende bygg- og anleggsstøy er planretningslinje T-1442/2012 utarbeidet av Miljøverndepartementet, samt *NS 8175 – Lydforhold i bygninger* (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a). Disse retningslinjene er veiledende og dermed ikke rettslig bindende. Men dersom det er vesentlige avvik kan dette gi grunnlag for innsigelse til planen fra statlige myndigheter, der i blant Fylkesmannen (Miljøverndepartementet, 2014).

Enkelte steder har man i tillegg lokale påbudte bestemmelser. Eksempel på dette er Oslo kommune som har en egen støyforskrift: «Forskrift om begrenning av støy». Forvalter av forskriften er bydelsoverlegen eller kommuneoverlegen (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

I tillegg vil forurensningsloven og forurensningsforskriften gjelde, som nevnt i henholdsvis kapittel 3.1.4 og 3.1.5. I forhold til forurensningsforskriften kapittel 5 om støy, er det Fylkesmannen som er forurensningsmyndighet (Miljødirektoratet, 2016).

Håndtering

Hvordan de enkelte kommunene praktiserer og organiserer med hensyn til regulering av støy varierer i ulik grad. Det som er normal praksis er at kommuneoverlegen har tildelt myndighet til å ivareta støy fra bygg- og anleggsarbeider (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

Retningslinjene i T-1442/2012 er ment å gi tiltakshaver, samt den utførende, tilstrekkelig mulighet for fleksible løsninger, og gi grunnlag for en godt planlagt gjennomføringsprosess med hensyn til støy. Hensikten er å minimere eventuelle ulemper overfor nærliggende interessenter, og dermed unngå problemer og potensielle konflikter i anleggsfasen (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

I følge Miljødirektoratet (2016) er Statens vegvesen ansvarlig for kartlegging av støy, samt gjennomføring av støytiltak for riks- og europaveger. Det samme gjelder for Jernbaneverket og jernbanenettet.

I tabell 3 presenteres anbefalte basis støygrenser utendørs for bygg- og anleggsbransjen i henhold til T-1442/2012. Dersom anleggsperiodens lengde overstiger 6 uker, skjerpes støygrensene for dag og kveld (Miljøverndepartementet, 2012). Skjerping av grenseverdiene presenteres i tabell 4.

Tabell 3 Anbefalt basis støygrense utendørs for bygg- og anleggsvirksomhet (Miljøverndepartementet, 2012a)

Bygningstype	Støykrav på dagtid (07-19)	Støykrav på kveld (19-23) eller søn-/helligdag (07-23)	Støykrav på natt (23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	65 dB	60 dB	45 dB
Skole, barnehage	60 dB i brukstid		

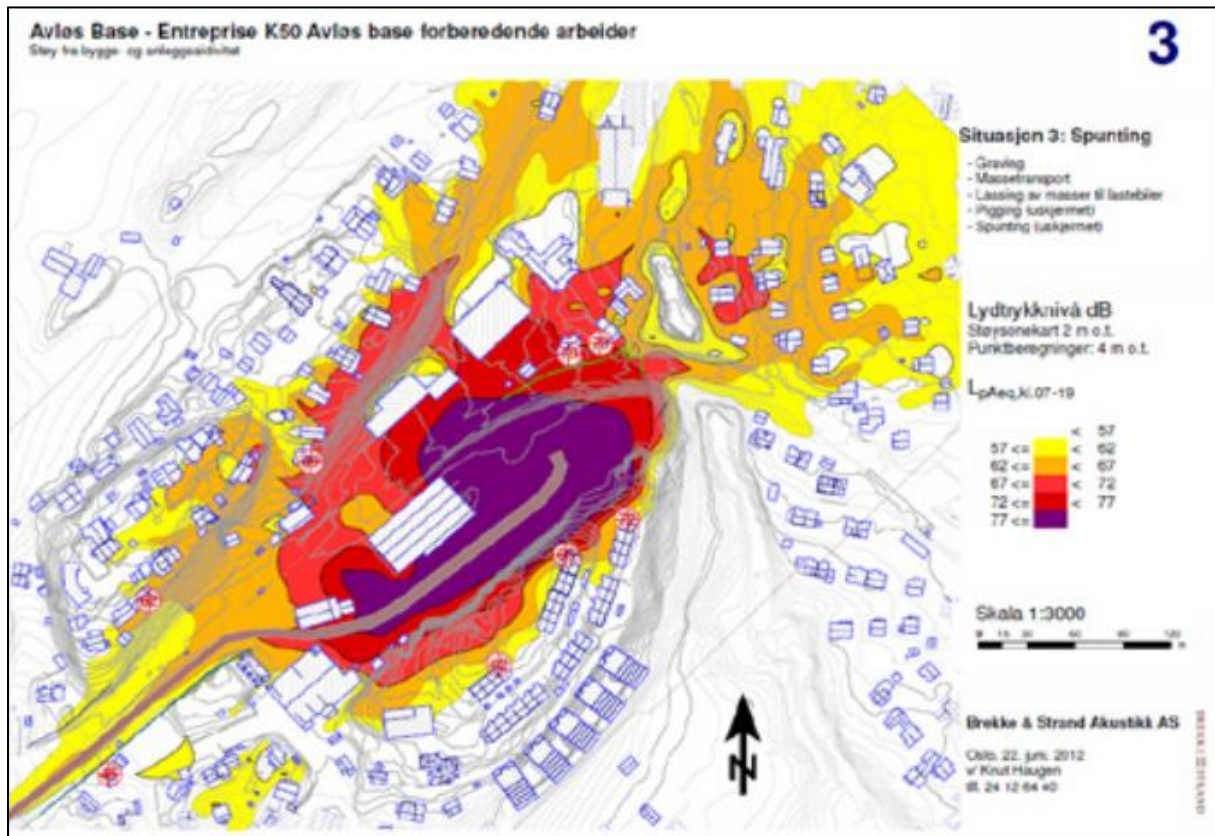
Tabell 4 Skjerping av grenseverdiene for langvarige arbeid (Miljøverndepartementet, 2012)

Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde	Grenseverdiene for dag og kveld i tabell 3 skjerpes med
Fra 0 til og med 6 uker	0 dB
Fra 7 uker til og med 6 måneder	3 dB
Mer enn 6 måneder	5 dB

Støyende arbeid bør normalt ikke forekomme om natten. Dersom støygrensene overskrides eller det er spesielle tilfeller, skal berørte parter varsles. Gitt at avvik forekommer og det

utføres nattarbeider, så skal disse arbeidene foregå over en kort tidsperiode (Klima- og miljødepartementet, 2012).

Støyanslag er normalt presentert i reguleringsplanen, inkludert støykonturkart for luftoverført- og strukturstøy. Disse er basert på terrengmodeller og antatte støynivå basert på tidligere målinger. Eksempel på støykart er vist i figur 9.



Figur 9 Eksempel på støykart (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2014c)

Dersom det er restriksjoner på arbeidstider, skyting, boring, spunting etc., så er disse basert på støyanslagene og retningslinjene i T-1442/2012 eller lokale reguleringer. En søknad til aktuelle myndigheter leveres dersom antagelsene til støynivå indikerer at man vil overskride støygrensene. Søknaden leveres så tidlig som mulig for å gi myndighetene tilstrekkelig tid til å vurdere søknaden. Søknaden utarbeides vanligvis av utførende og leveres av tiltakshaver. Myndighetsinstans kan gi dispensasjon, og med dispensasjonen følger det ofte obligatoriske avbøtende tiltak. Isolering av fasader eller midlertidig flytting av beboere er mulige tiltak (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2015a).

Tunnelvifter med duk og inntak vil kunne gi luftoverførte støynivåer som overstiger grenseverdiene i T-1442/2012. Ved å planlegge nødvendig støyisolering i forkant kan man unngå overskridelser. Dette oppnås ved riktig plassering, lokal skjerming eller støydemping (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2014c).

Ettersom tapet ved overføring av vibrasjoner i berg ofte er større enn tapet ved luftoverført støy, vil som oftest luftoverført støy være dimensjonerende ved arbeid i dagen. Ved tunneldriving er det boring og piggning som vil være dimensjonerende ved strukturoverført støy. Som nevnt tidligere vil sprengningsarbeider også generere strukturlyd, men dette har

ofte restriksjoner knyttet til fare for skade på omliggende infrastruktur, fremfor støy (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c).

Som med vibrasjoner, bør man gjennomføre kontrollmålinger av faktisk støyutslipp gjennom hele byggeperioden, hvor måleinstrumenter er plassert ved de mest utsatte naboene (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Praksis og meninger

Grensesettingen av retningslinjene skal være basert på en balanse mellom ulempene som oppstår på grunn av støyen, kostnadene ved de avbøtende tiltak og de samfunnsmessige fordelene som støykildene gir (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c). Fagermo (2015) kommenterer at man må unngå for strenge krav ved å vise til eksisterende bakgrunnsstøy som ofte er svært høy nær hovedveger. Tunneler støyer sjelden over lange perioder. Selv om et veganlegg går over flere år er det ikke rettmessig å benytte byggetiden som inngangsdata for beregning av dimensjonerende støykrav. Man bør i økt grad vektlegge støygevinsten som prosjektet kan ha, blant annet fjernes ofte trafikk fra lokalområder. Det er viktig å følge opp og gjøre tiltak dersom kravene overstiges. Dersom naboer overbelastes vil det blir vanskelig å få lemping på krav (Fagermo, 2015).

Når det gjelder støyskjerming er det vanskelig å komme med en gitt løsning, man må kunne tilpasse fra prosjekt til prosjekt (Kleppestø, 2015). Som mulige tiltak nevner Fagermo (2015) støydempende ventilasjonsvifte, plassere ventilasjonsviftene inne i tunnelen og unngå store variasjoner i støynivå da jevnt lydnivå er mindre irriterende enn varierende. Man kan renske med alternativ til slaghammer, og sprengte konturen på en slik måte at renskebehovet minimeres.

Det er også viktig at alle involverte i produksjonen er informert om støybegrensningene. En maskinfører kan komme i skade for å bryte støykravene uten å være klar over det (Fagermo, 2015).

Som ved rystelser, vil støy legge begrensning på arbeidstid, noe som vil ha konsekvenser for fremdrift og kostnad. Støy er også en del av ytre miljø, og skal følges opp gjennom hele utbyggingsperioden (Vegdirektoratet, 2014). Begrensning i arbeidstid som følge av hensyn til naboer er en klar utfordring ved driving av urbane tunneler (Andreassen, 2015). Redusert arbeidstid vil føre til forsinkelser som entreprenøren må ta kostnaden av, og det virker ikke som samfunnet forstår hvilke kostnader som faller på samfunnet ved alle kravene og bestemmelsene som finnes (Fagermo, 2015). Både Andreassen, Fagermo og Kleppestø påpeker viktigheten med kommunikasjon og informasjon ut til interessenter ved sprengningsarbeider. Ved å ha rutiner og dialog, kan man unngå potensielle konflikter eller tvister.

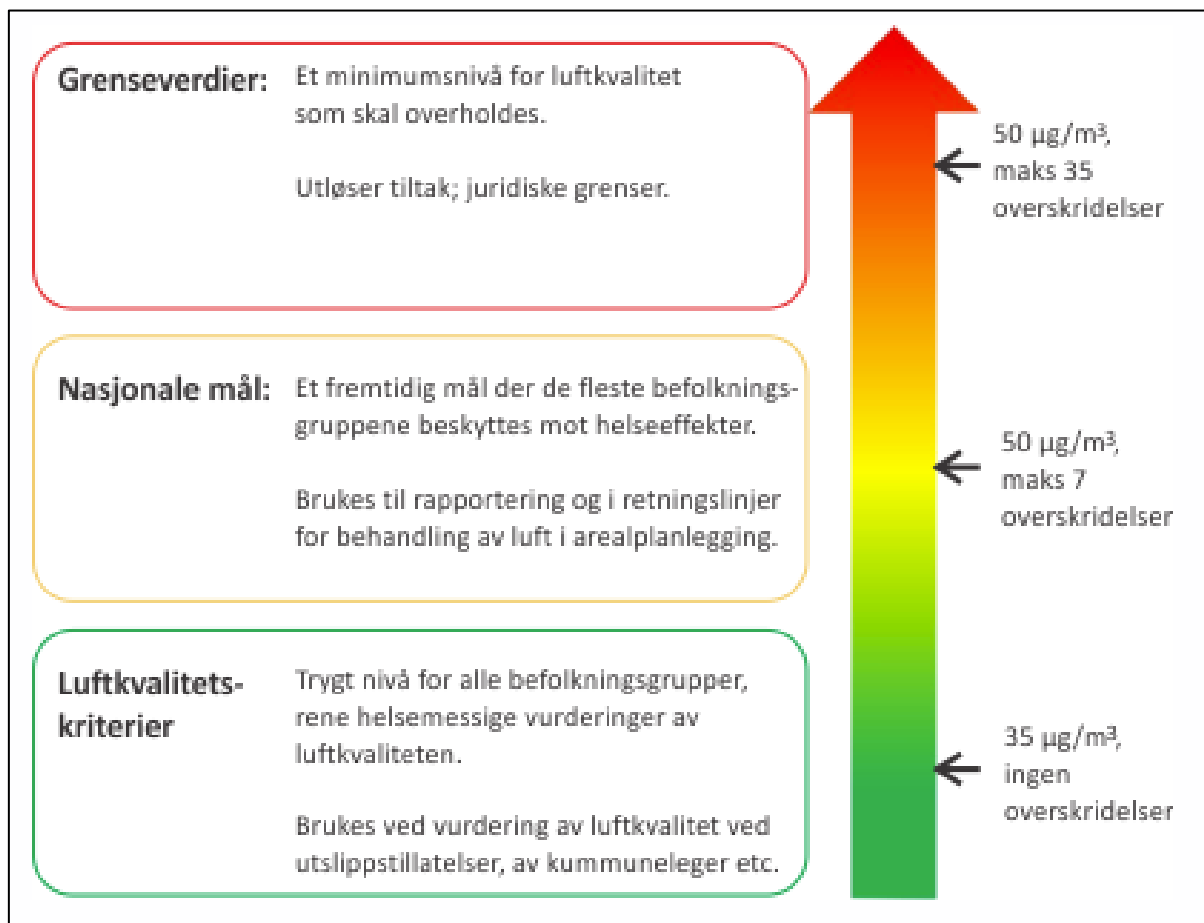
Svendsen og Hansen (2008) legger frem at erfaringsmessig endres reaksjonsmønsteret til tredjepart vesentlig dersom aktiviteter foregår etter kl. 19.00, og særlig etter kl. 22.00. De kommenterer at dette er tilfelle uavhengig om man er innenfor kravene som er satt etter T-1442/2012 eller støyforskriftene.

3.6.3 Støv

Anleggstrafikk skaper støy og støv, og det kan være utfordrende å holde veiene rene for å søl og støv (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2015a).

Regelverk og krav

Det finnes tre ulike styringsmål for lokal luftkvalitet; 1) forurensningsforskriften (kapittel 7), 2) regjeringens nasjonale mål for lokal luftkvalitet og 3) luftkvalitetskriterier (Norsk institutt for luftforskning, 2015). Grenseverdiene som er satt i forurensningsforskriften er juridisk bindende, og angir et minimumsnivå for luftkvaliteten. Alle utslippskilder som bidrar til konsentrasjoner til de stoffer som reguleres av forskriften omfattes av forskriften (Norsk institutt for luftforskning, 2015). I figur 10 vises forholdet mellom de tre ulike styringsmålene for svevestøv (PM10).



Figur 10 Forholdet mellom de tre ulike styringsmålene for svevestøv (PM10) (Norsk institutt for luftforskning, 2015)

Regjeringens retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520) er statlige anbefalinger om hvordan luftkvalitet bør håndteres i kommunenes arealplanlegging. Retningslinjen er ikke en statlig planretningslinje etter plan- og bygningslovens § 6-2. Anbefalingene som er gitt er veiledende, men dersom det forekommer vesentlige avvik fra anbefalingene, kan det gi grunnlag for innsigelse til planen fra offentlige myndigheter. Retningslinjen T-1520 skal legges til grunn ved bygg- og anleggsvirksomhet som vil føre til vesentlig økning i luftforurensningen (Miljøverndepartementet, 2012).

Det er stor usikkerhet knyttet til de faktiske konsentrasjonsnivåene fra bygg- og anleggsvirksomhet, men det anbefales å ikke la timemiddelkonsentrasjonen av PM10 overstige 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nær områder hvor personer oppholder seg (Miljøverndepartementet, 2012).

Håndtering

Kommunene står som forurensningsmyndighet og skal sørge for at bestemmelsene i forskriften følges opp. I henhold til forurensningsforskriften § 7-3 er det anleggseier som er ansvarlig, noe som betyr at det er byggherre som er ansvarlig for at alt er i henhold. Byggherre kan tildele oppgaver om oppfølging og gi kontraktuelle krav til entreprenør, men i henhold til byggherreforskriften er det fortsatt byggherre som står som ansvarlig (Arbeidstilsynet, 2009). Retningslinjene i T-1520 danner en mal for hvilke krav til luftforurensning som kan legges til grunn ved anbudsdokumenter, kontrakter og oppfølging. Dersom anleggsarbeidene er større og varer over lengre tid, bør man se retningslinjene i sammenheng med T-1442/2012 da man potensielt kan få samspillseffekter som forsterker de helsemessige effektene (Miljøverndepartementet, 2012). Anleggseier er altså ansvarlig for å gjennomføre tiltak, og kostnader knyttet til oppfølgingen av forurensningsforskriftens krav skal dekkes av anleggseier (Norsk institutt for luftforskning, 2015). I store prosjekter kan det være aktuelt med avbøtende tiltak både på selve anleggsområdet, og for omliggende arealer og veger (Miljøverndepartementet, 2012).

I følge Miljøverndepartementet (2012) er det erfaringsmessig massetransport som bidrar mest til støvforurensning fra bygg- og anleggsvirksomhet. Dersom man mener at avbøtende tiltak bør gjennomføres, bør man utarbeide en transportplan. Transportplanen gjelder for all kjøring til og fra anlegget, samt inne på anleggsområdet. Forslag til avbøtende tiltak bør være inkludert i transportplanen, hvor noen av tiltakene kan være tildekking av masser, rengjøring av veg og hjulvask (Miljøverndepartementet, 2012).

Praksis og meninger

Som nevnt skaper anleggstrafikk støy og støv, og det kan være en utfordring å holde veiene rene for å unngå søl og støv. Selv om man har vaskeområder for kjøretøy, kan det være behov for daglig vask av veiene (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2015a).

Ettersom støv er en del av ytre miljø skal dette følges opp gjennom hele utbyggingsprosessen, og behandles på alle byggemøter (Vegdirektoratet, 2014).

Fagermo (2015) legger frem at det er viktig med fast dekke på adkomstveger inn mot offentlig veg, samt hyppig renhold med mye vann. Renseanlegg for avløpsvann må kunne håndtere dette. Man bør ha vaskeplass for kjøretøy, men det kan være noe problematisk med vaskeplass for kjøretøy om vinteren da det kreves store vannmengder for effektiv slamfjerning eller vannbad. Da kan tørr vegbane og fast dekke ut mot offentlig veg med hyppig spyling ofte være like effektivt (Fagermo, 2015). Kleppstø (2015) mener det er viktig med underspyling av maskinparken, og man bør helst ha tipp i nærheten av anleggsområde. Det påpekes at det er bedre å være proaktiv enn å måtte vaske i ettertid. Eksempel på spyling av understell ved utkjøring fra tunnel vises på bilde 2.



Bilde 2 Spyling av understell (Teknisk Ukeblad, 2016)

3.6.4 Massetransport og massedeponi

Ved massetransport kan man benytte mange ulike kjøretøy for å forflytte massen, deriblant tippruck, dumper, semi eller lastebil. På grunn av størrelse og hensyn til HMS vedrørende omgivelsene og fart, vil det være mer naturlig å benytte tippruck og dumper når deponi er inne på anlegg eller man har et mellomlager (Maskinentreprenørenes forening, 2013). Dersom deponi er et stykke unna og man har behov for å kjøre på offentlig vei benyttes det semi eller lastebil (NTNU Department of Civil and Transport Engineering, 2008).

Massetransport innvirker på samfunnet på flere måter, deriblant økt slitasje på veg, forurensning, støy og potensielt øke køkostnadene (Eriksen, 1997). Det har også store konsekvenser for miljøet. Ved å redusere total kjørelengde vil man dermed få en stor samfunnsbesparelse ved mindre veislitasje, støv, tilsøling, støy, kø og ulykker (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014a).

Regelverk og krav

Massetransport

For massetransport på offentlig veg vil vegtrafikkloven gjelde. Ofte vil fartsgrensene langs transportruter være nedsatt, og det kan være krav om at anleggskjøretøy skal kjøre med ytterligere nedsatt hastighet (Eriksen, 1997).

Massedeponi

I følge Vegdirektoratet (2010) stadfester forurensningsloven §6 at «bakkeplanering i forbindelse med deponering av tunnelmasser er søknadspliktig etter forurensningsloven» (Lovdata, 2014).

Kulturminneloven vil være gjeldende dersom kulturminner er vedtatt fredet etter kulturminneloven §§ 15, 19 eller 20, ved lokasjon man ønsker massedeponi. Riksantikvaren må fatte vedtak om dispensasjon, eller gi unntak fra bestemmelsene i kulturminneloven, for at området kan benyttes (Vegdirektoratet, 2010).

En annen lov som kan være gjeldende er naturmangfoldloven, hvor veganlegg eller deponi som er i konflikt med vernede områder (mht. naturmangfoldloven) ikke vil kunne gjennomføres med mindre man fatter vedtak om unntak fra vernebestemmelsene. Normalt er det Regjeringen som har unntaksmyndighet, men ved visse tilfeller kan det delegeres til Fylkesmannen (Vegdirektoratet, 2010).

Håndtering

Konstruksjonstrafikk påvirker nærboende tredjepart. Økt trafikk av tunge kjøretøy kan skape frykt og usikkerhet for fotgjengere, spesielt barn. Obligatoriske kjøreruter for tunge kjøretøy er ofte inkludert i bestemmelsene i reguleringsplanen. Transport som passerer skoler er ofte redusert ved begynnelsen og slutten av skoledagen. Ruter, transportbegrensninger, hensyn til fotgjengere og syklister er viktige tema i entreprenørens opplæring til sjåfører og underentreprenører (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Vedlikehold av veier samt ruter og trafikkbegrensninger er spesifisert i kontrakten for å redusere negativ påvirkning på naboene. Det er ønskelig at offentlige gangfelt og sykkelveier

holdes åpne, og alternative gangfelt og stier bygges dersom de ordinære stenges (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

I følge Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2009) vil sprengningsstein i utgangspunktet være rene masser, men de ville inneholde nitrogenrester fra sprengningen. På grunn av dette kan det være at man må gjøre en utredning når det gjelder deponering. Når man velger deponiområde må man vurdere tiltak for å redusere avrenning (i tillegg til topografi, vegetasjon og jordsmonn), ettersom nitrogenet som ligger i tunnelmassene vil vaskes ut over tid. Konsentrasjonen av nitrogen i avrenningsvannet vil avhenge av stedlige faktorer og nedbørmengde (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009).

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2014a) legger frem at tunnelmasser i mange tilfeller anses som et avfallsproblem fremfor ressurs. Årsaken til dette er fordi massene har store variasjoner i størrelse og kvalitet mellom hver salve. En forutsetning for at massene skal kunne vurderes som en ressurs, er at selve kvaliteten på fjellet er god nok. For å sikre størst grad av gjenbruk og minst mulig transport er kildesortering av massene viktig. Dersom man er i stand til å finne bruksområder for massene, ligger det et potensiale i store kostnadsbesparelser. I tillegg vil man ved kort transportvei oppnå større potensiale i reduserte utslipp av klimagasser (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014a).

En faktor som kan påvirke den totale massetransporten i negativ retning, er forhold knyttet til eierskap til massene. En av årsakene til dette kan være offentlige pålegg hvor det stilles krav til at alle uttatte masser skal ha kjent mottakssted. Rigide system kan påvirke miljøet negativt ved at man får unødvendig tonnkilometer som følge av manglende gjenbruk av masser (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014a).

I enkelte tilfeller vil man ikke kunne benytte massene som følge av at selve bergmassene anses som forurenset materiale. Alunskifer er et slikt materiale, og vanlig praksis har vært at dette sendes til deponi (Endre et al., 2016).

Praksis og meninger

Massetransport

Fagermo (2015) kommenterer at kontroll av lastestørrelse er viktig, og at laster og transportør bør ha felles interesse i dette. Man bør derfor ha hyppige kontroller i startfasen for å innarbeide gode rutiner. Et annet aspekt er å gjennomføre kontroll på sikring av last. Man må unngå at stein ruller av lasteplan eller karm ved transport på offentlig veg, da konsekvensene kan blir fatale. Man bør også gjennomføre kontroll av stein mellom tvillinghjul, da stein kan kastes ut i trafikken og føre til store skader.

Man kan bidra til at aktørene har felles interesse i å ivareta sikkerheten ved å klargjøre og optimalisere ansvarsfordelingen i kontraktsforhold med transportfirma (Fagermo, 2015). Hastighetene må begrenses og kontrolleres, særlig ved trafikk i tettbygd strøk. Man må tilrettelegge faringsveger, parkeringsbegrensninger og fastlegge kjøreruter, samt tilpasse hviletider til rushtrafikk.

Massedeponi

Man må ha tilgang på massedeponi i kort avstand fra prosjektet, og deponiområde må stilles til rådighet av byggherre. Helst burde man benytte massene på prosjektet, men det er

strengt krav til innfyllingsmasser. Man burde vurdere om det er mulig å redusere kravene for å benytte stedlige masser (Fagermo, 2015).

Andreassen (2015) kommenterer at det er paradoksalt at samfunnet vil ha trafikken i bakken med tunnelanlegg, men aksepterer ikke de kortvarige ulempene ved trafikken som følge av anleggsdriften og mangel på disponering av deponiarealer. Man ønsker med andre ord å fjerne eksisterende trafikk, men aksepterer ikke trafikk fra prosjektet som fjerner trafikken. Ofte velges utbygging av tunnel med miljøargumenter, men det kan virke som at det ikke tas hensyn til miljøregnskap når selve byggingen foregår. Det er gjerne to ting som har stor innvirkning på miljøregnskapet når det gjelder tunnelbygging, det er henholdsvis transportlengde på masse og betongforbruk. Betongforbruket er mer eller mindre låst, men transportlengde på masser kan påvirkes. Andreassen (2015) mener at tiltakshaver som ønsker tunnel, burde vært pålagt å regulere deponi, eller aller helst finne en nyttefunksjon som massene kan brukes til. Dette ettersom avstander til deponi er en stor økonomisk og miljømessig kostnad. Til eksempel bruker en lastebil opptil tre timer tur/ retur i Oslo-området (Andreassen, 2015).

Et eksempel på kort transportveg og bruk av overskuddsmasse er utbyggingen av Grilstadfjæra (bilde 3), som ble bygget med overskuddsmasser fra Strindheimstunnelen i Trondheim.



Bilde 3 Grilstadfjæra (Byanisa, 2015)

3.6.5 Avfallsvann

Avfallsvann fra anleggsområder består av ulike typer avfallsvann. Avfallsvann fra velferdsfasiliteter og losji, kontorer, vaskestasjoner, verksted og kantine er ofte koblet til det offentlige avløpssystemet i samsvar med offentlige reglement og reguleringer. Driftsvann fra tunneldriving og andre konstruksjonsaktiviteter blir som oftest behandlet ved renseanlegg på anlegget, før det slippes ut i en lokal resipient eller offentlige avløpsnett, avhengig av lokalisering og tillatelser (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Regelverk og krav

Gjeldende lovverk til avfalls- og driftsvann fra tunnelanlegg er forurensningsloven. Dersom utslipp av driftsvann, dreinsvann m.m., er eller kan være til skade for miljøet, vil loven være gjeldende (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009). Det er tiltakshaver som er ansvarlig for at utslipp er henhold til lovverk, og dette innebærer blant annet dokumentasjon på rutiner, samt at det utpekes miljøkoordinatorer. Fylkesmannen vil som regel ikke akseptere at entreprenør står som tiltakshaver og søker (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009).

Håndtering

I følge Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2009) vil det være flere forhold i anleggsfasen som kan føre til vannforurensning. Man må blant annet vurdere partikkelforurensning, olje- og kjemikaliespill fra maskinpark, høy pH som følge av sementbruk, avrenning fra injiseringsarbeid og utslipp fra riggområder.

Når det gjelder midlertidig utslipp av driftsvann, så er det nødvendig å kartlegge sårbarheten til resipienten. Kartleggingen vil da bestå av kartlegging av vannmengde, vannkvalitet og brukerinteresser. Basert på kartleggingen og en risikoanalyse, fastsettes rensekravene til gitt anlegg (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009). Det er Fylkesmannen som gir tillatelser for midlertidig utslipp av avfallsvann fra anleggsområder i elver eller hav. Vanligvis er det restriksjoner knyttet til mengde suspendert stoff, pH, total hydrokarbon, og andre kjemiske parameter. Konsentrasjonsnivåene er basert på den områdespesifikke konsekvensanalyse og er beskrevet i tillatelsen (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Når det gjelder søknad for utslipp av forurenset vann til resipient, må man være oppmerksom på at dette er en tidkrevende prosess. Det er dermed viktig å ta hånd om dette tidlig i planprosessen (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009).

Dersom renseanlegget skal benyttes under vinterdrift, må det legges opp til at anlegget tåler klimapåkjenningene. Man bør plassere ømfintlig utstyr innendørs og frostfritt, samt påse at renseanlegget ikke fryser til under lengre perioder hvor det ikke er i bruk (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009).

Praksis og meninger

Relativt avanserte renseanlegg har vært normen ved tunnelprosjekt i Norge de siste årene. Erfaringer viser at strenge utslippskrav nås så lenge entreprenøren har dyktige og dedikerte arbeidere ute på anlegget. Avvik oppstår ofte under injeksjon eller lignende aktiviteter, samt etter helger og ferier da anlegget har vært ute av drift (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Tunnelrenseanlegget følges opp mer eller mindre kontinuerlig, og det foretas kontroll flere ganger i døgnet. På den måten sikrer man at renseanlegget er i drift, og man har kontroll på at konsentrasjoner er i henhold til de grenser som er satt. Entreprenøren har krav om å utføre kontroll, og byggherren skal følge opp (Kleppesø, 2015).

I bilde 4 ser man et eksempel på sedimenteringsbasseng og renseanlegg plassert i konteiner på anleggsområdet.



Bilde 4 Sedimenteringsbasseng og renseanlegg (bjorndal.no, 2014)

3.6.6 Grunnvann

Uforutsett vanninnstrømning i tunneler, manglende kunnskap og manglende kontraktuelle verktøy for å håndtering av slike prosjektimplikasjoner, er de vanligste grunnene for kostnadsoverskridelser i tunnelprosjektet verden rundt (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011).

I Norge er det generelt høyt grunnvannsnivå, og de fleste anleggene i berg vil derfor befinne seg under grunnvannsspeilet. Man må derfor forsøke å skaffe seg oversikt over hvilke utfordringer vannet kan forårsake, både i byggefasen og driftsfasen (Nilsen og Broch, 2012).

I følge Nilsen og Broch (2012) vil det største problemet ved vannlekkasjer under tunneldriving i byområder være knyttet til setninger som følge av grunnvannssenking. Dermed vil det være strenge krav knyttet til maksimal tillatt innlekkasje ved urbane prosjektet (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011).

Regelverk og krav

Kravene som settes til maksimal tillatt innlekkasje i tunneler i tettbygde strøk er relatert til potensielle setninger i grunnen, som kan gjøre skade på bygninger og annen infrastruktur. Erfaringer viser at det er størst risiko for skade i områder hvor bygningsfundament er plassert på avsetninger av bløt marin leire. Grunnvannslekkasje inn i bergtunnel kan føre til signifikant reduksjon i poretrykket ved overgangen mellom berg og leire. Dette kan føre til konsolideringsprosesser i leire og derav setninger (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011).

Håndtering

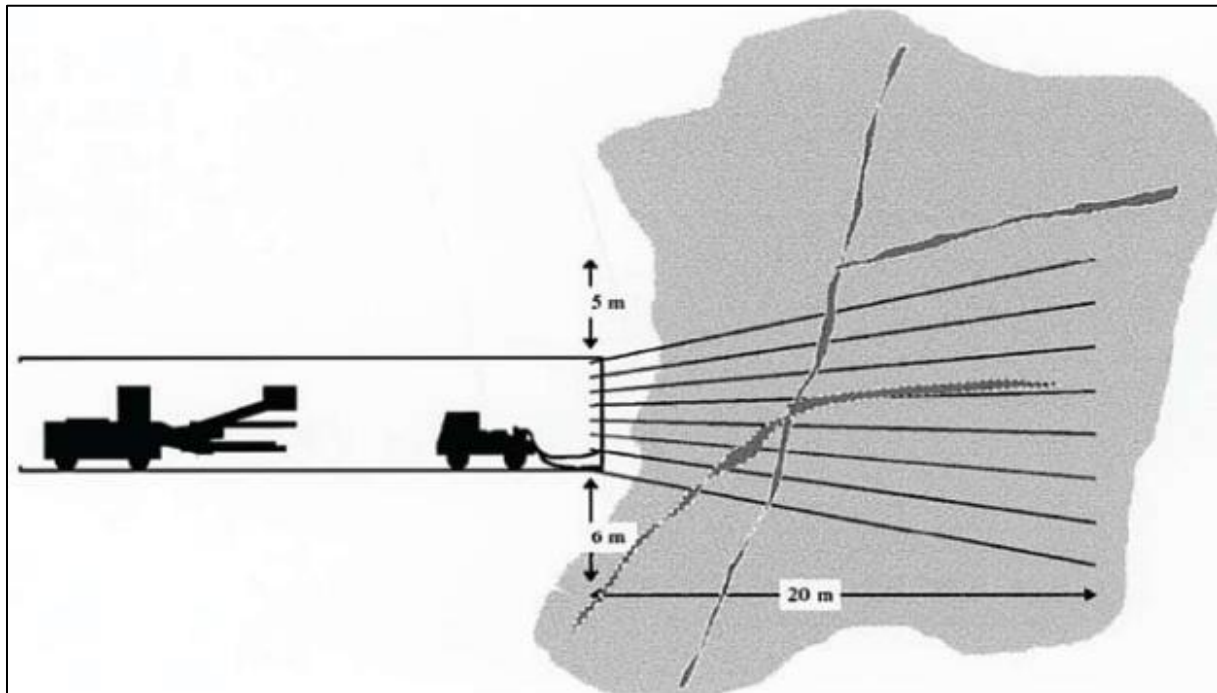
Kartleggingen og vurdering av tetthetskrav utføres som en del av forundersøkelsene. Ut ifra forundersøkelsene skal det tas en avgjørelse på hvorvidt det skal settes definerte krav til tetthet. Kravene som settes trenger ikke være gjeldende for hele tunneltraséen, da de kan være satt ut ifra av forhold som setningsømfintlighet, influensområde med mer. (Vegdirektoratet, 2010). Bruk av følsomhetsanalyse er en metode å identifisere sårbarheten til omgivelsene med tanke på grunnvannssenking i sammenheng med tunnelarbeider (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011).

I følge Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2011) anbefales følgende metodikk for å estimere kravene til innlekkasje i leire/ berg overgangen:

- Spesifiser maksimal akseptert konsolidert setning i grunnen over tunnelen
- Lag et kart av jordsmonn, type og tykkelse, langs tunneltraséen
- Beregne setninger med hensyn til poretrykkendringer for synkning som er kartlagt
- Identifiser bygninger som er utsatt for setninger ved de sårbare områdene, og beregne høyeste poretrykkendring i området
- Etabler tetthetskrav for tunnelen basert på akseptabel poretrykksendring over tunnelen

Den vanlige metoden for å kontrollere inntrenging fra grunnvannet i tunneler er forinjeksjon framfor stuff. Forinjeksjonen fungerer da som en midlertidig vanntetting, og er ofte en del av den permanente vanntettingen. Forinjeksjon er ofte supplert av

etterinjeksjon dersom den maksimale innlekkasjen overskrides (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011). I figur 11 presenteres en prinsippskisse for forinjeksjon.



Figur 11 Prinsippskisse forinjeksjon (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2011)

Dersom man benytter systematisk forinjeksjon og man står i fare for å ikke oppnå tetthetskrav, skal man benytte membranisolert eller vanntett betongutføring dimensjonert for det aktuelle vanntrykket for å sikre at gitt del av tunnelen oppfyller tetthetskrav (Vegdirektoratet, 2010).

Det kan nevnes at ifølge Kveldsvik et al. (2004) er det ingen klar korrelasjon mellom tunnellekkasjer og grunnvannssenkning.

Praksis og meninger

Kartlegging og overvåking av grunnvann bør gjennomføres slik at naturlige svingninger blir kartlagt og naturlig forekommende tørkeperioder kan legges til grunn for hva som er kritiske nivåer. Man må kartlegge sensitive konstruksjoner, brønner, energibrønner osv. (Fagermo, 2015). I Oslo-området kan det være utfordrende å kartlegge energibrønner, ettersom man ikke vet hvor mange det finnes, eller hvor de er lokalisert (Sub-Urban, 2016). En konsekvens av at man ikke vet hvor disse er kan være at man borer injeksjonshull inn i en slik brønn. Derfor er det viktig med kontinuerlig overvåking og rapportering av injeksjonsprosessen med trykk og mengde. Injeksjonsopplegget må være tilpasset krav og omgivelser, og man må ha restriktive injeksjonsprosedyrer med stoppkriterier på trykk og mengde (Fagermo, 2015).

Fagermo (2015) kommenterer at det viktig med klare ansvarsområder for oppfølging av eventuelle utganger. Det er da naturlig at entreprenøren har oppfølging i bergrommet, og byggherre overvåker terrengoverflate og omgivelser. Slik overvåking kan være svært krevende i områder med mye infrastruktur.

Det er viktig å ta geometrisk innmåling av sensitive konstruksjoner, som for eksempel skinnegang. Dette på grunn av at injeksjon kan føre til terrengheving dersom utganger av sement jekker svake lag, og/ eller manglende injeksjon kan føre til setninger (Fagermo, 2015).

En annen utfordring ved injeksjonsarbeid i byområder, er når flere krav griper inn i hverandre. Et eksempel kan være at en tunnel er underlagt strenge krav til tetthet, samtidig som støykravene er strenge, og begrenser tilgjengelig arbeidstid for støyende aktivitet. Dersom overdekningen er liten kan det bli satt strenge krav til injeksjonsopplegg, med lave trykk og små tillatte innganger. Det må gjennomføres flere injeksjonsskjermer på samme stoff før tilstrekkelig tetthet oppnås. Da kan strukturstøy som forplanter seg gjennom en gangbergart føre til at boring av en injeksjonsskjem ikke kan utføres på grunn av tidsrom med forbud mot støyende aktiviteter. Dermed kan ikke injeksjonsarbeid utføres selv om prosessen i seg selv ikke er en støyende aktivitet. Dette kan da føre til at produksjonen blir lav, uten at entreprenøren blir kompensert (Fagermo, 2015).

4 RESULTAT

I dette kapittelet presenteres resultatene fra spørreundersøkelsen. Undersøkelsen er gjennomført gjennom Questback og dataene er behandlet i Microsoft Excel. Først presenteres kort bakgrunnsinformasjon til resultatene. Deretter presenteres resultatene fra undersøkelsen, henholdsvis utfordringer vurdert generelt, utfordringer vurdert mot siste prosjekt, vurdering av konsekvenser, kontraktuelle forhold og påstander knyttet til krav og restriksjoner som skulle tas stilling til. Utforming av spørreundersøkelsen som vedlegg 2.

4.1 KORT BAKGRUNNSINFORMASJON TIL RESULTATENE

I tabell 5 presenteres informasjon om andel respondenter til de ulike aktørrollene.

Tabell 5 Respondenter

Andel respondenter	
Myndighet	7
Byggherre	11
Entreprenør	8
Totalt antall svar/ totalt antall kontaktet	26/ 30. Svarprosent = 87%

Respondentene ble bedt om å svare om en gitt faktor var utfordrende ut ifra skalaen Ingen-Veldig stor. Tilhørende tallverdi er presentert i tabell 6. Resultatene presenteres som gjennomsnittsverdier basert på svarene til respondentene. Dersom respondentene svarte «vet ikke», ble disse svarene trukket fra svarandel.

Tabell 6 Forholdet mellom gradering og tallverdi

Gradering						
0	1	2	3	4	5	Vet ikke
Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Trekkes fra svarandel

Resultatene presenteres med aktørens svarandel (0-1), gjennomsnittlig vurdering og tilhørende standardavvik.

4.2 VURDERTE UTFORDRINGER

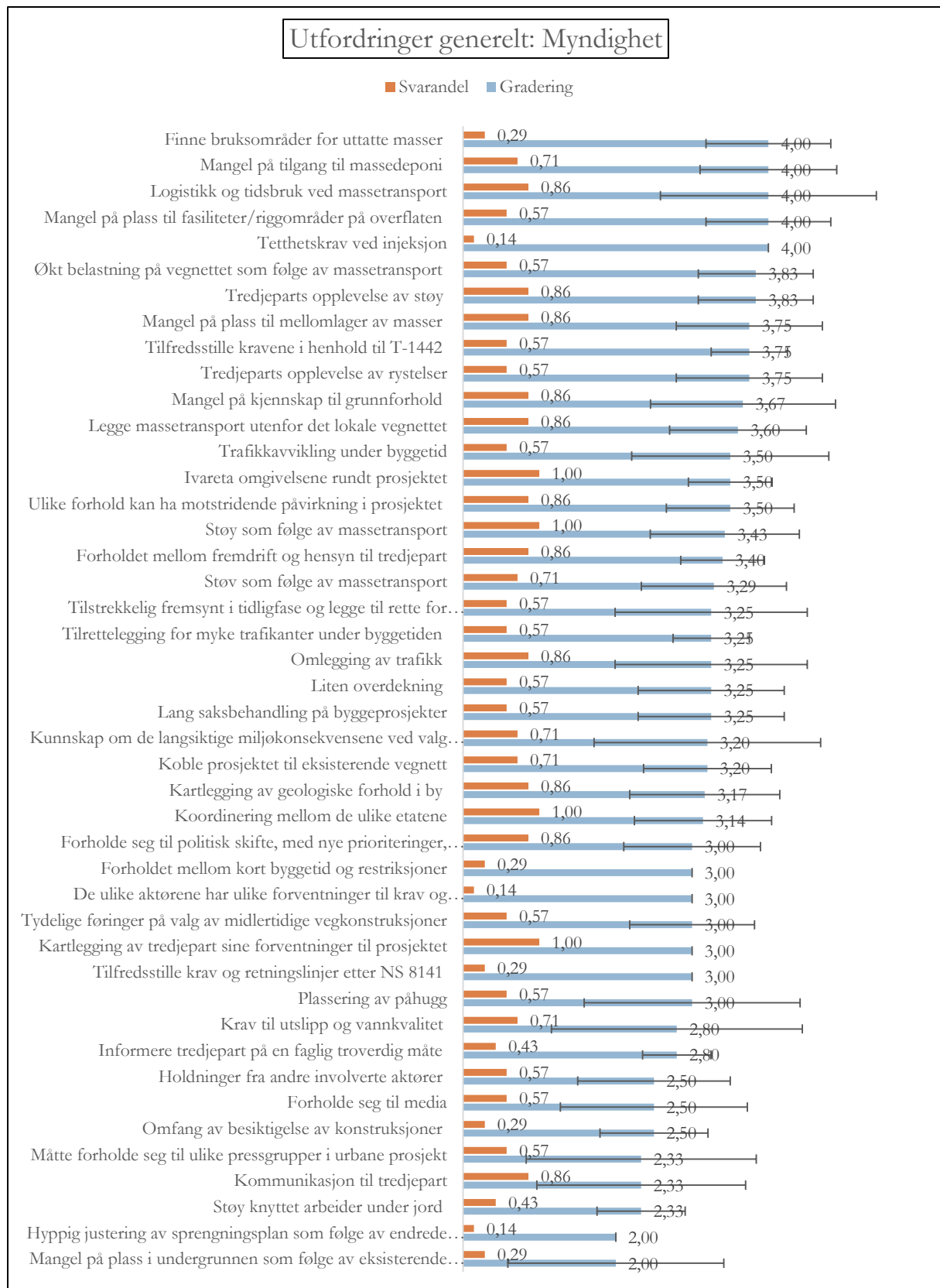
Basert på resultatene fra de forberedende intervjuene, og tre evalueringsmøter, kom det frem at respondentene skulle vurdere følgende 44 punkt.

Tabell 7 Vurderte faktorer basert på forberedende intervju

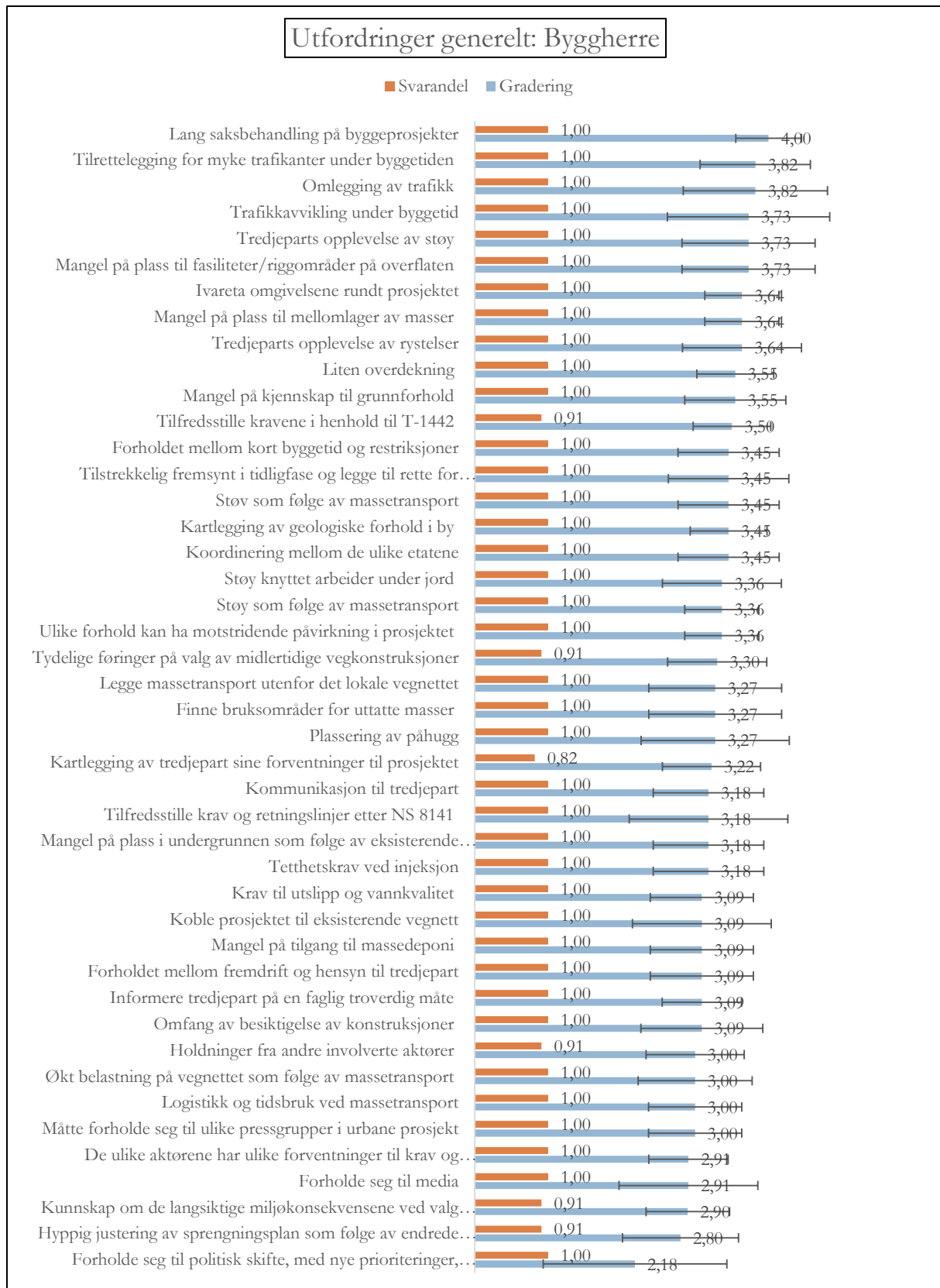
Lang saksbehandling på byggeprosjekter
Ulike forhold kan ha motstridende påvirkning i prosjektet
Koordinering mellom de ulike etatene
Kartlegging av geologiske forhold i by
Mangel på kjennskap til grunnforhold
Tetthetskrav ved injeksjon
Mangel på plass til fasiliteter/riggområder på overflaten
Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur
Plassering av påhugg
Liten overdekning
Tredjeparts opplevelse av rystelser
Tilfredsstillende krav og retningslinjer etter NS 8141
Omfang av besiktigelse av konstruksjoner
Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/ omstendigheter
Tredjeparts opplevelse av støy
Støy som følge av massetransport
Støy knyttet arbeider under jord
Tilfredsstillende kravene i henhold til T-1442/2012
Kommunikasjon til tredjepart
Kartlegging av tredjepart sine forventninger til prosjektet
Informere tredjepart på en faglig troverdig måte
Måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt
Forholdet mellom fremdrift og hensyn til tredjepart
Forholde seg til media
Støv som følge av massetransport

Logistikk og tidsbruk ved massetransport
Mangel på tilgang til massedeponi
Mangel på plass til mellomlager av masser
Ivareta omgivelsene rundt prosjektet
Finne bruksområder for uttatte masser
Legge massetransport utenfor det lokale vegnettet
Trafikkavvikling under byggetid
Omlegging av trafikk
Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden
Koble prosjektet til eksisterende vegnett
Tilstrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge
Tydelige føringer på valg av midlertidige vegkonstruksjoner
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport
Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger
Holdninger fra andre involverte aktører
Krav til utslipp og vannkvalitet
De ulike aktørene har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt
Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner
Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt

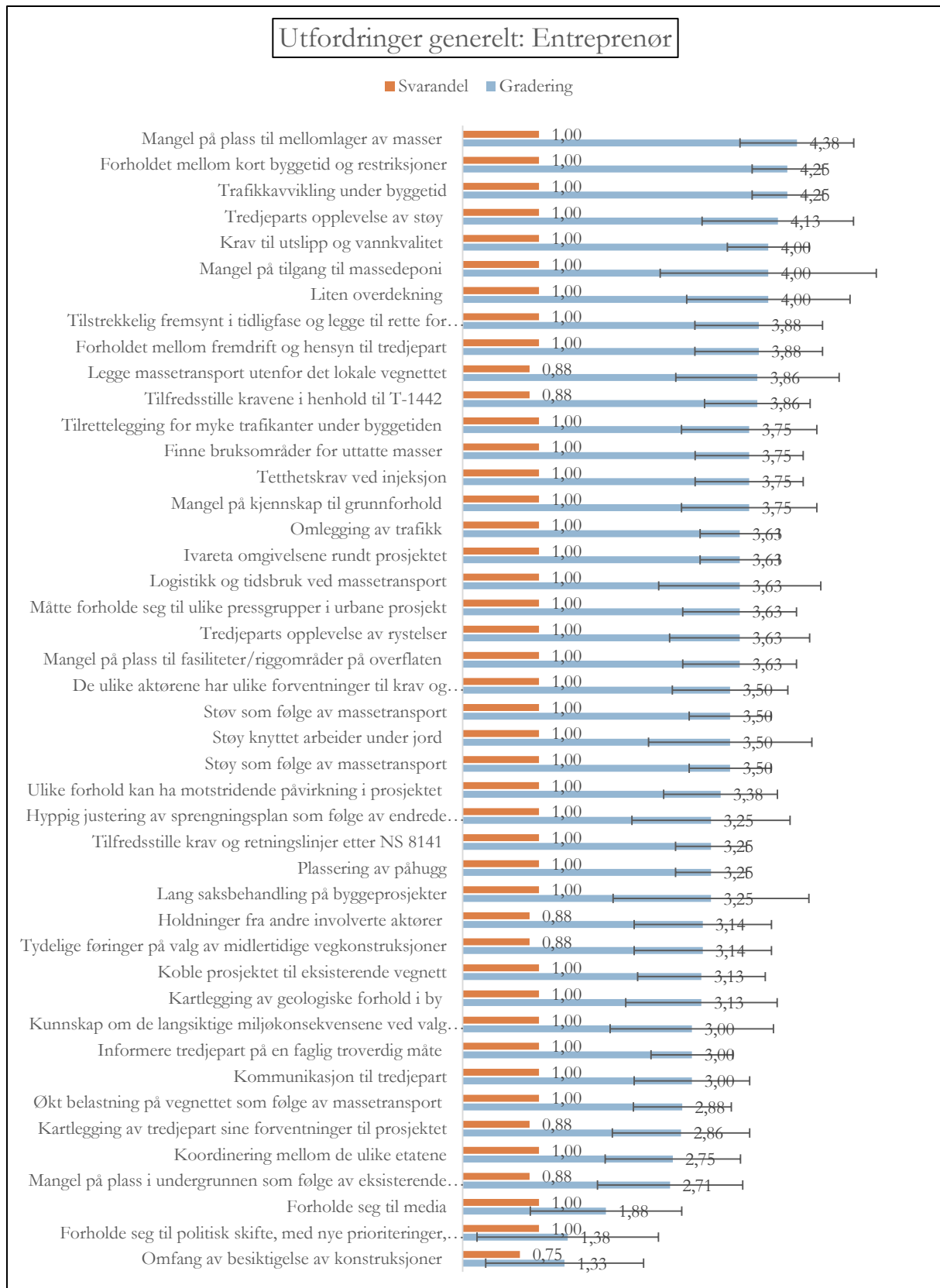
4.3 UTFORDRINGER: GENERELT



Figur 12 Resultat fra vurdering av utfordringer generelt, myndighet

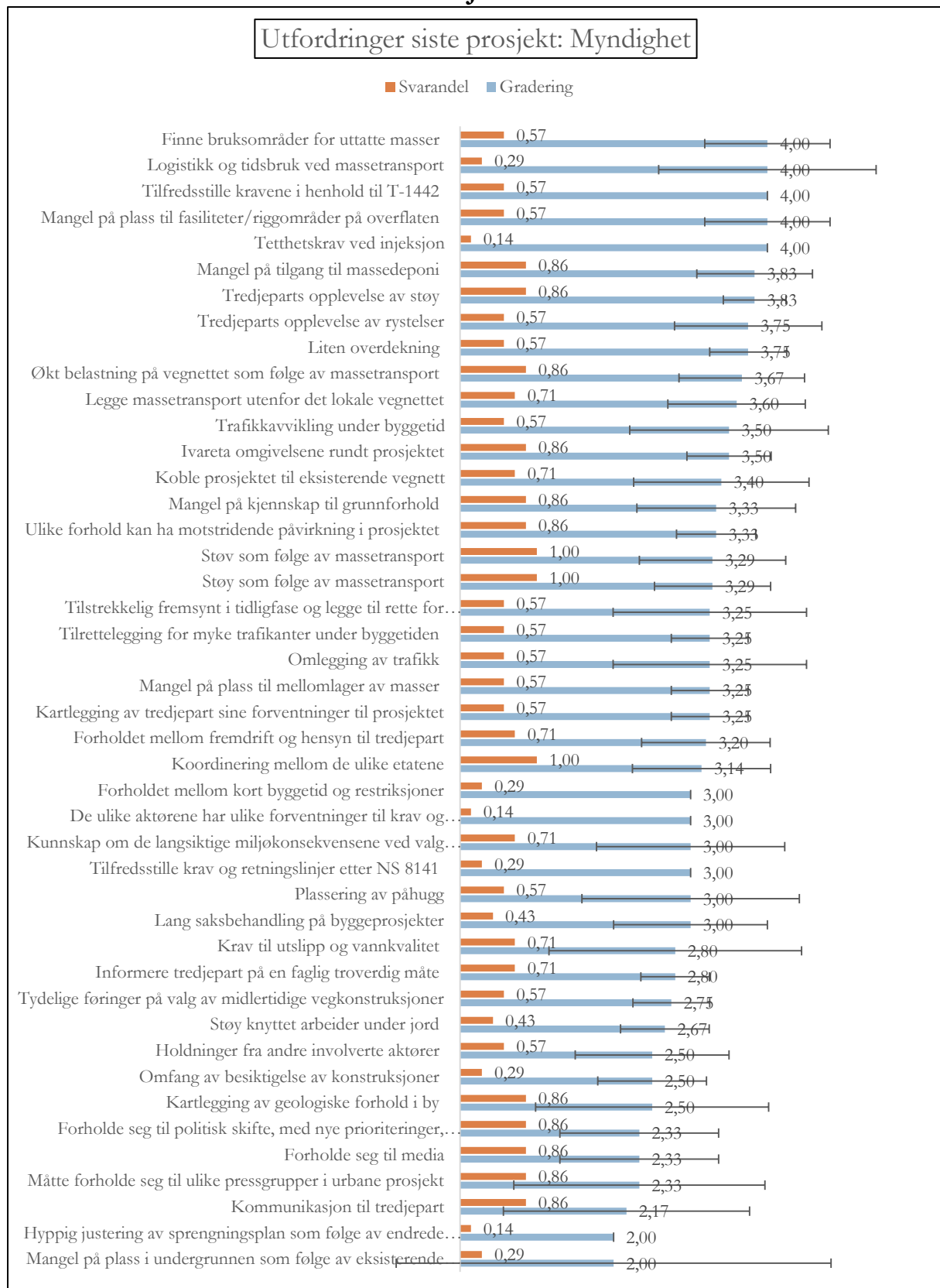


Figur 13 Resultat fra vurdering av utfordringer generelt, byggherre

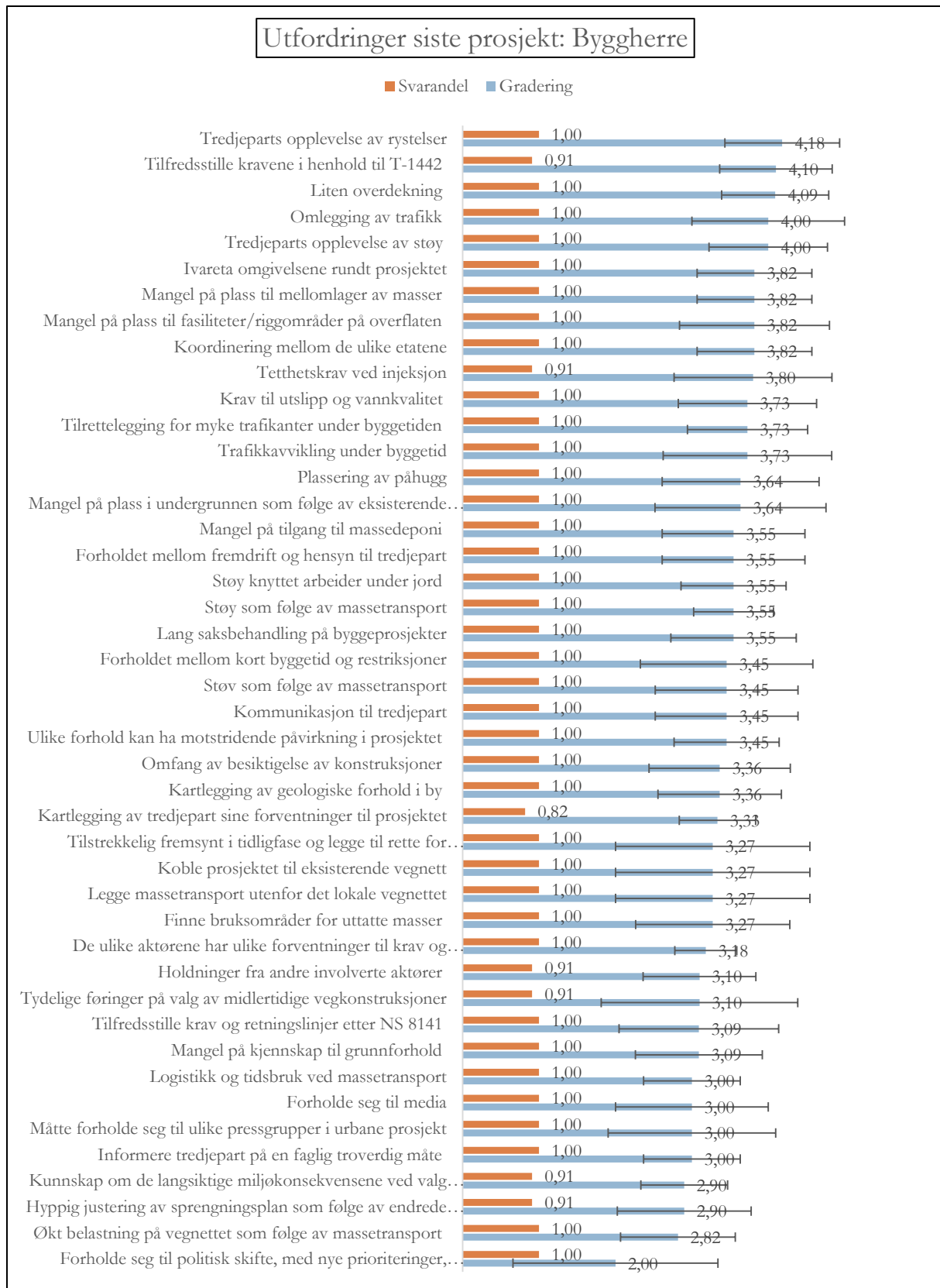


Figur 14 Resultat fra vurdering av utfordringer generelt, entreprenør

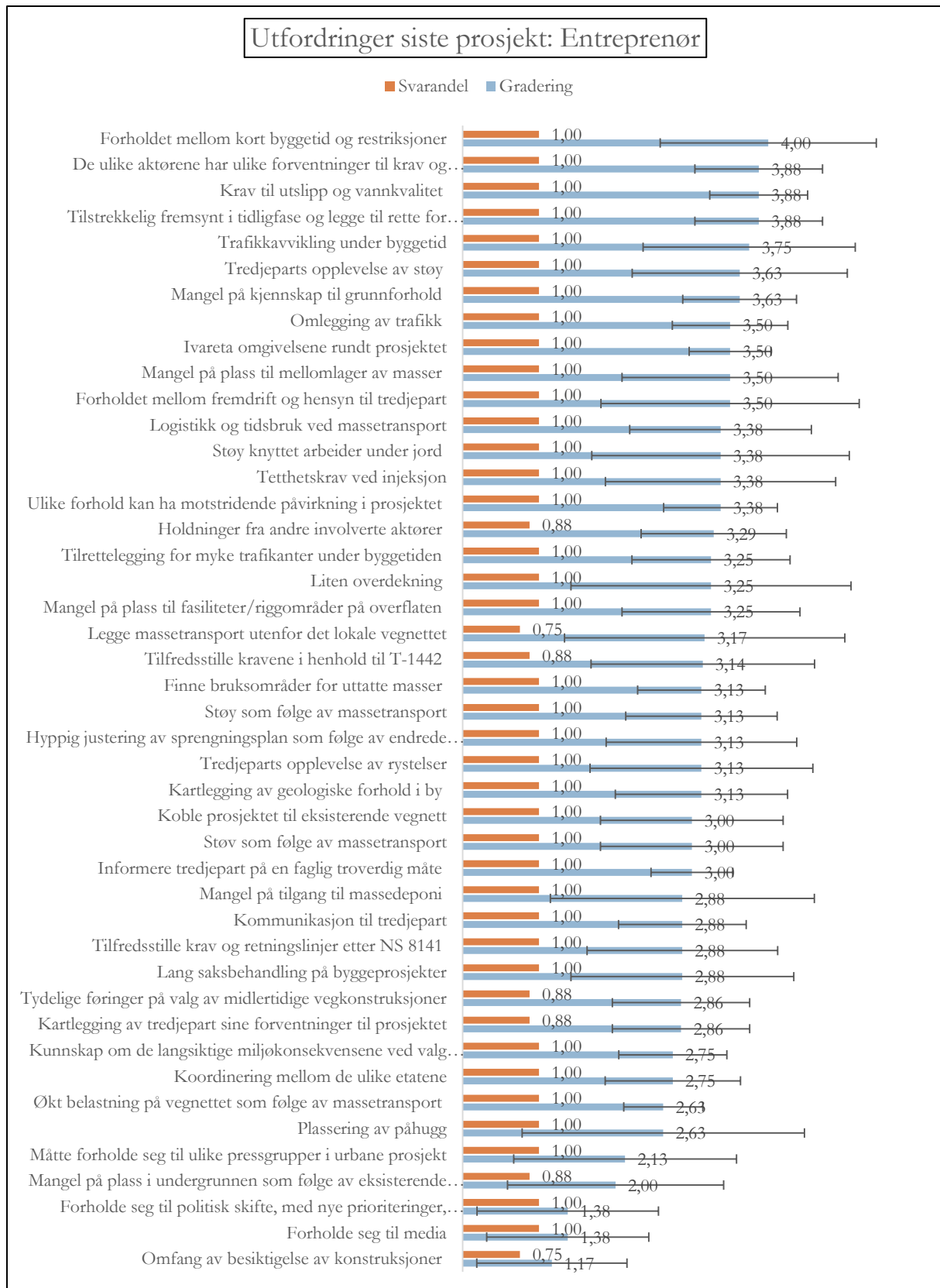
4.4 UTFORDRINGER: SISTE PROSJEKT



Figur 15 Resultat fra vurdering av utfordringer ved siste prosjekt, myndighet

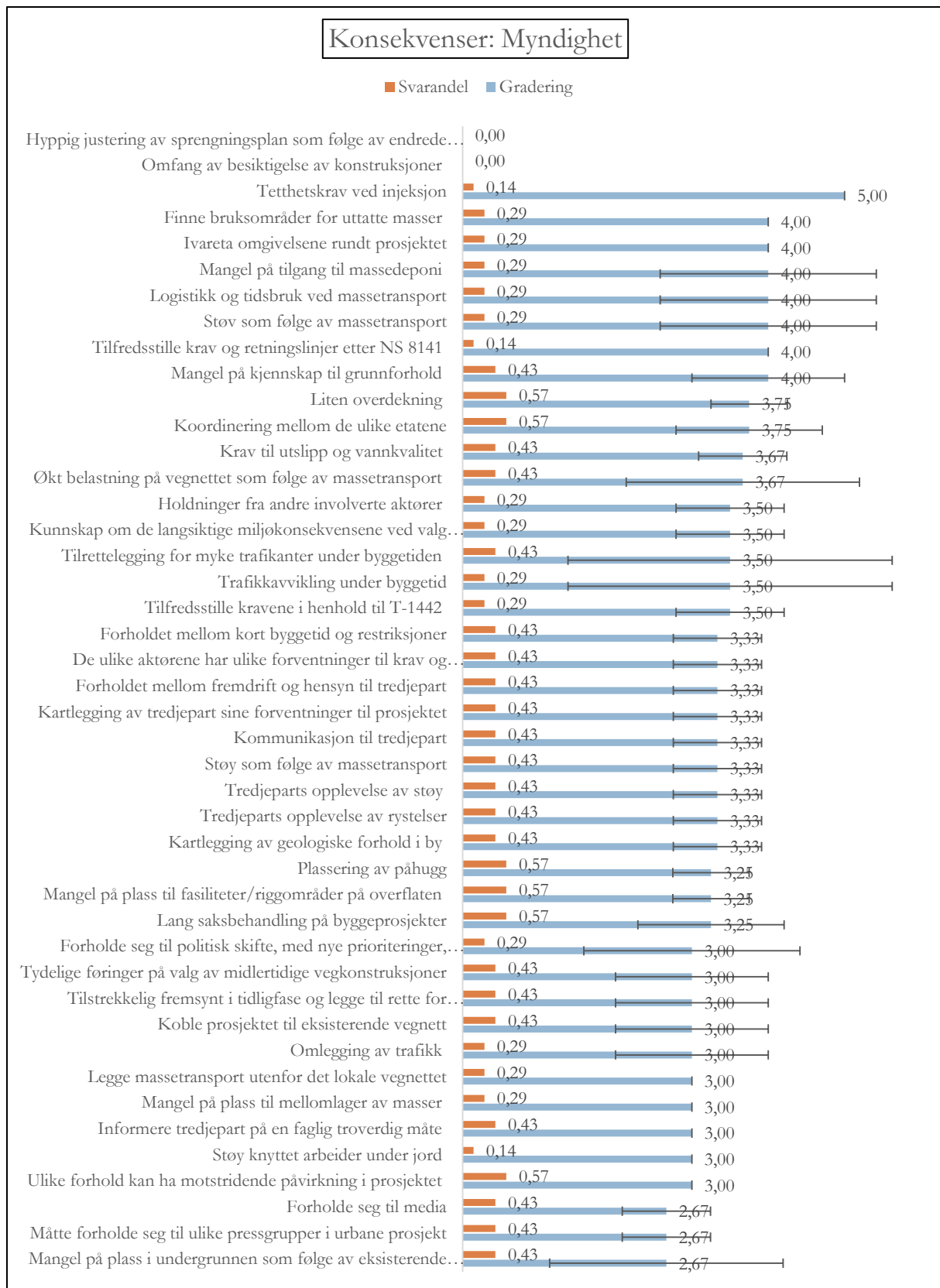


Figur 16 Resultat fra vurdering av utfordringer ved siste prosjekt, byggherre

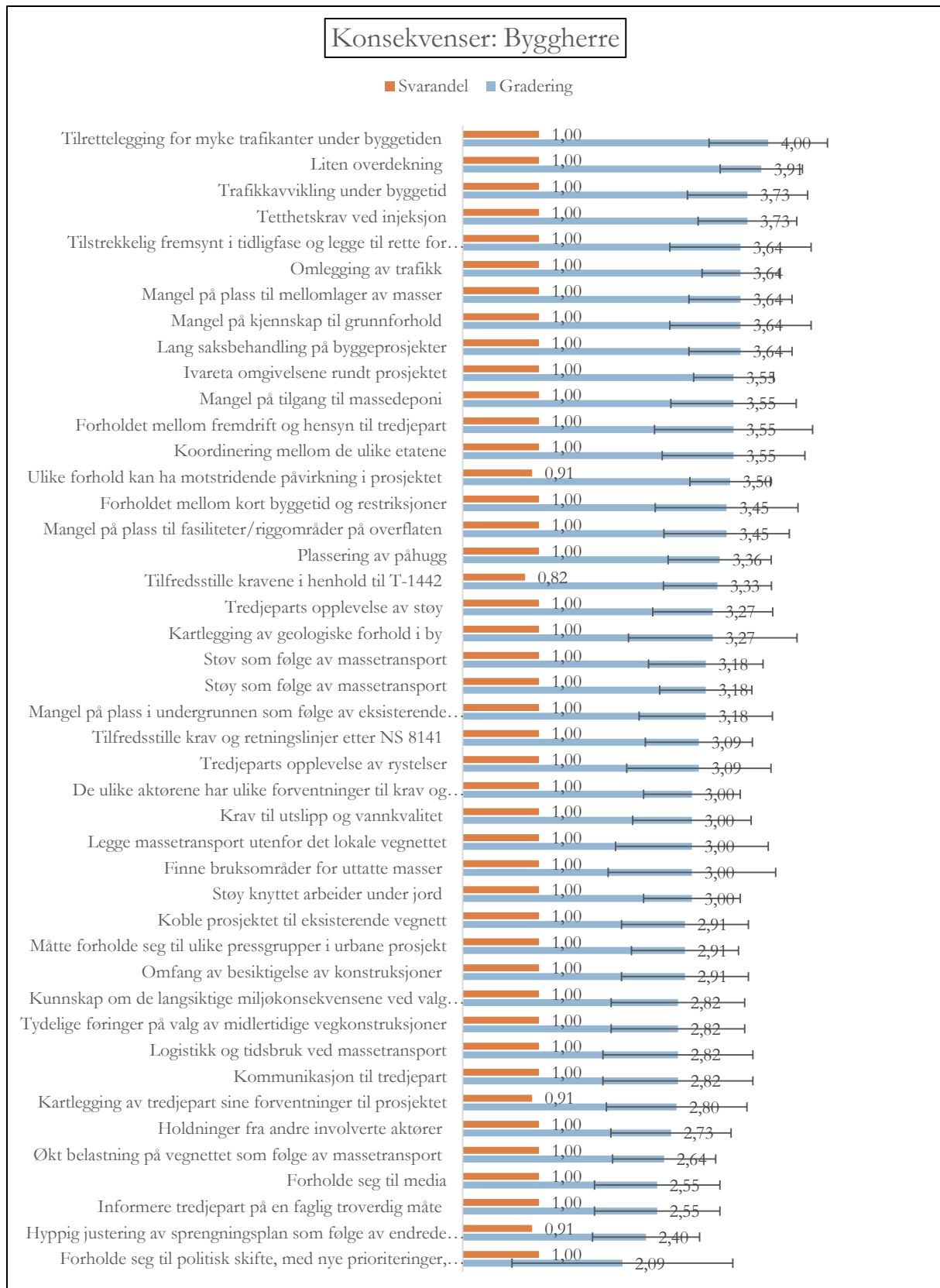


Figur 17 Resultat fra vurdering av utfordringer ved siste prosjekt, entreprenør

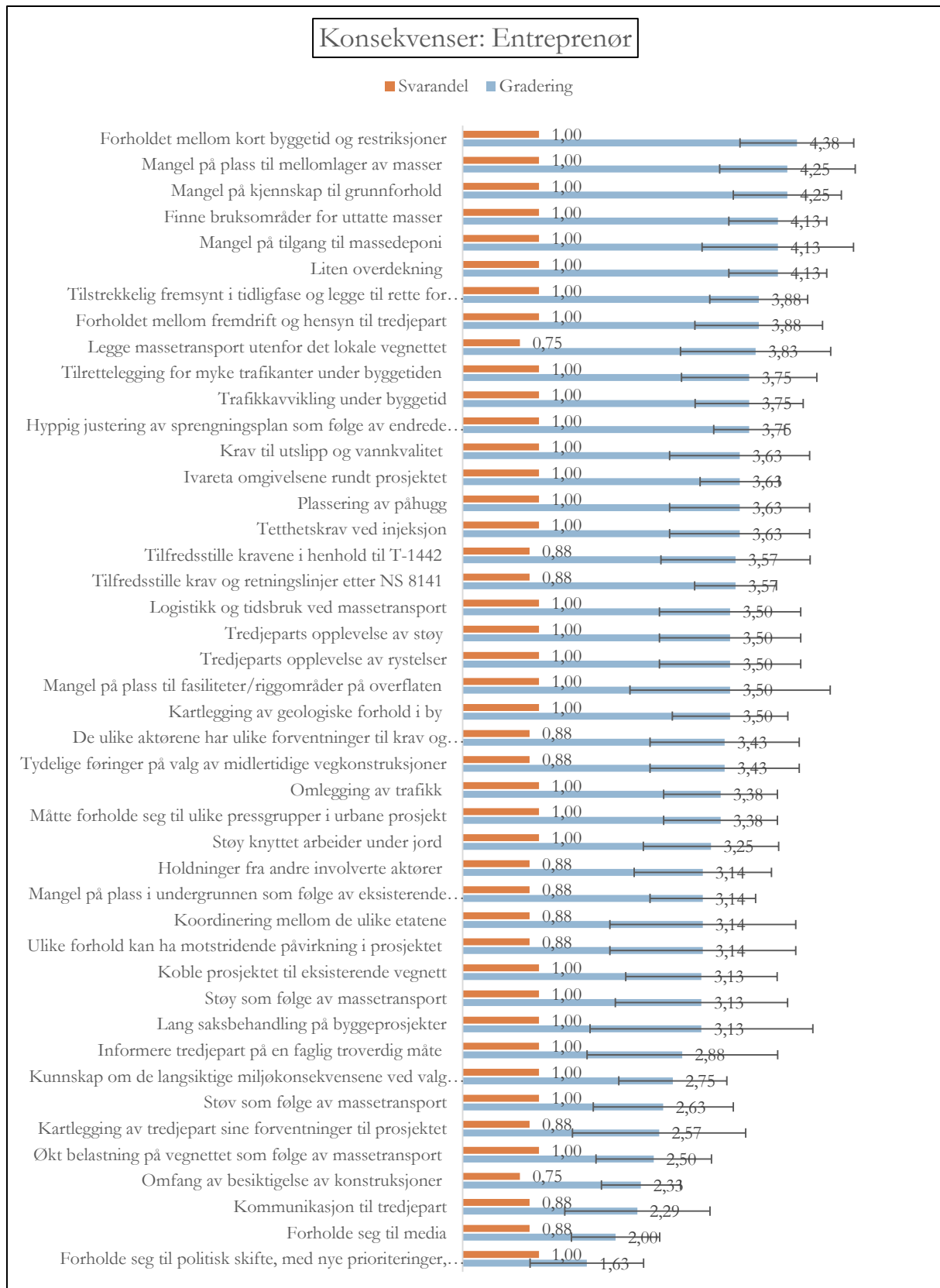
4.5 KONSEKVENSER



Figur 18 Resultat fra vurdering av konsekvens til gitte utfordringer, myndighet



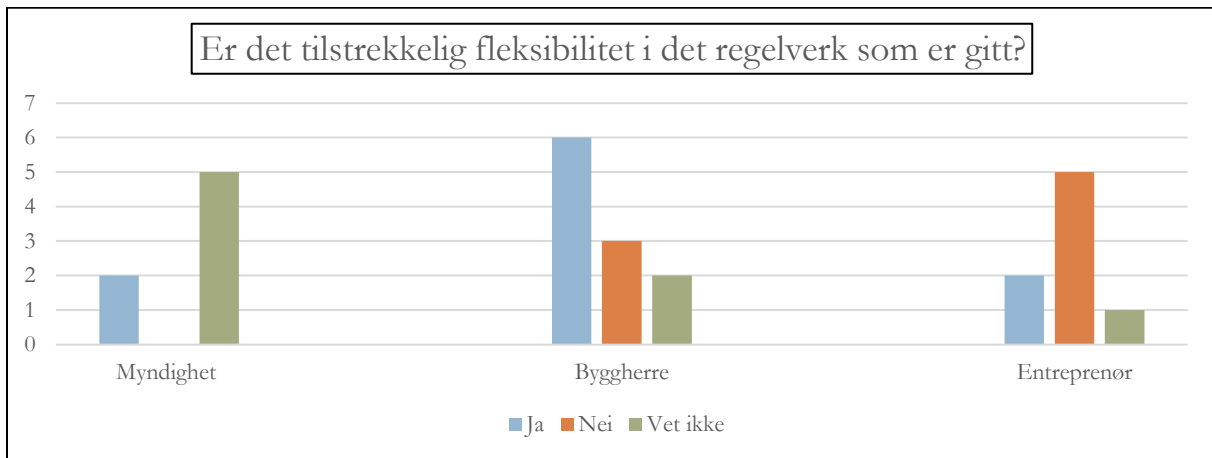
Figur 19 Resultat fra vurdering av konsekvens til gitte utfordringer, byggherre



Figur 20 Resultat fra vurdering av konsekvens til gitte utfordringer, entreprenør

4.6 VURDERING AV PÅSTANDER

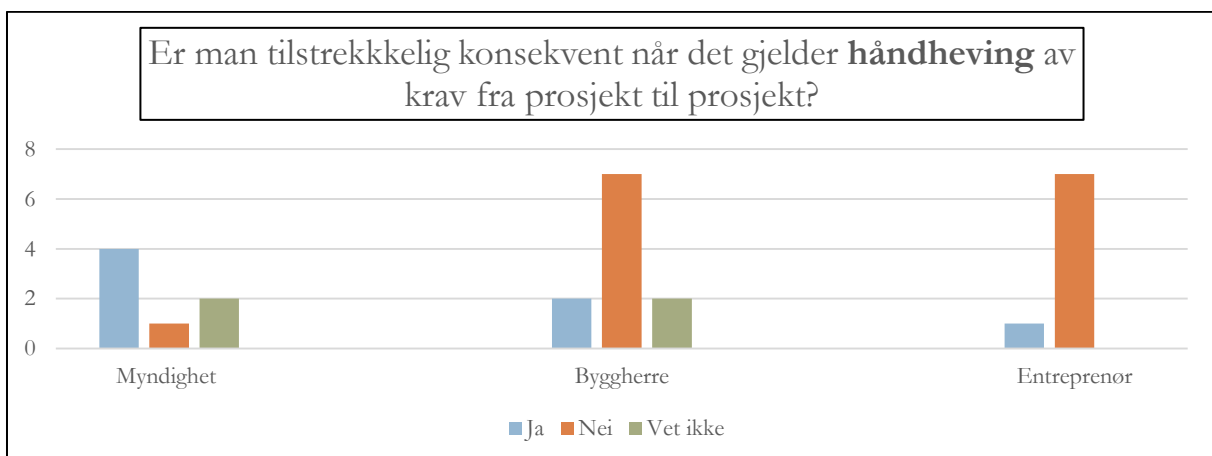
I dette kapittelet presenteres resultatene som antall svar knyttet til en påstand.



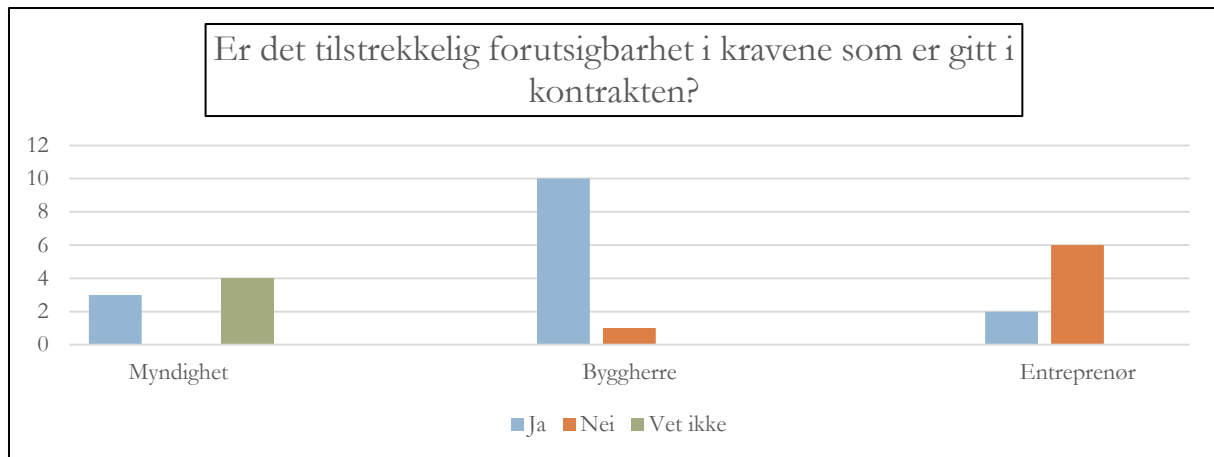
Figur 21 Vurdering av fleksibilitet i regelverk



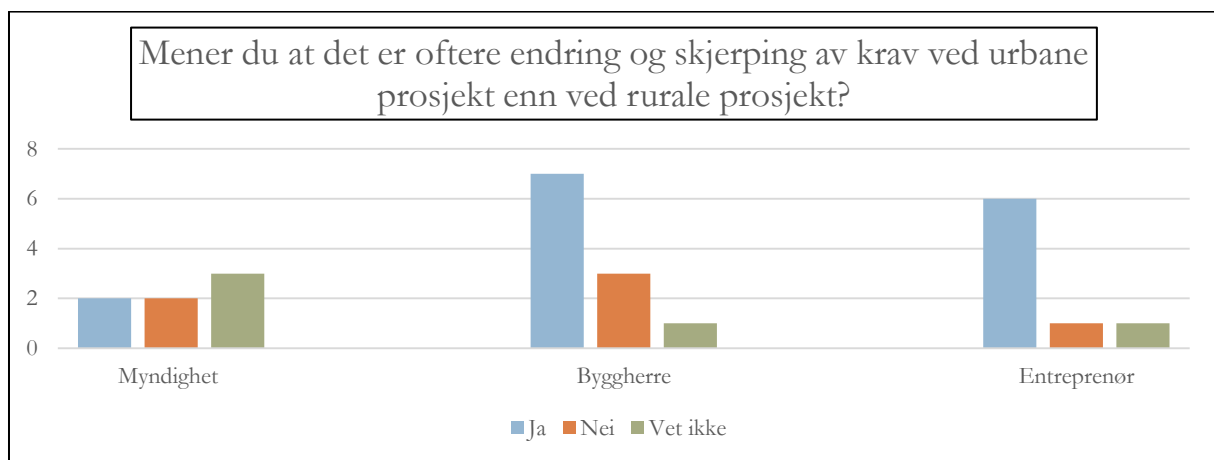
Figur 22 Vurdering av fastsetting av krav



Figur 23 Vurdering av håndheving av krav



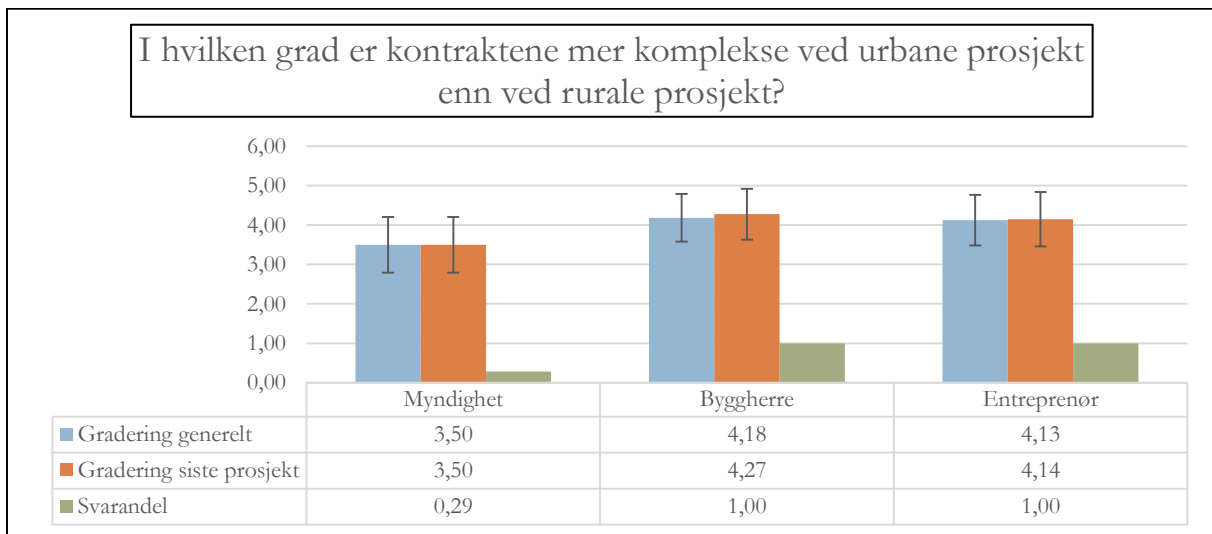
Figur 24 Vurdering av forutsigbarhet i krav gitt i kontrakt



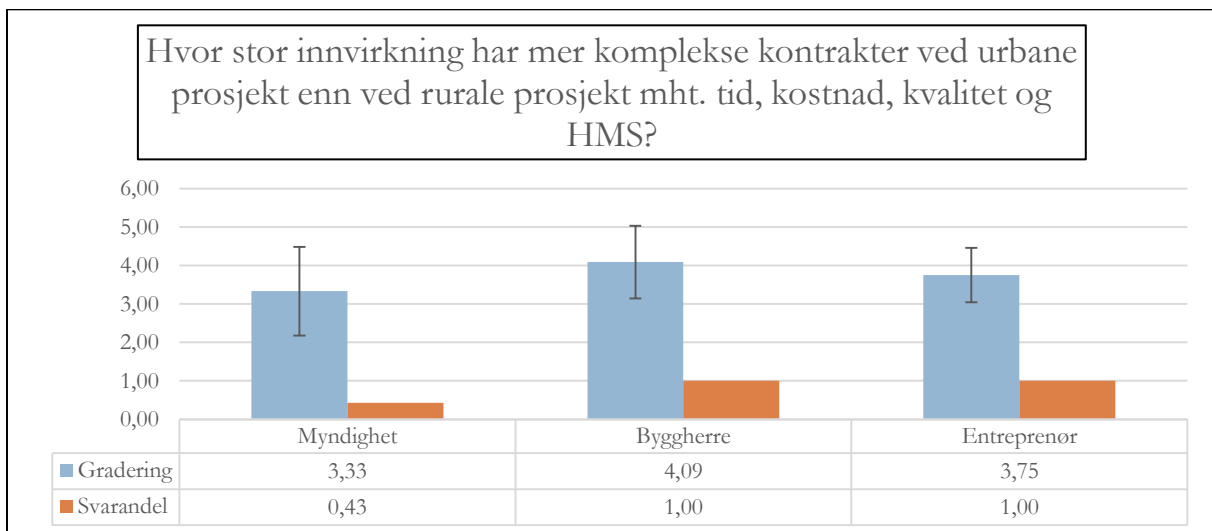
Figur 25 Vurdering av hyppighet i endring og skjerping av krav i urbane prosjekt

4.7 KONTRAKT

I dette kapittelet presenteres resultatene med svarandel (0-1), gjennomsnittlig resultat og tilhørende standardavvik.



Figur 26 Vurdering av kompleksitet i kontrakt ved urbane prosjekt sammenlignet med rurale prosjekt



Figur 27 Innvirkning kompleksitet i kontrakt

5 DISKUSJON

I dette kapitlet diskuteres resultatene fra undersøkelsen. Først diskuteres resultatene hvor respondentene har vurdert faktorene ut fra et «generelt» perspektiv. Dette for i størst mulig grad kunne generalisere resultatene. Deretter diskuteres resultatene hvor respondentene skulle vurdere faktorene opp mot sitt siste relevante prosjekt. Respondentene skulle også vurdere konsekvensene til innkomne faktorer. Avslutningsvis diskuteres resultatene fra ulike påstander respondentene skulle ta stilling til.

For at et resultat skal kunne benyttes, må det være tilstrekkelig høy svarprosent. På grunn av antall respondenter, anses svarprosent på over 67% som tilstrekkelig for å kunne vurdere resultatene. Til repetisjon presenteres andel respondenter og graderingsskalaen til resultatene i tabell 8 og 9.

Tabell 8 Respondenter

Andel respondenter	
Myndighet	7
Byggherre	11
Entreprenør	8
Totalt antall svar/ totalt antall kontaktet	26/ 30. Svarprosent = 87%

Tabell 9 Forholdet mellom gradering og tallverdi

Graderingskala						
0	1	2	3	4	5	Vet ikke
Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Trekkes fra svarandel

Det er de fem største og fem minste faktorene som vil diskuteres. Dersom flere faktorer har samme gradering innen de fem største og minste faktorene, blir disse også diskutert.

5.1 UTFORDRINGER: GENERELT

5.1.1 Myndighet

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 10 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Mangel på tilgang til massedeponi	71%	4,00	0,89
Logistikk og tidsbruk ved massetransport	86%	4,00	1,41
Tredjeparts opplevelse av støy	86%	3,83	0,75
Mangel på plass til mellomlager av masser	86%	3,75	0,96
Mangel på kjennskap til grunnforhold	86%	3,67	1,21

Tabell 11 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Kommunikasjon til tredjepart	86%	2,33	1,37
Krav til utslipp og vannkvalitet	71%	2,80	1,64
Kartlegging av tredjepart sine forventninger til prosjektet	100%	3,00	0
Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	86%	3,00	0,89
Koordinering mellom de ulike etatene	100%	3,14	0,90

Diskusjon

Mest utfordrende faktorer

Basert på resultatene fra undersøkelsen ser man at myndighetene anser faktorer knyttet til *massedeponi og massetransport, tredjeparts opplevelse av støy* og *mangel på kjennskap til grunnforhold*, til å være de største utfordringene knyttet til konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Årsaken til at de anser *massedeponi og massetransport* som utfordrende kan være at de har gode kjennskaper til hvilke muligheter og begrensninger som finnes ut ifra prosjektlokasjon da de har geografisk tilknytning til prosjektene. Massedeponi og massetransport er nært knyttet sammen. Dersom man ikke har disponible arealer eller ikke får benyttet massene innad i prosjektet, risikerer man lang transportvei. Dette fører til økt belastning på nærmiljøet, deriblant infrastruktur og tredjepart. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2014a) legger frem at ved å redusere total transportlengde vil man spare store samfunnskostnader ved mindre veislitasje, støv, støy, kø og ulykker. Det er rimelig å anta at myndighetene er kjent med potensialet ved å få redusert transportlengde, men samtidig kan ha vanskeligheter med å finne gode alternativer, da det avhenger av tilgjengelige arealer. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2014a) legger frem at det ikke tilstrekkelig administrativ kapasitet i prosjektene når det gjelder massehåndtering. Som en løsning kan man utarbeide et system for å kartlegge tilbud og etterspørsel av masser. Her kan myndighetene bidra med å ha oversikt hvilke prosjekter som foregår samtidig, og fungere som et bindeledd mellom prosjektene. Alternativt kan de sette prosjektadministrasjonene i kontakt med hverandre. På den måten kan man bidra til å jevne ut overskudds- og underskuddsmasser, gitt at de har tilfredsstillende kvalitet. Fylkesmannen kan legge frem ønske om at det skal gjøres rede for hvor man skal gjøre av overskuddsmassene. Dette kan gjøres rede for allerede i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan. Hensikten med å ta høyde for dette i reguleringsplanen, er å sikre at det blir gjort en vurdering på bruksområder på massene, samt det gjort rede for hvor massene blir gjort av (Lovdata, 2008). Mangel på plass til mellomlager av masser har stor innvirkning på prosjektet da det vil kunne hemme rasjonell drift, særlig dersom man har store avstander til massedeponi. Dette fører til at man kun kan transportere massene innenfor arbeidstidsbestemmelsene som er satt etter gjeldende forskrifter, eksempelvis T-1442/2012 eller lokale bestemmelser.

Når det gjelder *tredjeparts opplevelse av støy* så er dette tredjeparts subjektive opplevelse av støy. Det er lokal planmyndighet og lokal helsemyndighet som regulerer støy fra bygg- og anleggsvirksomhet (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014c). Selv om støynivåene er innenfor gitte grenseverdier kan man fortsatt få innsigelser fra tredjepart. Dette kan være utfordrende for myndighet, da det kan oppleve trykk fra omgivelsene. Men i all hovedsak foregår kommunikasjon mellom tredjepart og prosjektet mellom byggherre. Dersom det er vesentlige avvik fra retningslinjene gitt i T-1442/2012 kan Fylkesmannen komme med innsigelser til planen (Miljøverndepartementet, 2014). Det kan være utfordrende for myndighetene å finne forholdet mellom akseptable støynivå samt ivareta hensynet til naboer – dette er noe som må løses mellom myndighet, byggherre og entreprenør. Med tanke på støy må man kartlegge hva som er ønskelig å oppnå, og hva som er praktisk mulig å oppnå. Det er tiltakshaver som er ansvarlig for kartlegging av støy i forbindelse med riks- og europaveg (eller jernbane) (Miljødirektoratet, 2016), og støyanslag for prosjektet er normalt presentert i reguleringsplan (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Myndighet anser også *mangel på kjennskap til grunnforhold* som utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det kan være utfordrende å ha oversikt og kartlegge hva slags grunnforhold som finnes som følge av tett bebyggelse på overflaten. Tiltakshaver vil i tidligfase få utført grunnboringer for undersøke hvilke grunnforhold man har langs fremtidig trasé. Dette blir gjort ved et gitt antall undersøkelser, men hovedinntrykket av traséet er gjerne basert på datagrunnlag som finnes i kommunenes geologiske databaser. Det kan også være utfordrende å ha kjennskap til hva som finnes i grunnen av infrastruktur, eksempelvis kan man ha manglende oversikt over antall og lokasjon av private energibrønner. Konsekvensene til manglende kjennskap kan være store. Dersom antatte grunnforhold avviker fra prosjektbeskrivelsen kan dette føre til at prosjektets byggetid øker, noe som igjen medfører økt press på tredjepart. Et annet aspekt er grunnvannsforhold. Ved forandringer i grunnvannsforhold vil det kunne oppstå setninger i grunnen, og følgelig skader på infrastruktur (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2010). Dette kan i verste tilfelle få store konsekvenser for bebyggelse og tilvekst i områder. En annen fare ved manglende kjennskap til grunnforholdene er potensiell injeksjonsmasse på avveie. Dersom dette skjer involveres myndighetene på basis at det har oppstått en forurensning, og aktuell forurensningsmyndighet vil kunne kreve gransking og tiltak opp mot byggherre og entreprenør (Lovdata, 2014)

Minst utfordrende faktorer

Myndigheten anser *kommunikasjon til tredjepart* som et av de minst utfordrende aspektene. Dette kan ha sammenheng med at det er i hovedsak tiltakshaver sitt ansvarsområde å informere tredjepart om hendelser og aspekter knyttet til prosjektet. Når det gjelder til *krav til utslipp og vannkvalitet* så setter myndighetene grenseverdiene basert på sårbarhetsundersøkelser av resipienten, og gjeldende regelverk er forurensningsloven (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a). De setter også krav som det er opp til prosjektet å tilfredsstille, og vil eventuelt komme med pålegg dersom tiltatte verdier overstiges. I samsvar med Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2015a), anses ikke dette som en stor utfordring da entreprenørene håndterer avanserte rensesystemer på en god måte.

Kartlegging av *tredjepart sine forventninger til prosjektet* er i hovedsak tiltakshaver sitt ansvarsområde, men under planfasen skal myndighet påse at det blir lagt til rette for medvirkning (Lovdata, 2008).

Myndighetene anser det å måtte *forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet* som middels utfordrende. For myndighetene er det samme rammeverk og regelverk som gjelder, uavhengig av politisk styre. De behandler søknader fra tiltakshaver og entreprenør, og setter grenseverdier etter gjeldende regelverk. Myndighetene forholder seg til hierarkiet basert på lovverket, hvor man har interne rutiner og klare ansvarsområder. Dette kan være en av årsakene til at *koordinering mellom de ulike etatene* ikke ses på som en stor utfordring for myndighetene.

Vurdering av grunnlag

Basert på standardavvikene så ser man at det er størst spredning, og dermed noe uenighet knyttet til *logistikk og tidsbruk ved massetransport, samt mangelen på kjennskap til grunnforhold*. Dette betyr er at enkelte anser disse faktorene som svært utfordrende, mens andre anser det som middels til lite utfordrende. Årsaken kan være at respondentene har ulike roller og ansvarsområder, dermed ulik kjennskap til prosessene.

Av minst utfordrende aspekter har *kommunikasjon til tredjepart* og *krav til utslipp og vannkvalitet* store standardavvik, hvor de blir vurdert fra svært lite utfordrende til middels/ stor utfordring. *Kartlegging av tredjepart sine forventninger til prosjektet* har ingen standardavvik, og dette resultatet har dermed høy sikkerhet. I tillegg har samtlige respondenter har avgitt svar på punktet i undersøkelsen.

Spredningen mellom de største og minste utfordringene er noe lav (2,33-4,00). Respondentene har benyttet skalaen i begrenset grad, og dette kan indikere at de fleste aspektene som er vurdert anses som utfordrende i prosjekt med konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Der hvor samtlige respondenter har avgitt svar, er det rimelig å anta at de har kjennskap til de aktuelle aspektene. Årsaken til at enkelte respondenter har svart «vet ikke» kan være på grunn av at dette er aspekter de har begrenset kjennskap til. Dette kan være som følge av at enkelte av respondentene har et veldig fagspesifikt ansvarsområde i tilknytning til prosjektene. Som er resultat av dette vil ikke samtlige utfordringer være vurdert på grunn av for lav svarprosent.

Man ser at standardavvikene er relativt høye (STD: 0,75-1,64), foruten om *kartlegging av tredjepart sine forventninger til prosjektet* (STD: 0). Dette kan indikere har ulik oppfatning av hvor utfordrende gitte faktorer er, og det er dermed noe usikkerhet i resultatene.

5.1.2 Byggherre

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 12 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Lang saksbehandling på byggeprosjekter	100%	4,00	0,45
Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden	100%	3,82	0,75
Omlegging av trafikk	100%	3,82	0,98
Trafikkavvikling under byggetid	100%	3,73	1,10
Tredjepartsopplevelse av støy	100%	3,73	0,90
Mangel på plass til fasiliteter/ riggområder på overflaten	100%	3,73	0,90

Tabell 13 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Forholde seg til politiske skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	100%	2,18	1,25
Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/ omstendigheter	91%	2,80	0,79
Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger	91%	2,90	0,57
Forholde seg til media	100%	2,91	0,94
De ulike aktørene har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt	100%	2,91	0,54

Diskusjon

Mest utfordrende faktorer

Byggherren ønsker gjerne rask saksbehandling ettersom man ønsker å gjennomføre prosjektet så raskt som mulig. Ved *lang saksbehandling* kan forutsetninger for prosjektet endres både i form av krav og omfang, noe som ofte kan føre til at prosjektkostnaden øker (Norconsult, 2016). Et annet aspekt ved lang saksbehandling er at man kan oppleve å miste nøkkelpersonell i løpet av behandlingsperioden. Dermed må man bruke ressurser for å bygge opp prosjektorganisasjonen og sikre at man ikke mangler nøkkelkompetanse.

Det kan være utfordrende å komme med gode løsninger ved *omlegging av trafikk* under byggefasen. Det må være tilgjengelige arealer til å gjøre endringene, og byggherren er bindeleddet mellom omgivelsene og entreprenøren. Valg av løsninger kan komme fra byggherren, eller det kan være kontraktsfestet at entreprenøren skal komme med forslag til løsninger. Avhengig av egenskapene til prosjektet kan det være nødvendig med relativt hyppig omlegging gjennom hele byggeperioden. Dette gjør at god og oppdatert informasjon til trafikanter og omgivelsene er særdeles viktig (Ghorbani et al., 2012). Byggherren vil ønske kostnadseffektive midlertidige løsninger, som ivaretar omgivelsene på en god måte, samtidig som det sikres god trafikkavvikling under byggetiden. Ved å tilrettelegge for god trafikkflyt og sikkerhet kan man unngå potensiell misnøye fra trafikanter.

Fremkommelighet og samfunnsikkerhet er en myndighetsoppgave (Vaa et al., 2012), hvor blant annet myndighetssiden i Vegvesenet har vegnormaler som beskriver hvordan man skal håndtere fremkommelighet når man gjennomfører et anlegg. I større eller mindre grad så påser myndighetssiden at byggherresiden tilfredsstiller kravene. På reguleringsplanstadiet bør man søke om å få regulert plass til eksempelvis midlertidig omkjøringsruter. Det innebærer mye logistikk knyttet til riktig valg av rekkefølge på arbeidsoperasjoner og konstruksjoner. Ved å etterstrebe at man har riktig rekkefølge på arbeidsoperasjoner vil man potensielt kunne oppnå en mer sikker prosjektgjennomføring ved å redusere den operasjonelle usikkerheten (Samset, 2008). *Hensynet til myke trafikanter* må ivaretas, og det kan være utfordrende å komme med gode løsninger for myke trafikanter i områder hvor man har anleggstrafikk, eksisterende trafikk, eller hvor det er trangt. Det må være tilfredsstillende løsninger med hensyn til krav til sikkerhet, blant annet ved krysninger av veg hvor det kan forekomme anleggstrafikk utenfor inngjerdet anleggsområde. Man er avhengig av tydelig informasjon for å ivareta sikkerheten til trafikantene.

Byggherren har normalt ansvar for å sikre at det er tilstrekkelig *plass til fasiliteter* til riggområdet. Dette er gjerne gjort rede for i reguleringsplanen. Dersom plass og risiko er tydelig beskrevet i entreprisen, vil risikoen ligge på utførende entreprenør gitt arbeidsforholdene er som forutsatt. Dersom det er ekstra trangt eller avvik i forhold til hva som var forutsatt, så overføres gjerne risikoen på byggherren. Dersom det er begrenset med areal kan det være nødvendig å gjøre stedlige tilpasninger utover hva som er optimalt, og i verste tilfelle sperre deler av veien.

Byggherren er gjerne den aktøren som opprettholder kommunikasjon mot tredjepart, og det er da de som i hovedsak får tilbakemeldinger når det gjelder *tredjeparts opplevelse av støy*. Det er byggherren som må gjøre avveiningen mot arbeidstidsbegrensninger. Herunder ligger hensynet mellom fremdrift i prosjektet og ivaretagelse av omgivelsene. Dette kan være en påkjenning da tredjepart kan ha behov som ikke møtes selv om kravene som har

blitt satt opprettholdes. Eksempelvis kan barn bli vekt på kveldstid som følge av anleggsstøy, selv om grenseverdiene er innenfor T-1442/2012.

Minst utfordrende faktorer

Byggherren anser det å *forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet* som minst utfordrende. Dersom man tolker underveis i prosjektet som *etter* de fysiske arbeidene er startet, vil ikke politisk skifte ha stor innvirkning da prosjektplanene er godkjent. Det finnes dog eksempler hvor nye, politiske prioriteringer har innvirket på prosjektet. Et eksempel er E39 Svegatjørn-Rådal hvor rammetillatelsen for massedeponi ble endret etter igangsettelse av fysiske arbeidere (bt.no, 2016). Dersom man tolker utfordringen fra prosjektoppstart med plan- og reguleringsprosessen, så kan politisk skifte ha en innvirkning på omfang og plassering av prosjekt. Disse faktorene kan føre til usikkerhet rundt rammene til prosjektet, noe som potensielt kan føre til økte kostnader (Norconsult, 2016).

Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endre forhold blir sett på som blant de minst utfordrende faktorene. Dette samsvarer med litteraturen som stadfester at man i dag har tilstrekkelig anleggsteknisk kompetanse og gode løsninger på tekniske utfordringer (NTNU - Anleggsdrift, 1998, Fagermo, 2015, Kleppstø, 2015, Andreassen, 2015). Dog vil hyppige endringer i sprengningsplan hemme rasjonell drift, og føre til at man bruker lengre tid, noe som kan føre til økte kostnader for prosjektet. En fordel ved konvensjonell tunneldriving er riktignok at metoden er veldig tilpasningsdyktig ved endrede forhold (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014b).

Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger blir sett på som blant de minst utfordrende faktorene. Dette kan ha sammenheng med at man er god kjent med aspekter knyttet til drivemetoden og at man har referanseprosjekter, samt tilstrekkelig kompetanse i prosjektorganisasjonen. Usikkerheten kan ligge rundt de økologiske endringene som følge av inngrep i omliggende natur.

Årsaken til at det å *forholde seg til media* blir vurdert til å være blant de minst utfordrende faktorene, kan ha sammenheng med at det er innarbeidet interne rutiner, og man har dannet seg erfaringer ved mediehandtering.

Kontraktene i prosjekt med urban tunneldriving baserer seg i hovedsak på samme rammeverk fra prosjekt til prosjekt (Statens vegvesen, 2014), dermed anses det som middels utfordrende at *de ulike aktørene har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt*. Byggherren forholder seg til det som er gitt i kontrakt. Utfordringen kan ligge i om man har klare nok retningslinjer, og samtidig tilstrekkelig rom for en dyktig entreprenør til å finne gode løsninger. Byggherren vil ønske å unngå at det spekuleres i kravene som regnes på, og man bør gjøre rede for potensielle tolkningsspørsmål slik at ikke en entreprenør utnytter det til sin fordel.

Vurdering av grunnlag

Det er stor enighet blant respondentene i at *lang saksbehandling i byggeprosjekter* er den største utfordringen, ettersom samtlige har vurdert utfordringen standardavviket er på 0,45. Resultatet anses dermed til å ha relativt lav usikkerhet.

Standardavviket knyttet til *politiske forhold* tilsier at det er noe uenighet i hvilken grad det er utfordrende. Med et standardavvik på 1,25 vurderes faktoren mellom svært lite til middels utfordrende. Dette kan ha sammenheng med potensiell tolkning av spørsmålet; har

respondentene tolket faktoren som før eller etter byggestart. *Forholde seg til media* har et standardavvik på 0,94 Dette betyr at enkelte har vurdert utfordringen til å være stor, mens andre har vurdert den til å være liten.

Bruken av skalaen er relativt lik mellom byggherre (2,18-4,00) og myndighet (2,33-4,00), men det er høyere svarprosent. Hos byggherre var det høy nok svarprosent på samtlige utfordringer som skulle vurderes, og de er hovedsakelig vurdert til å være middels til stor utfordring for prosjekt. Disse er dermed vurdert til å ha innvirkning på prosjektet, foruten om det å *forholde seg til politiske forhold*, da dette er vurdert som lite utfordrende for prosjektet.

Årsaken til at byggherre har høyere svarprosent enn myndighet kan ha sammenheng med at de er involvert i flere av prosessene, eller har kjennskap til de fleste aspektene i prosjektene.

Byggherre har noe lavere standardavvik enn myndighet (STD: 0,45-1,24). Dette kan indikere at det er større enighet blant byggherrerepresentantene, men det fortsatt usikkerhet knyttet til resultatene.

5.1.3 Entreprenør

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 14 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Mangel på plass til mellomlager av masser	100%	4,38	0,74
Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner	100%	4,25	0,46
Trafikkavvikling under byggetid	100%	4,25	0,46
Tredjeparts opplevelse av støy	100%	4,13	0,99
Krav til utslipp og vannkvalitet	100%	4,00	0,53
Mangel på tilgang til massedeponi	100%	4,00	1,41
Liten overdekning	100%	4,00	1,07

Tabell 15 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Omfang av besiktigelse av konstruksjoner	75%	1,33	1,03
Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	100%	1,38	1,19
Forholde seg til media	100%	1,88	0,99
Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur	88%	2,71	0,95
Koordinering mellom de ulike etatene	100%	2,75	0,89

Diskusjon

Mest utfordrende faktorer

Mangel på plass til mellomlager av masser kan være utfordrende for entreprenør med hensyn til logistikk. Ved å ikke ha muligheten til mellomlagring er man avhengig av å få transportert massene bort fra anlegget. I urbane prosjekt er det gjerne begrenset tidsrom man har lov å gjøre støyende arbeider. Dersom man har utkjøring av masser i nærhet av bebyggelse vil man gjerne ikke ha tillatelse til å kjøre etter et gitt tidspunkt. Begrensningene vil da være satt etter T-1442/2012 eller lokale bestemmelser (Norsk Forening for Fjellsprengeteknikk, 2014c). Ved *mangel på tilgang til massedeponi*, eller at man ikke har massedeponi i nærheten, kan det være en krevende oppgave å opprettholde rasjonell drift. Ved begrensning i arbeidstid, hvor man i tillegg må ta hensyn til rushtrafikk og kjøring i nærhet av skoler, vil man potensielt kun ha mulighet til å transportere massene mellom kl.09-15 og kl.17-22. I verste tilfelle kun frem til kl.19. Som Svendsen og Hansen (2008) legger frem, blir *tredjeparts opplevelse av støy* og reaksjonsbilde mer krevende på kveldstid. Dersom man kommer skjært ut på den sykliske prosessen, vil det oppstå forsinkelser som kan være utfordrende å hente inn. *Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner* kan dermed være krevende for entreprenøren, da det kan oppstå forsinkelser som kan være vanskelig å hente inn. Entreprenøren vil ikke bli kompensert for eventuelle forsinkelser med mindre det er store avvik fra hva som kunne forventes fra konkurransegrunnlag. Entreprenøren må dermed risiko- og kostnadsberegne denne usikkerheten knyttet til forholdet mellom begrensning i arbeidstid og drivesyklus, og dette kan være en utfordring i seg selv. I kontrakten kan det være motstridende forhold, hvor det eksempelvis kan stå at nattarbeid er forbudt, men også at krav er satt etter T-1442/2012 hvor det er tillatt med arbeider på natt så fremt det er under gitte grenseverdier (Klima- og miljødepartementet, 2012). Dette kan føre til tolkningsspørsmål av konkurransegrunnlaget.

Trafikkavvikling under byggetid kan være krevende både med hensyn til tid og utførelse. Det kreves ofte at man gjøre inngrep i, eller langs eksisterende ferdselsårer, og man må gjennomføre disse arbeidene på best mulig tidspunkt med hensyn til trafikkflyt. Beste tidspunktet er gjerne på nattetid, men da har man samtidig støybegrensninger. Man må dermed søke om tillatelse for overskridelse av grenseverdiene etter T-1442/2012. En utfordring ved arbeider tett opp mot trafikk kan være graden av sikkerhet og trygghet for arbeiderne som arbeider langs traséet. Det er derfor viktig med tydelig informasjon til trafikantene om endrede kjøremønstre og fartsgrenser med skilting, slik at de overholder gitte føringer.

Krav til utslipp og vannkvalitet blir håndtert med dyre og avanserte rensesystemer, som krever oppfølging flere ganger i døgnet. Avhengig av bergarten og resipient kan det være relativt rigide krav som skal overholdes. I enkelte prosjekt kan det være såpass strenge krav, at man i prinsippet fortynner avløpsvannet når man slipper ut det rensede drivevannet. Spørsmålet da er hva som anses som fornuftige krav, da det kan være kostbart å tilfredsstille gjeldende krav. Et annet aspekt ved rensaneanleggene er at de tar mye plass. Ettersom man allerede har begrenset plass i urbane prosjekt, kan dette være krevende å finne areal til rensaneanlegget – særlig i dagen. Et alternativ er å plassere rensaneanlegget langs tunneltraséet og/ eller lage sedimenteringsbasseng langs traséet. At entreprenøren anser dette som utfordrende er i motsetning til hva Norsk Forening for Fjellsprengeteknikk (2009) legger frem. Som nevnt overfor kan dette ha sammenheng med oppfølging av til tider rigide krav og plassbruk ved allerede begrensede riggområder.

Ved *liten overdekning* er det potensiale for kollaps. Kollaps vil kunne ha større konsekvenser i urbane miljø enn rurale, da det kan være omfattende bebyggelse og infrastruktur på overflaten. For entreprenøren kan dette medføre en mental påkjennelse, men det skaper også utfordringer knyttet til at man må gjøre omfattende sikringstiltak. Dette kan igjen føre til lavere inndrift. Dersom entreprenøren ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til dette ved anbudsregning bærer de eventuell risiko ved forsinkelser, gitt at det er innenfor hva byggherren mener hva som kunne forventes. Her kan det oppstå uenigheter mellom entreprenør og byggherre når det gjelder hva som var tilstrekkelig og riktig grunnlag. Et annet aspekt ved liten overdekning er problematikk knyttet til strukturstøy i form av boring, da dette kan være til sjenanse for beboere. Arbeidstidsbegrensninger som følge av støyende arbeider vil dermed kunne hemme inndriften. Et annet sjenanseaspekt er knyttet til selve initieringen av salven hvor man vil ha rystelser og strukturstøy, men dette vil være få ganger i løpet av et døgn. Strukturstøy ifra boring kan komme fra boring til injeksjon eller salveboring, og vil oppstå over lengre perioder i løpet av en drivesyklus, dermed vil dette påvirke tredjepart i større grad enn fra initiering av salven. Injeksjonsmasse i dagen kan være en annen utfordring ved lav overdekning. Det er dermed viktig å ha god kontroll på injeksjonsmengden og injeksjonstrykket for å vurdere om man har injeksjonsmasse på avveie (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2010). I urbane tunneler er det strenge tetthetskrav, og det kan være vanskelig å oppnå tilstrekkelig tett injeksjonsskjerm ved liten overdekning.

Minst utfordrende faktorer

Omfang av besiktigelse av konstruksjoner blir ansett som det minst utfordrende for entreprenør. Årsaken til dette kan være at det er byggherren sitt ansvar (Vegdirektoratet, 2010), og dermed vil entreprenøren være noe sidestilt fra prosessen. Entreprenøren vil bli involvert dersom det viser seg at det har oppstått skade på eiendom som følge av overskridelser av grenseverdier ved rystelser, eller ved setninger.

Entreprenøren er også noe sidestilt i de politiske prosessene. Dersom det forekommer et *politisk skifte underveis i prosjektet, med nye prioriteringer* vil det mest sannsynlig ha innvirkning i forkant av byggestart. Det finnes dog som tidligere nevnt tilfeller hvor det har blitt gjort endringer etter byggestart som et resultat av et politisk skifte. Eksempel på dette er massedeponi E39 Sveгатjørn-Rådal. Da dette er endringer i konkurransegrunnlaget, vil dette mest sannsynlig legge press på byggherre fremfor entreprenør. Det er dermed rimelig å anta at entreprenøren ikke blir holdt som ansvarlig, og kompenseres ved eventuelle endringer eller heft.

Det er gjerne kontraktsfestet at all mediekorrespondanse skal gå gjennom byggherren, dermed er ikke det å *forholde seg til media* ansett som noe særlig utfordrende for entreprenør, selv om de fra tid til annen kan få henvendelser.

Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur bør være tatt hensyn til i planfasen og prosjekteringsfasen, og anses dermed ikke som særlig utfordrende for entreprenør. Dersom det finnes spesielle hensyn, er dette gjerne tatt høyde for i anbudsregningen. Dette resultatet er i samsvar med ITA (2012), som mener at eksisterende infrastruktur i undergrunnen *kan* være utfordrende.

Entreprenøren forholder seg i stor grad til byggherren, dermed anses *koordinering mellom de ulike etatene* som middels utfordrende. Entreprenøren vil stå som ansvarlig ved søknad om

overskridelse av fastsatte verdier overfor myndighetene, ettersom tiltakshaver ikke kan stå som søker (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2015a).

Vurdering av grunnlag

Man ser fra resultatene at entreprenørrespondentene bruker skalaen i større grad (1,33-4,38), og har generelt høyere gradering (4,00-4,38) på hva som anses som utfordrende. Dette kan ha sammenheng med at det er ofte de som må håndtere prosessene og har et praktisk forhold til utfordringene. *Mangel på plass til mellomlager av masser* blir vurdert som mest utfordrende, og med standard avvik på 0,74 vurderes det til å være overkant av middels til veldig stor utfordring. Det er stor enighet at *forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner* er utfordrende, samt *trafikkavvikling under byggetid*, da standardavvikene er 0,46. I tillegg har samtlige av respondentene svart, noe som gjør at det er høy sikkerhet i disse resultatene. *Tredjeparts opplevelse av støy* har noe høyt standardavvik (STD: 0,99), men vurderes til å være en middels til stor utfordring. *Mangel på tilgang til massedeponi* har høyest standardavvik og varierer fra underkant av middels utfordrende til utfordrende i veldig stor grad. Årsaken til dette kan være at respondentene har ulike erfaringer basert på prosjekt, da det enkelte steder kan være lettere å finne potensielle, tilgjengelige arealer. Det er generelt stor enighet blant entreprenørene om hva som anses som de største utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk.

Fellesnevnerne til faktorene som anses som minst utfordrende er at dette er prosesser hvor entreprenøren er noe sidestilt i forhold til myndighet og byggherre. Samtidig er de tydelige på at det de ikke anser som utfordrende scorer lavt. *Besiktigelse av konstruksjoner* og *mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur* har svarprosent på 75% og 88%, og standardavvik på henholdsvis 1,03 og 0,95. Dette gjør at det er noe større usikkerhet i resultatene. Resultatene til *omfang av besiktigelse av konstruksjoner* og *forholde seg til politisk skifte underveis i prosjektet* varierer fra å være ingen utfordring til lite utfordrende. *Forholde seg til media* varierer fra veldig lite til middels utfordrende. *Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur* og *koordinering mellom de ulike etatene* varierer fra liten til stor utfordring. Dette viser at det er noe mer usikkerhet i hva som anses som minst utfordrende blant entreprenørene.

5.1.4 Sammenligning av resultat

De tre bransjeaktørene har alle vurdert *tredjeparts opplevelse av støy* til å være blant de mest utfordrende faktorene. Det er dermed viktig påpeke at det er ikke overholdelse av krav i henhold til T-1442/2012 eller lokale bestemmelser som er utfordrende, men de subjektive opplevelsene til tredjepart som følge av anleggsstøy.

Myndighet og entreprenør har begge vurdert *mangel på plass til mellomlager av masser* og *mangel på tilgang til massedeponi* som noe av det mest utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk.

Når det gjelder hva som anses som minst utfordrende er alle tre bransjeaktører enige at det å *forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet* er blant de minst utfordrende faktorene. Videre er det enighet mellom myndighet og entreprenør at *koordinering mellom de ulike etatene* er blant de minst utfordrende faktorene.

Myndighet og entreprenør er uenige i hvorvidt *krav til utslipp og vannkvalitet* er utfordrende. Myndighetene anser dette som blant de minst utfordrende, men har relativt høyt

standardavvik på 1,64. Dermed er det noe uenighet innad blant myndighetene på hvorvidt faktoren er middels utfordrende. Det er derimot større enighet blant entreprenørene med standardavvik på 0,53, som anser faktoren til å være en stor utfordring. Årsaken til dette kan være at det er entreprenøren som bærer kostnaden og må bruke ressurser for å tilfredsstillere kravene som er stilt.

Generelt så ser man at myndighet og entreprenør vurderer faktorer knyttet til massehåndtering som utfordrende. Dette betyr at byggherren ikke vurderer dette til å være blant de største utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det er byggherren som skal gjøre rede for massene og er kjent med eventuelle utfordringer under drifvingen av prosjekt, samt er tett involvert i planprosessen. Spørsmålet da er om de gjør rede for dette selv, eller om de legger ansvaret i større grad over på entreprenøren. Dersom sistnevnte er tilfelle vil entreprenøren kostnadsberegne risikoen, noe som kan føre til økt total kostnad på prosjektet. Selv om byggherre ikke har massehåndtering som mest utfordrende, så er det fortsatt ansett som utfordrende da det er liten avstand mellom hva som anses som mest utfordrende og hva som anses som minst utfordrende av de vurderte faktorene (2.18-4,00). Et annet aspekt ved massedeponi er at utbyggeren ikke alltid er den samme, og ei heller den samme myndighet. Man har eksempelvis Statens vegvesen, Jernbaneverket, Oslo VAV med mer. Dermed er det mange forskjellige etater og instanser som har ulike ressurser.

Det bør presiseres at myndighetene har vurdert færre utfordringer, da det ikke har vært tilstrekkelig høy svarprosent på enkelte faktorer. Et annet viktig moment å påpeke er at selv om faktorer er vurdert til å være blant de minst utfordrende av de vurderte faktorene, så har de generelt høy gradering. De som er vurdert til minst utfordrende er som regel vurdert til å være middels utfordrende. Dette gjør at det er lite spredning i resultatene, og man kan anta at alle faktorene som er vurdert har en eller annen utfordrende egenskap til prosjektet. At det er lite spredning kan komme av at alle faktorene som er vurdert er faktorer som er kommet inn på basis av forberedende intervjuer. Dermed har alle faktorene relevans overfor problemstillinger i urbane tunnelprosjekt med konvensjonell driving.

5.2 UTFORDRINGER: SISTE PROSJEKT

Ettersom evalueringsgrunnlaget er knyttet til ulike prosjekter, kan man ikke sammenligne resultatene opp mot de ulike aktørene. Resultatene kan derimot benyttes til å sammenligne en gitt aktørs svar opp mot resultatene fra den generelle evalueringen. Dersom det er samsvar kan dette indikere at resultatene bærer høy relabilitet. De utfordringene hvor det er samsvar er understreket i påfølgende tabeller.

Dersom det er høy gradering i resultatene ved siste prosjekt, kan det argumenteres for at disse resultatene i seg selv er en form for generaliserte resultater, siden resultatene kan ses på som «uavhengig» da respondentene vurderer ut fra ulike prosjekt. Ettersom respondentene ble bedt om å skille mellom generelt og siste prosjekt velges det å ikke benytte siste prosjekt-resultatene som generaliserte resultater, men benyttes for å se på styrken til resultatene fra de generelle vurderingene. De avvikene som er i forhold til generelt vil diskuteres kort i kapittel 5.2.4.

5.2.1 Myndighet

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 16 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
<u>Mangel på tilgang til massedeponi</u>	<u>86%</u>	<u>3,83</u>	<u>0,75</u>
<u>Tredjeparts opplevelse av støy</u>	<u>86%</u>	<u>3,83</u>	<u>0,41</u>
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport	86%	3,67	0,82
Legge massetransport utenfor det lokale vegnettet	71%	3,60	0,89
Ivareta omgivelsene rundt prosjektet	86%	3,50	0,55

Tabell 17 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
<u>Kommunikasjon til tredjepart</u>	<u>86%</u>	<u>2,17</u>	<u>1,60</u>
Måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt	86%	2,33	1,63
Forholde seg til media	86%	2,33	1,03
<u>Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet</u>	<u>86%</u>	<u>2,33</u>	<u>1,03</u>
Kartlegging av geologiske forhold i by	86%	2,50	1,52

5.2.2 Byggherre

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 18 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Tredjeparts opplevelse av rystelser	100%	4,18	0,75
Tilfredsstille kravene i henhold til T-1442	91%	4,10	0,74
Liten overdekning	100%	4,09	0,70
<u>Omlegging av trafikk</u>	<u>100%</u>	<u>4,00</u>	<u>1,00</u>
<u>Tredjeparts opplevelse av støy</u>	<u>100%</u>	<u>4,00</u>	<u>0,77</u>

Tabell 19 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
<u>Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet</u>	<u>100%</u>	<u>2,00</u>	<u>1,34</u>
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport	100%	2,82	0,75
<u>Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/ omstendigheter</u>	<u>91%</u>	<u>2,90</u>	<u>0,88</u>
<u>Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger</u>	<u>91%</u>	<u>2,90</u>	<u>0,57</u>
Informere tredjepart på en faglig troverdig måte	100%	3,00	0,63
Måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt	100%	3,00	1,10
<u>Forholde seg til media</u>	<u>100%</u>	<u>3,00</u>	<u>1,00</u>
Logistikk og tidsbruk ved massetransport	100%	3,00	0,63

5.2.3 Entreprenør

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 20 Mest utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
<u>Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner</u>	<u>100%</u>	<u>4,00</u>	<u>1,41</u>
De ulike aktører har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt	100%	3,88	0,83
<u>Krav til utslipp og vannkvalitet</u>	<u>100%</u>	<u>3,88</u>	<u>0,64</u>
Tilstrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge	100%	3,88	0,83
<u>Trafikkavvikling under byggetid</u>	<u>100%</u>	<u>3,75</u>	<u>1,39</u>

Tabell 21 Minst utfordrende faktorer

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
<u>Omfang av besiktigelse av konstruksjoner</u>	<u>75%</u>	<u>1,17</u>	<u>0,98</u>
<u>Forholde seg til media</u>	<u>100%</u>	<u>1,38</u>	<u>1,06</u>
<u>Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet</u>	<u>100%</u>	<u>1,38</u>	<u>1,19</u>
<u>Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur</u>	<u>88%</u>	<u>2,00</u>	<u>1,41</u>
Måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt	100%	2,13	1,46

5.2.4 Diskusjon

Samsvar med utfordringer: Generelt

I tabell 22 presenteres resultatene fra siste prosjekt som går igjen fra generelle vurderinger. Disse resultatene anses som styrket, og vil ikke diskuteres ytterligere i dette kapittelet.

Tabell 22 Faktorer fra siste prosjekt som går igjen i generelle vurderinger

Vurdering	Aktør		
	Myndighet	Byggherre	Entreprenør
Mest utfordrende			
	Mangel på tilgang til massedeponi	Omlegging av trafikk	Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner
	Tredjeparts opplevelse av støy	Tredjeparts opplevelse av støy	Krav til utslipp og vannkvalitet
			Trafikkavvikling under byggetid
Minst utfordrende			
	Kommunikasjon til tredjepart	Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	Omfang av besiktigelse av konstruksjoner
	Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endre forhold/omstendigheter	Forholde seg til media
		Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger	Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet
		Forholde seg til media	Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur

Ikke samsvar med utfordringer: Generelt

Resultatene er avhengig av prosjekt, men de kan anses som uavhengig fra hverandre ettersom flere av respondentene har tilknytning til ulike prosjekt. Derfor kan det være interessant å diskutere resultatene kort.

Myndighet

Det myndighetene anser som mest utfordrende i de siste prosjektene er knyttet til massetransport og tredjepart. Det å *ivareta omgivelsene rundt* prosjektet kan tolkes som hensyn til tredjepart og de fysiske omgivelsene, herunder infrastruktur og ytre miljø. Myndighetene har en stedlig tilknytning til prosjektet, og vil kunne ønske å ivareta omgivelsene på best mulig måte. Faktorer som kan virke inn på omgivelsene er eksempelvis støy, støv, rystelser og anleggstrafikk i form av massetransport. Økt *belastning på vegnettet som følge av massetransport* vil påvirke nærsamfunnet ved å føre til økt slitasje, forurensning, støy, potensielle køkostnader og sikkerhet (Eriksen, 1997). Dersom man har utfordringer knyttet til å legge massetransporten utenfor det lokale vegnettet, vil tredjepart påvirkes i stor grad. Dette gjelder da slitasje, støy, støv, kø, sikkerhet og trygghetsfølelsen for tredjepart.

Det å *måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt* vil i hovedsak påvirke prosjektadministrasjonen og særlig byggherre. Myndighetene vil kunne være involvert i høringsprosessen gjennom plan- og bygningsloven, men det er i hovedsak byggherre som forholder seg til interessenter. Dermed anses ikke dette som særlig utfordrende. Det samme vil gjelde å *forholde seg til media* i stor grad, med mindre man har særlige forhold som kommer opp gjennom media. *Kartlegging av geologiske forhold i by* er også blant de minst utfordrende faktorene tilknyttet siste prosjekt, og dette kan ha med at man har gjort seg opp eventuell erfaring, samt at det kommunene skal ha kartdatabaser med geologiske egenskaper. I tillegg vil man gjennomføre kjerneboringer i prosjekteringsfasen i regi av byggherre.

Byggherre

Det byggherre anser som den mest utfordrende faktoren ved siste prosjekt, er *tredjeparts opplevelse av rystelser*. Det er med andre ord ikke de kravene satt ut fra NS8141 som er utfordrende, men tredjeparts subjektive opplevelse av rystelsene. Dette er i samsvar med Standard Norge (2014), som legger frem at mennesker er ømfintlige for svingninger. Utfordringen vil være som ved støy, det å forholde seg til bekymringsmeldinger og kommunisere overfor tredjepart. Svendsen og Hansen (2008) kommenterer at reaksjonsmønsteret endres jo senere på døgnet man påvirker hverdagen til tredjepart. Dersom tredjepart blir påvirket med rystelser og støy, kan man få en forsterkende effekt og dermed få en ytterligere skjerping i støykrav (Miljøverndepartementet, 2014). Dette kan gjøre det utfordrende å *tilfredsstille kravene i henhold til T-1442/2012*. Dersom man ikke overholder kravene kan det bli et stort press fra omgivelsene, og myndighetene kan legge føringer om avbøtende tiltak (Miljøverndepartementet, 2014).

Liten overdekning vil være utfordrende for prosjektet som helhet, men vil ikke påvirke byggherre utover det overliggende HMS-ansvaret ut ifra byggherreforskriften, samt oppfølging av kravene som er satt i kontrakt overfor entreprenør.

Byggherre anser *økt belastning på vegnettet som følge av massetransport* som noe av det minst utfordrende fra siste prosjekt. Dette kan tolkes som at det ikke er noe særlig økt belastning på vegnettet som følge av massetransport. *Informere tredjepart på en faglig troverdig måte og måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt* blir også sett på som blant de minst utfordrende

faktorene ved siste prosjekt. Dette kan komme av at man har opparbeidet interne kommunikasjonsrutiner, samt holdt informasjons- og høringsmøter i henhold til plan- og bygningsloven. *Logistikk og tidsbruk ved massetransport* er blant de minst utfordrende faktorene ved siste prosjekt. Dette er veldig prosjektavhengig hvorvidt man har kort veg til massedeponi eller bruksområder. Basert på Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2014a) og de generelle utfordringene så *kan* det være en utfordring.

Entreprenør

Ved siste prosjekt anser entreprenør at *de ulike aktørene har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt* til å være blant de mest utfordrende faktorene. Ulik forventning kan ligge i hva som er ønskelig å oppnå i krav, og hva som er mulig å oppnå innenfor rimelig kost/ nytte. Aktører kan ha ulike interesser i prosjektet, og basert på dette kan man tolke kontrakt forskjellig. Særlig dersom det er motstridende eller utydelige forhold i kontrakten. Aktørene kan ha ulik forventning til hva som er ønskelig å oppnå, hva som er praktisk mulig å oppnå. En annen faktor som anses som utfordrende ved siste prosjekt er hvorvidt man er *tiltrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge*. Riktig rekkefølge av operasjoner på prosjekt hvor det er mange hensyn å ta i forhold til omgivelsene, deriblant beboere og trafikk, hvor det i tillegg er trangt, kan man ved riktig rekkefølge potensielt oppnå tryggere og raskere gjennomføring. Ved å unngå sløsing og heft vil man kunne oppnå raskere gjennomføring, og potensielt holde kostnadene nede, og gjennomføre prosjektet raskere (Østby-Deglum et al., 2013). Dersom entreprenør ferdigstiller prosjektet før tiltenkt tid, vil man mest sannsynlig oppnå fortjeneste gjennom insentiver.

Av minst utfordrende faktorer ved siste prosjekt, anser entreprenør det å *måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt* til å være blant de minst utfordrende. Dette kan ha sammenheng med at det i hovedsak er byggherre som vil ha kommunikasjon med pressgruppene. Eventuelle krav eller lignende vil dermed komme fra byggherren.

Sammenligning av resultat

Når det gjelder sammenligning av resultat ved siste prosjekt, bør dette gjøres i begrenset grad. Årsaken til dette er at faktorene er ikke vurdert mot samme prosjektgrunnlag, og prosjektene vil kunne ulike egenskaper til seg som kan være utfordrende.

Det at det er avvik mellom resultatene mellom generelt og siste prosjekt fra aktørene. Når det gjelder hva som anses som de største og minste utfordringene, kan dette indikere at hva som anses som de største utfordringene vil kunne variere.

Et punkt som kommer frem er at entreprenør anser *ulike forventninger til krav og restriksjoner blant aktørene* til å være en stor utfordring. Dette er i kontrast til byggherrevurderingene i den generelle vurderingen. Man skal være forsiktig å trekke paralleller mellom to datagrunnlag som har ulike forutsetninger, men resultatet kan fortsatt være interessant da det kan indikere at generelt er dette ikke blant de mest utfordrende faktorene for entreprenør, men av de siste prosjektene ser man at dette er en utfordring i økt grad, hvor resultatene er basert på vurdering fra ulike prosjekt. Resultatene korrelerer med tendensen i bransjen om økt konfliktnivå. Det er i hovedsak entreprenør og byggherre som forholder seg til de kontraktuelle forholdene, hvor krav og restriksjoner vil være satt. Dersom byggherre anser aktørers ulike forventninger til å være blant de minste utfordringene i prosjekt, mens entreprenøren mener det er utfordrende, kan dette potensielt gi grunnlag for uoverstemmelser.

5.3 KONSEKVENS

I dette kapitlet diskuteres de samlede konsekvensvurderingene til en gitt utfordring med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS.

5.3.1 Myndighet

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 23 Faktorer med størst konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Liten overdekning	57%	3,75	0,50
Koordinering mellom de ulike etatene	57%	3,75	0,96
Plassering av påhugg	57%	3,25	0,50
Mangel på plass til fasiliteter/ riggområder på overflaten	57%	3,25	0,50
Lang saksbehandling på byggeprosjekter	57%	3,25	0,96

Tabell 24 Faktorer med lavest konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Ulike forhold kan ha motstridende påvirkning i prosjektet	57%	3,00	0,00
<i>Resterende</i>	<50%	-	-

Diskusjon

Som det kommer frem av resultatene er svarprosenten under 67%, og vurderes dermed til å ikke være tilstrekkelig høy. I tillegg er det kun seks faktorer som har svarprosent på over 50%, og av de faktorene er det lite spenn mellom hva som anses som til å ha størst og lavest konsekvens (3,75-3,00). En mulig årsak til at det er lav svarandel blant myndighetsrespondentene er at flere av spørsmålene kan oppleves som lite relevant ut i fra deres rolle i urbane tunnelprosjekt med konvensjonell driving. Enkelte vil være mer delaktig i tidligfase, mens andre kan være mer involvert under byggefasen dersom man må føre tilsyn. Man ville kanskje anta at de hadde en formening om hvordan en faktor virker inn på enten tid, kostnad, kvalitet eller HMS, når faktorer er vurdert som mer eller mindre utfordrende i kapittel 5.1.1 og 5.2.1. En mulig forklaring er at de kjent med at faktorer kan være utfordrende, men har ikke god nok kjennskap til hvordan de vil virke inn på et prosjekt.

5.3.2 Byggherre

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 25 Faktorer med størst konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden	100%	4,00	0,77
Liten overdekning	100%	3,9	0,54
Trafikkavvikling under byggetid	100%	3,73	0,79
Tetthetskrav ved injeksjon	100%	3,73	0,65
Tilstrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge	100%	3,64	0,92
Omlegging av trafikk	100%	3,64	0,50
Mangel på plass til mellomlager av masser	100%	3,64	0,67
Mangel på kjennskap til grunnforhold	100%	3,64	0,92
Lang saksbehandling på byggeprosjekter	100%	3,64	0,97

Tabell 26 Faktorer med lavest konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt	100%	2,09	1,42
Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/ omstendigheter	91%	2,40	0,70
Informere tredjepart på en faglig troverdig måte	100%	2,55	0,82
Forholde seg til media	100%	2,55	0,82
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport	100%	2,64	0,67

Diskusjon

Størst konsekvens

Byggherre anser aspekter knyttet til *trafikkhensyn* blant de faktorene som har størst konsekvens med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Ved prosjektgjennomføring er det viktig å ivareta og sikre trafiksikkerheten til både myke og harde trafikanter. For å sikre god HMS må man gjennomføre tiltak gjennom byggeperioden, hvorav tiltak kan være omlegging av trafikk og midlertidige ferdselsområder for myke trafikanter. Slike tiltak vil kunne være tidkrevende, kostnadsbærende og det kan være utfordrende å sikre god kvalitet på de midlertidige løsningene. Dersom man ikke har gjort gode vurderinger i tidligfase knyttet til hvilke valg og konstruksjoner som skal foretas når, kan dette ha en negativ innvirkning på prosjektet da dette kan føre til ugunstige situasjoner med hensyn til HMS, og dårlig logistikk. Sistnevnte vil dermed kunne føre til ineffektive løsninger som fører til økt tidsbruk, som igjen kan føre til økte kostnader. Byggherre vil ha en interesse å ivareta omgivelsene med hensyn til HMS, da de er hovedansvarlig for dette etter byggherreforskriften (Arbeidstilsynet, 2016), samt ønsker en raskest mulig prosjektgjennomføring til lavest mulig kostnad, med tilstrekkelig kvalitet.

Mangel på kjennskap til grunnforhold vil kunne ha konsekvenser på tid, kostnad, kvalitet og HMS. Ved manglende kjennskap kan man risikere å feilestimere prosjektvarigheten, noe som vil kunne resultere i tidsoverskridelse ut ifra hva som var antatt. Lengre prosjektvarighet vil kunne føre til økte kostnader, men man kan også få økte kostnader som følge av usikkerhet i egenskapene til bergmassen. Dette kan føre til økt tidsforbruk i drivingen, økte kostnader knyttet til sikringstiltak for å sikre tilstrekkelig HMS og kvalitet hva det gjelder midlertidig og permanent sikring (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2008). *Liten overdekning* vil også kunne virke inn på sikringstiltak, noe som kan føre til økte kostnader og lengre drivetid. Konsekvensene ved eventuell kollaps kan ha store konsekvenser når det gjelder tid, kostnad, kvalitet og HMS. Prosjektet kan bli utsatt, man kan risikere å måtte finne ny trasé, man kan risikere å betale erstatning som følge av eventuell skadet infrastruktur og potensiell skade på mennesker. Ved liten overdekning vil det kunne være utfordrende å ha tilfredsstillende kvalitet knyttet til *tetthetskrav ved injeksjon*, da det kan være utfordrende å oppnå tilstrekkelig tett injeksjonsskjerm (Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk, 2010). Å overholde tetthetskrav i urbane tunnelprosjekt er viktig for å unngå potensiell setningsskade på omliggende infrastruktur.

Konsekvensene ved *mangel på plass til mellomlager av masser* vil være tidsbruk ved lengre massetransport, potensielt mindre rasjonell drift – som igjen vil føre til lengre tidsbruk på prosjektet og potensielt økt kostnad.

Lang saksbehandling vil kunne virke inn på prosjektet ved tid og potensielle endringer i krav og omfang, dermed økt kostnad (Norconsult, 2016).

Lavest konsekvens

Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt, informere tredjepart på en faglig troverdig måte og forholde seg til media blir vurdert til å være blant de faktorene som har minst konsekvens med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Dette kan komme av at det er ikke faktorer som vil ha en direkte innvirkning på gjennomføringen av selve prosjektet. Det kan argumenteres for at politisk skifte vil kunne ha konsekvenser, men dette vil kunne være før gjennomføringsfasen, særlig hva det gjelder bevilgning av pengestøtte for

gjennomførelse av prosjekt. *Hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/omstendigheter* blir også vurdert til å være blant faktorene med lavest konsekvens. Dette er en faktor som kan ha innvirkning på prosjektiden og kvaliteten på salvene, men dersom dette er tatt hensyn til i konkurransegrunnlaget anses ikke dette til å ha stor konsekvens. Dersom det hadde vært knyttet opp mot uforutsette omstendigheter kunne resultatet sett annerledes ut, men uforutsette hendelser vil generelt kunne ha konsekvenser med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. *Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport* blir vurdert til å ha under middels konsekvens, noe som er i motsetning til Eriksen (1997) som legger frem at økt belastning vil kunne føre til økt slitasje, forurensning, støy, potensielle køkostnader, og dermed økte samfunnskostnader (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014a).

Vurdering av grunnlag

Samtlige faktorer har svarprosent på 100% utenom *hyppig justering av sprengningsplan*, som har svarprosent på 91%. *Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt*, har et standardavvik på 1,42. Det er dermed noe usikkerhet knyttet til dette resultatet.

Man ser at standardavviket varierer fra 0,50-1,42, og det er dermed noe usikkerhet i resultatene. *Omlagging av trafikk* og *liten trafikk* har henholdsvis standardavvik på 0,50 og 0,54, dermed vurderes disse resultatene til å være relativt sikre.

5.3.3 Entreprenør

Diskusjonsgrunnlag

Tabell 27 Faktorer med størst konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner	100%	4,38	0,74
Mangel på plass til mellomlager av masser	100%	4,25	0,89
Mangel på kjennskap til grunnforhold	100%	4,25	0,71
Finne bruksområder for uttatte masser	100%	4,13	0,64
Mangel på tilgang til massedeponi	100%	4,13	0,99
Liten overdekning	100%	4,13	0,64

Tabell 28 Faktorer med lavest konsekvens

Utfordring	Svarprosent	Gradering	Standardavvik
Forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt	100%	1,63	0,74
Forholde seg til media	88%	2,00	0,58
Kommunikasjon til tredjepart	88%	2,29	0,95
Omfang av besiktigelse av konstruksjoner	75%	2,33	0,52
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport	100%	2,50	0,76

Diskusjon

Størst konsekvens

Entreprenør anser *forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner* til å ha størst konsekvens. Årsaken til dette kan være at entreprenør føler at de ikke oppnår rasjonell drift. Dette kan føre til at de bruker lengre tid, risikerer forsinkelser - noe som kan føre til at profittmarginene de har reduseres. I tillegg vil det være en kostnad forbundet med tiltakene som må gjøres i forbindelse med de krav og restriksjoner som er satt.

Aspekter knyttet til *massehåndtering* blitt ansett til å ha store konsekvenser. *Mangel på plass til mellomlager av masser* vil kunne hemme rasjonell drift, og entreprenør bærer dermed en risiko knyttet til eventuelle forsinkelser. Disse forsinkelsene vil normalt ikke bli kompensert av byggherre. Dersom man er i stand til å finne *bruksområder for uttatte masser*, enten inne på prosjektet eller til annen bruk, kan man spare tid og kostnad i form av at man unngår eventuell deponering av masser, samt tidsbruk og kostnad forbundet med massetransporten. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (2014a) legger frem at masser ses ofte på som avfall, men gitt at det har god nok kvalitet kan det være en ressurs. Ved å benytte massene vil man potensielt begrense transportlengde, gitt at bruksområde er innen kortere lengde, noe som vil føre til mindre slitasje på veg, mindre støv og støy, og mindre innvirkning på trafikkbildet (Eriksen, 1997). Dersom man ikke finner bruksområder eller har plass til mellomlager, vil det kunne ha stor konsekvens for prosjektet om man ikke har god *tilgang til massedeponi*. Lange transportruter vil ha konsekvenser for tid og kostnad, samt HMS ved at man får økt forurensning og øker trafikkb belastningen på vegnettet (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014a).

Kjennskap til grunnforhold vil kunne ha konsekvenser ved fremdrift og sikringstiltak. Egenskapene til bergmassen vil ha innvirkning på inndriften samt hvilke sikringsklasse og sikringstiltak som vil være gjeldende (Bruland, 2013). Dersom det er usikkerhet i hvilke grunnforhold man har, vil entreprenøren gjøre risikovurderinger under kostnadsberegningene i anbudsprosessen. *Liten overdekning* vil ha innvirkning på lavere inndrift som følge av sikringstiltak og potensielt redusert ladetetthet. Det vil også virke inn på HMS for tunnelarbeidende, samt infrastruktur på overflaten som kan bli skadet ved en eventuell kollaps. Liten overdekning kan også gjøre det krevende for entreprenør å oppnå tilfredsstillende kvalitet hva det gjelder tetthetskrav ved injeksjon.

Lavest konsekvens

Entreprenør anser det å *forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt* til å ha lavest konsekvens med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Det er lite sannsynlig at politisk skifte etter byggestart vil ha innvirkning på prosjektet, og dermed har det liten konsekvens for prosjektet og for entreprenør.

Forholde seg til media blir ansett til å ha liten konsekvens for entreprenør. Det er gjerne kontraktfestet at byggherren skal håndtere media hva det gjelder selve prosjektet. Entreprenør kan oppleve trykk i fra media dersom det har vært avvik i prosjektleveransen, men vil ha liten konsekvens ved tid, kostnad, kvalitet og HMS. En måte det kan virke inn på er selskapet omdømme.

Entreprenør anser *kommunikasjon til tredjepart* til å ha liten konsekvens. Kommunikasjon til tredjepart vil normalt gå gjennom byggherre, og vil ha liten innvirkning på entreprenøren,

med mindre det kommer frem forhold om feil i leveranse eller overskridelse av krav. Men det går ikke direkte på kommunikasjon til tredjepart.

Omfang av besiktigelse av konstruksjoner innebærer ikke entreprenør direkte med mindre det kommer krav i ettertid som følge av skade på infrastruktur. Besiktigelse er en tidkrevende prosess (Nilsen og Broch, 2012) og kan ses på som å være nødvendig ut ifra kvalitet og HMS-hensyn overfor tredjepart, men dette vil ansvaret ligge på byggherre (Vegdirektoratet, 2010).

Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport blir ansett til å ha liten/middels konsekvens. For entreprenør vil konsekvensene være knyttet til tiltak i form av redusere forurensning i form av støy og støv. Ved økt belastning på vegnettet vil det være HMS-hensyn som må tas. Eksempel på dette kan være transportplan, informasjon og veiledning til sjåfører, reduserte kjøretidspunkt, og eventuell fartsreduisering.

Vurdering av grunnlag

Entreprenør har benyttet skalaen i stor grad, hvor det rangerer fra underkant av liten til overkant av stor konsekvens (1,63-4,38). De faktorene som anses til å ha størst konsekvens har 100% svarprosent. Av de faktorene som er vurdert til å ha lavest konsekvens, har *forholde seg til media* og *kommunikasjon til tredjepart* svarprosent på 88%, og *omfang av besiktigelse av konstruksjoner* har svarprosent på 75%. Disse resultatene har dermed noe lavere sikkerhet en resterende vurderte faktorer.

Man ser at samtlige standardavvik er under 1,00 (0,52-0,99). Dette kan indikere at det er enighet blant aktørene, men det er fortsatt noe usikkerhet knyttet til resultatene.

5.3.4 Sammenligning av resultater

Ettersom det ikke var tilstrekkelig høy svarprosent blant respondentene fra myndighetene, vil ikke disse benyttes til å sammenligne resultatene fra aktørene.

Byggherre og entreprenør er enige i at *liten overdekning, mangel på plass til mellomlager av masser og mangel på kjennskap til grunnforhold* er blant de faktorene som har størst konsekvens for prosjektet med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. De er også enige i at *forholde seg til politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet, forholde seg til media og økt belastning på vegnettet som følge av massetransport* er blant de faktorene som har lavest konsekvens for prosjekt.

Slik det fremkommer av resultatene er ikke byggherre og entreprenør direkte uenige i faktorer som anses til å ha størst og minst utfordringer. Det virker til at byggherre vurderer faktorer knyttet til prosjektet som helhet og omgivelsene til ha stor konsekvens, mens entreprenør vurderer faktorer mot praktisk gjennomførelse til å ha stor konsekvens. Dette vil kunne være naturlig da byggherre er ansvarlig for helheten i prosjektet gjennom dets levetid, men entreprenøren er involvert i selve gjennomførelsen og har en større interesse i fortjeneste.

5.4 SAMMENHENG MELLOM UTFORDRINGER OG KONSEKVENSER

Ettersom aktørene kan ha ulike interesser i prosjekt, velges det å undersøke om det er korrelasjon mellom hva de enkelte aktørene anser som utfordrende og hvilke konsekvens dette har.

Faktorer som er vurdert til å være blant de mest utfordrende og har størst konsekvens blant byggherre er som følgende:

- Lang saksbehandling på byggeprosjekter
- Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden
- Omlegging av trafikk
- Trafikkavvikling under byggetid

Faktorer som er vurdert til å være blant de mest utfordrende og har størst konsekvens blant entreprenør er som følgende:

- Mangel på plass til mellomlager
- Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner
- Mangel på tilgang til massedeponi
- Liten overdekning

Rekkefølgen er basert på rekkefølgen til resultatene til Utfordringer: Generelt.

Basert på at det er en korrelasjon mellom utfordringer og konsekvenser, kan det være hensiktsmessig å ta hensyn til disse i fremtidige prosjekt, da disse faktorene vil kunne ha stor innvirkning på prosjektene. Man bør gjøre rede for interesser og eventuelle behov man måtte ha i tilknytning til disse faktorene, for å legge til rette for færre eventuelle uoverstemmelser.

Disse faktorene som presenteres her er ikke absolutte, og prosjekter kan ha andre egenskaper som kan ha større innvirkning. Det som kommer frem av de korrelerende faktorene er at byggherre og entreprenør ikke er i samsvar. Dersom partene ikke har forståelse for hva den andre anser til å være utfordrende og til å være av størst konsekvens, kan det være et potensiale for uoverstemmelser ved at man ikke kjenner til partenes interesser og behov. Myndighet er ikke vurdert på grunn av for lav svarprosent ved vurdering av konsekvenser. Merk at det kan ligge en usikkerhet i om aktørene har vurdert opp mot samme grunnlag: har de vurdert med hensyn til prosjektet helhet, eller vurdert ut fra sin rolle som aktør i prosjekt.

5.5 VURDERING AV PÅSTANDER

5.5.1 Diskusjonsgrunnlag

Tabell 29 Tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk

	Myndighet		Byggherre		Entreprenør
Ja	2	Ja	6	Ja	2
Nei	0	Nei	3	Nei	5
Vet ikke	5	Vet ikke	2	Vet ikke	1

Tabell 30 Konsekvent ved fastsetting av krav fra prosjekt til prosjekt

	Myndighet		Byggherre		Entreprenør
Ja	3	Ja	4	Ja	2
Nei	2	Nei	6	Nei	6
Vet ikke	2	Vet ikke	1	Vet ikke	0

Tabell 31 Konsekvent ved håndbeving av krav fra prosjekt til prosjekt

	Myndighet		Byggherre		Entreprenør
Ja	4	Ja	2	Ja	1
Nei	1	Nei	7	Nei	7
Vet ikke	2	Vet ikke	2	Vet ikke	0

Tabell 32 Tilstrekkelig forutsigbarhet i kravene gitt i kontrakt

	Myndighet		Byggherre		Entreprenør
Ja	3	Ja	10	Ja	2
Nei	0	Nei	1	Nei	6
Vet ikke	4	Vet ikke	0	Vet ikke	0

Tabell 33 Oftere endring og skjerping av krav ved urbane prosjekt kontra rurale prosjekt

	Myndighet		Byggherre		Entreprenør
Ja	2	Ja	7	Ja	6
Nei	2	Nei	3	Nei	1
Vet ikke	3	Vet ikke	1	Vet ikke	1

5.5.2 Diskusjon

Myndighet

Myndigheten forholder seg til gjeldende regelverk gjennom planprosessen, samt eventuell oppfølging under gjennomførelsesfasen (avhengig av myndighetsinstans). En mulig årsak til at 71% svarer «vet ikke» når det gjelder *tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk*, kan være at de er noe sidestilt gjennomføringsprosessene. Flexibilitet vil gjerne være knyttet til mulighet for å tilpasse krav til gitte prosjekt, og gi rom for entreprenør å komme med løsninger.

Når det gjelder *fastsetting av krav fra prosjekt til prosjekt*, forholder myndighetene seg i stor grad til de samme prosedyrene. Dette på grunn av at de har stedlig tilknytning, dermed er det rimelig å anta at det ikke er store endringer fra prosjekt til prosjekt. De vet i stor grad hva omgivelsene krever, særlig dersom det har vært lignende prosjekter i området. Resultatene er uklare på hvorvidt man er konsekvent ved fastsetting av krav fra prosjekt til prosjekt. Dette tyder på at det er uenigheter innad blant myndighetsaktørene. En mulig årsak til dette er at de representerer ulike instanser. Når det gjelder hvorvidt man er konsekvent ved *håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt*, anser 57% av myndighetsrespondentene at dette er tilfelle.

Myndigheten fastsetter kravene forhold til ytre miljø, og har gjeldende rammeverk som de forholder seg til fra prosjekt til prosjekt. Årsaken til at enkelte svarer «vet ikke» kan komme av at de ikke har kjennskap til det, da det er mulig at de ikke kjenner til kontraktmessige forhold i prosjektene.

Basert på resultatene kan ikke trekke noen særlig slutning om det er *oftere endring og skjerping av krav ved urbane prosjekt kontra rurale prosjekt*. Det man kan se er at det er som ved fastsetting av krav, noe uenighet hvorvidt påstanden er tilfelle. Ved vurdering av kompleksitet i kontrakt og innvirkningen av dette, jf. kapittel 4.7, er det ikke tilstrekkelig høy svarprosent til å kunne vurdere resultatene. Årsaken til dette kan være at de ikke er godt kjent med kontraktuelle forhold på prosjektene, da dette gjerne er prosesser som går mer mot entreprenør og byggherre.

Byggherre

Byggherren kontraktfester kravene som entreprenøren skal forholde seg til, og disse baserer seg på gjeldende regelverk. 55% av byggherrespondentene mener det er *tilstrekkelig fleksibilitet* i gitt regelverk. Flexibilitet i regelverket kan tolkes som rom for å komme med løsninger basert på karakteristika til prosjektet, og i hvilken grad regelverket er være tilpasningsdyktig. Men det er ikke enighet blant byggherrene, hvor 27% regelverket det som lite fleksibelt, og 18% vet ikke. Det hele handler om handlingsrom for prosjektet, og hvorvidt man legger til rette for den mest optimale gjennomføringen av prosjektet.

Til tross for at flertallet av byggherrespondentene anser det til å være tilstrekkelig fleksibilitet, svarer henholdsvis 55% og 63% at man ikke er konsekvent ved *fastsetting* eller *håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt*. Rammeverket er i stor grad det samme mellom prosjektene, og byggherre setter kravene basert på dette. Dermed kan resultatene knyttes til selve organisasjonen, og hvorvidt man mellom de ulike prosjektene benytter samme krav, og følger de opp må samme måte. Til motsetning anser de at det er tilstrekkelig *forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt*. Med andre ord, det skal være godt nok grunnlag for byggherre

og entreprenør å forholde seg til spesifiserte krav. Det virker dermed til at etterfølgelsen av kravene og håndteringen kan være noe mer uklar.

Byggherre mener det er *oftere endring og skjerping av krav ved urbane prosjekt enn ved rurale prosjekt*. Dette tolkes som endring fra prosjekt til prosjekt, og ikke innad i pågående prosjekt. Man vil kunne ha endring av krav innad i prosjektet også som følge av endrede forhold eller press fra omgivelsene. Sammenlignet med rurale prosjekt, blir kontraktene i urbane prosjekt ansett som mer komplekse i stor grad (jf. kapittel 4.7). De mener også at dette har stor innvirkning på prosjektet med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS.

Entreprenør

Entreprenøren er den utøvende parten og er på mange måter ansvarlig for å komme med løsninger på problemstillinger som kan oppstå under gjennomførelsen av prosjektet. Årsaken til entreprenør anser regelverket som lite *fleksibelt* kan knyttes tilbake til hva de anser som utfordrende, nemlig forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner. Dette legger et stort press på entreprenøren hva det gjelder fremdrift. Entreprenøren ønsker å gjennomføre prosjektet raskest mulig og oppnå rasjonell drift, men dette kan være utfordrende som følge av de føringer som er satt på bakgrunn av omgivelsene til prosjektet. Det kunne vært interessant å undersøkt hvilke regelverk entreprenøren mener burde inneha mer fleksibilitet. Det er rimelig å anta at det i hovedsak er knyttet til begrensing i arbeidstid, og dette er et resultat av å ivareta tredjepart. Det er mulig at entreprenøren mener at man burde kunne legge bedre til rette for fleksible løsninger underveis i prosjektet. Eksempelvis justere arbeidstidsbegrensningene ned dersom man er i områder med industri eller kontor, ettersom disse områdene vil inneha færre personer etter et gitt tidspunkt.

Entreprenøren mener man er lite konsekvent når det gjelder *fastsetting og håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt*. En mulig årsak til dette kan være at prosjektenes natur gjør at man er veldig avhengig av enkeltpersoner i organisasjonene. Selv om man forholder seg til samme byggherre mellom enkeltprosjekt, så kan interne organisasjonsulikheter påvirke prosjektet. Som følge av aktørers tidligere erfaringer fra prosjekt kan de legge vekt på ulike faktorer. Det samme kunne gjelde innad i entreprenørselskapet. Konsekvensen av dette er at få å oppnå konsekvente forhold fra prosjekt til prosjekt, er man avhengig av at tilnærmet samme prosjektorganisasjon fra henholdsvis byggherre og entreprenør er den samme. Dette kan være vanskelig å oppnå i praksis. I tillegg vil stedlige forhold kunne innvirke på fastsetting av krav. En annen årsak til at entreprenøren mener man er lite konsekvent kan kobles opp mot at de også mener det er oftere endring og skjerping av krav ved urbane prosjekt enn ved rurale prosjekt.

Entreprenøren mener videre at det ikke er tilstrekkelig *forutsigbarhet i kravene gitt i kontrakt*. Dette kan bety at fra prosjekt til prosjekt må man foreta en tolkning av kravene, selv om det i teorien er det samme rammeverket. De vurderer *kontraktene ved urbane prosjekt sammenlignet med rurale prosjekt* til mer komplekse i stor grad (jf. kapittel 4.7). I tillegg anser de at dette har stor innvirkning på prosjektet med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS.

Sammenligning av resultater

Som det kommer frem av resultatene er det uenighet i hvorvidt det er tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk. Dersom byggherre mener det er nok handlingsrom i regelverket som er gitt, mens entreprenøren mener det motsatte, kan dette potensielt føre til uoverstemmelser på prosjektet.

Det er enighet mellom byggherre og entreprenør i at man ikke er konsekvent ved fastsetting av krav fra prosjekt til prosjekt. Dette kan bety at selv om det i stor grad er det samme regelverket man har som grunnlag i prosjektene, fastsettes ikke kravene på samme måte i fra prosjekt til prosjekt. Myndighetene sitt synspunkt på påstanden er blandet, noe som kan indikere at det er ulike oppfatninger innad blant respondentene. Konsekvensen av at det kan oppleves som lite konsekvent i fastsetting av krav fra prosjekt til prosjekt, er at man må spekulere i hva som kan forventes av krav. En mulig årsak til at man opplever fastsettingen av kravene som lite konsekvent, kan komme av at det ifølge byggherre og entreprenør er oftere endring og skjerpning av krav ved urbane prosjekt fremfor rurale prosjekt.

Byggherre og entreprenør er enige i at man ikke er konsekvent ved håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt, mens myndighetene mener man er konsekvent. Dette har betydning for hvordan man følger opp kravene som er satt, og hva man kan forvente. Dersom det er variasjoner fra prosjekt til prosjekt, vil dette kunne føre til en usikkerhet i hvordan man forholder seg til kravene som settes. Dette gjenspeiler seg i at entreprenør mener at det ikke er tilstrekkelig forutsigbarhet i kravene som er satt i kontrakt. Det kan tolkes som at hva som forventes i kravene ikke kommer tydelig frem. Dette kan gjøre det utfordrende å forholde seg til konkurransegrunnlag og kravene som er satt, da man basert på tidligere prosjekt kan ha ulike forventninger til hva som ligger bak kravene. Er det låste krav, eller er det rom for fleksibilitet og finne praktiske løsninger. Byggherre på sin side mener ganske klart at det er tilstrekkelig forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt. Dersom aktørene har ulik forventning til betydningen og omfanget til kravene som er satt i kontrakt, samtidig som aktørene kan ha ulike interesser i prosjektet, kan dette potensielt føre til uoverstemmelser. Som det kommer frem i kapittel 5.1.2 og 5.2.3, anser byggherre generelt at aktørers ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt til å være blant de minst utfordrende faktorene (gradering: 2,91, STD: 0,54). Til sammenligning mener entreprenør at ved siste prosjekt er aktørers ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt et stor utfordring (gradering: 3,88, STD: 0,83). Selv om det er vurdert på ulikt grunnlag, kan dette underbygge resultatene knyttet til uenigheten i hvorvidt det er tilstrekkelig forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt.

6 KONKLUSJON

I dette kapittelet gis en evaluering av tilnærmingen til oppgaven. Deretter gis en oppsummering av resultatene og diskusjon, samt hvilke funn som er gjort. Basert på funnene som er gjort blir det presentert anbefalinger, samt forslag til videre arbeider.

6.1 EVALUERING AV TILNÆRMING

Bakgrunnen for masteroppgaven var å kartlegge hvilke utfordringer som finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det var ønskelig å se på norske forhold, og det ble dermed undersøkt hva den norske anleggsbransjen mente var utfordrende ved slike prosjekt.

Som tilnærming ble det benyttet kryssvalidering gjennom triangulering, ved en kombinasjon av litteraturstudie, intervjuer og en kvantitativ spørreundersøkelse. Intervjuene bestod av dybdeintervjuer for å skaffe tilstrekkelig innsikt i norsk anleggspraksis, og forberedende intervjuer som la grunnlag for den kvantitative spørreundersøkelsen. Tilnærmingen vurderes som god, ettersom man fant sammenhenger mellom litteratur og undersøkelsene, samt at man fant relevante funn i forhold til problemstillingen og mål for masteroppgaven.

6.1.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet gav et godt teoretisk rammeverk for masteroppgaven. Litteraturen ble vurdert etter kriteriene troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet.

Den største feilkilden ligger i søkeprosessen og omfang av litteratur. Dette betyr at enkelte aspekt ved ulike tema kan ha blitt dekket i for liten grad eller blitt oversett. Til tross for begrensningene i oppgavebeskrivelsen, så ble det et omfattende litteraturstudie med mange ulike undertema, og det var utfordrende å finne en balansegang mellom tilstrekkelig informasjon og detaljeringsgrad. Kartlegging av prosessene blant myndighetene opplevdes som noe utfordrende.

Aktualiteten på kildene anses å være god da store deler av litteraturen er fra rundt 2010 til 2016. Kildene Modell og Lima (1992) og NTNU - Anleggsdrift (1998) anses som aktuelle, blant annet på grunn av at de er benyttet som pensum ved NTNU høsten 2015.

6.1.2 Intervju

Dybdeintervju

De tre intervjuer som ble gjennomført i forbindelse med fordypningsoppgaven høst 2015 i faget TBA4570 Anleggsteknikk FDP ved Institutt for Bygg, anlegg og transport (BAT), NTNU. Intervjuene gav innsikt i problemstillingen. En mulig svakhet er manglende dybdeintervju mot myndighet. Dette ville gitt en grundigere grunnlag til blant annet diskusjonen. Dersom man skulle intervjuet myndighet burde man intervjuet minst én i kommunalnivå med mye relevant erfaring, og én fra Fylkesmannen med mye relevant erfaring. Årsaken til at man bør intervjuer fra hver instans er at ulike prosesser blir gjort av ulike instanser. En mulig svakhet ved dybdeintervjuene er at det kan være element av subjektivitet basert på erfaringer og interesser. Dette ble vurdert til å være lite sannsynlig basert på hvem intervjuobjektene var, da de blant annet har vært involvert hos Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk.

Forberedende intervju

På grunn av ønsket om å ikke lede intervjuobjektene og kun stille et åpent spørsmål, ble det varierende andel faktorer fra de ulike intervjuobjektene. Ved å ikke ha en intervjuguide kan potensielt enkelte faktorer ikke kommet med. Men ettersom hensikten med de forberedende intervjuene var å utarbeide en spørreundersøkelse der bransjen selv hadde kommet med potensielle utfordringer, ble det intervjuguide basert på litteratur valgt bort. Litteraturen ble i stedet brukt til å diskutere resultatene fra undersøkelsene, samt som en form for kvalitetssikring opp mot relevans.

Intervjuene ble gjort på tre forskjellige måter, basert på hva intervjuobjektene ønsket, og hva som passet. Intervju pr mail ble gjerne veldig kort og konsist, ofte i punktlisteform. Dette kunne gjøre det utfordrende å tolke hva som lå bak enkelte punkter. Intervju pr telefon vurderes som den beste metoden da det ble kort og konsist, og det var få digresjoner. Ved personlige intervju kunne intervjuobjektene bli noe ufokuserte og hadde digresjoner. Dette kan også være som følge av at det ikke var noen intervjuguide, og det kun ble stilt et åpent spørsmål. En potensiell svakhet ved personlige intervju er at det er økt sannsynlighet for at respondenten svarer det man tror intervjueren ønsker å høre. Dette vurderes som lite sannsynlig da de kun fikk et spørsmål, og ble eventuelt bedt om å forklare dersom noe var uklart.

6.1.3 Kvantitativ undersøkelse

Utvalget av respondenter

Det kan argumenteres at antall respondenter er lav, men ut ifra populasjonen så er utvalget høyt. Respondentene fra byggherre og entreprenør er prosjektledere, anleggsledere og byggeledere som var involvert i de aktuelle prosjektene. Respondentene fra myndighet var avhengig av geografisk tilknytning til de kontaktede prosjektene. Utvalget vurderes dermed som statistisk gyldig. Svakheten ligger i at man kunne delt opp myndighet i to, for å sikre flere vurderinger. Enkelte respondenter kan ha opplevd undersøkelsen som lite relevant ut ifra deres virke. Som følge av at enkelte ønsket å være anonyme er det ikke vedlagt kontaktskjema i vedlegg.

Utforming av spørsmålene

Til tross for at faktorene ble evaluert ved flere anledninger, kan fortsatt noen av formuleringene oppleves som uklare. Det kan redusere reabiliteten og validiteten til resultatene. Der hvor det kunne oppstå tolkning av spørsmålene burde nøkkelord blitt definert i forhold til kontekst.

Gjennomføringen av spørreundersøkelsen

Enkelte kan ha svart med utgangspunkt fra sin aktørrolle, mens andre kan ha svart ut fra «prosjektperspektivet» - altså, hva er utfordringene for prosjektet i sin helhet. Dette kan føre til noe usikkerhet i resultatene.

Bearbeiding og analyse av dataene

En mulig feilkilde ligger i behandling og tolkning av dataene gjennomført av kandidaten, som følge av manglende erfaring. For å motvirke dette ble det gjennomført korte evalueringsmøte knyttet til resultatene med veileder og medveileder.

6.2 OPPSUMMERING

I dette kapittelet presenteres en oppsummering av resultatene fra litteraturstudiet og spørreundersøkelsen basert på problemstillingen og delspørsmålene.

Hvilke utfordringer finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

Litteraturen legger frem at følgende aspekt kan være utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk:

- Grunnvann og setninger
- Utgraving av forurenset materiale
- Avfallsvann som kommer fra anleggsområdet
- Forurensning av overflatevann
- Eksisterende infrastruktur i undergrunnen
- Eksisterende infrastruktur på overflaten
- Plassmangel til riggområder
- Midlertidig trafikkavvikling
- Rystelser
- Støy
- Støv
- Massetransport
- Massedeponi
- Hensyn til tredjepart
- Arbeidstidsbegrensninger
- Nærmiljø og friluftsliv
- Natur- og kulturmiljø

Hva anser den norske anleggsbransjen, representert ved myndighet, byggherre og entreprenør, til å være de største utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

De ulike bransjeaktørene anser følgende faktorer til å være mest utfordrende:

Myndighet:

- Mangel på tilgang til massedeponi
- Logistikk og tidsbruk ved massetransport
- Tredjeparts opplevelse av støy
- Mangel på plass til mellomlager av masser
- Mangel på kjennskap til grunnforhold

Byggherre:

- Lang saksbehandling på byggeprosjekter
- Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden
- Omlegging av trafikk
- Trafikkavvikling under byggetid
- Tredjeparts opplevelse av støy
- Mangel på plass til fasiliteter/ riggområder på overflaten

Entreprenør:

- Mangel på plass til mellomlager av masser
- Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner
- Trafikkavvikling under byggetid

- Tredjeparts opplevelse av støy
- Krav til utslipp og vannkvalitet
- Mangel på tilgang til massedeponi
- Liten overdekning

Hvordan vurderer den norske anleggsbransjen konsekvensene til gitte utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, vurdert med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS?

De ulike bransjeaktørene anser følgende faktorer til å ha størst konsekvens:

Myndighet:

Ugyldige resultat som følge av for lav svarandel.

Byggherre:

- Tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden
- Liten overdekning
- Trafikkavvikling under byggetid
- Tetthetskrav ved injeksjon
- Tilstrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge
- Omlegging av trafikk
- Mangel på plass til mellomlager av masser
- Mangel på kjennskap til grunnforhold
- Lang saksbehandling på byggeprosjekter

Entreprenør:

- Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner
- Mangel på plass til mellomlager av masser
- Mangel på kjennskap til grunnforhold
- Finne bruksområder for uttatte masser
- Mangel på tilgang til massedeponi
- Liten overdekning

6.3 FUNN

Resultatene indikerer at bransjeaktørene har noe ulik oppfatning av hva som anses som utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det at aktører har ulike syn på hva som er utfordrende kan være et funn i seg selv, fremfor *hva* de faktisk anser som utfordrende. Årsaken til ulik oppfatning kan være at de har ulik erfaring og kjennskap til faktorene som skulle vurderes. I tillegg har aktørene ulike roller og står overfor ulike problemstillinger, og kan ha ulike interesser i prosjektet. Resultatene baserer seg dermed på respondentenes subjektive vurderinger.

Det er indikasjoner på en sammenheng mellom hva som anses som utfordrende, og hva som vurderes til å ha store konsekvenser for prosjektet med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS. Resultatene indikerer at det er uenighet blant byggherre og entreprenør ved faktorene som både vurderes til å være utfordrende og ha stor konsekvens. Det virker til at byggherre fokuserer i større grad på aspekt knyttet til omgivelsene, mens entreprenøren fokuserer på aspekt knyttet til anleggsdriften.

Resultatene antyder at det kan være utfordringer knyttet til hvilke forventninger aktører har til hva det gjelder krav og restriksjoner. Det er uenighet i hvorvidt det er tilstrekkelig fleksibilitet i gitt regelverk, og hvorvidt det er forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakt. Byggherre og entreprenør indikerer at man ikke er konsekvent ved fastsetting og håndheving krav fra prosjekt til prosjekt. Dette kan skape en usikkerhet i hva gjelder forutsigbarheten til kravene som er gitt i kontrakt, og hva som forventes.

6.4 ANBEFALINGER

Man bør involvere samtlige aktører og kartlegge hvilke forventninger og behov de har tidlig i et gitt prosjekt. Det bør gjøres rede for krav og restriksjoner som er gitt i kontrakt. I samhandlingsprosessen må det komme tydelig frem *hva* de ulike anser som utfordrende til gitt prosjekt, og *hvorfor* de anser det til å være utfordrende. På den måten vil de andre involverte har kjennskap til de andre partenes synspunkt, og man kan potensielt legge til rette for bedre prosjektgjennomføring. Man bør bli enige om prioriterte fokusområder og fellesmål i prosjektet, og legge til rette for økt samhandling. Dette er en prosess som kan gjentas i løpet av prosjektet når milepæler nås, da forutsetninger for prosjektet kan endres underveis eller at man har opparbeidet seg erfaringer. Samhandling bør være en kontinuerlig prosess ved gjennomførelse av prosjektet.

6.5 VIDERE ARBEID

Masteroppgaven har tatt for seg *utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk*, og sett på hvorvidt det har vært enighet mellom de ulike bransjeaktørene. Det bør undersøkes nærmere *hvorfor* aktørene anser gitte utfordringer som utfordrende og *hvordan* de mener de virker inn på prosjektene, for å danne en bedre forståelse for synspunktene til aktørene.

Resultatene i masteroppgaven baserer seg på subjektive vurderinger. Man bør undersøke om det er mulig å utarbeide mer objektive målesystemer som går over prosjektets levetid for å kartlegge hvordan forhold og faktorer utvikler seg under prosjekt.

Basert på resultatene bør man undersøke hvordan de ulike faktorene er gjort rede for i konkurransegrunnlagene til prosjekt. Man bør undersøke om og eventuelt *hvorfor* fastsetting og håndtering krav fra prosjekt til prosjekt varierer, og *hvorfor* aktørene har de holdningene de har overfor krav og restriksjoner.

Man bør undersøke hvilket potensiale tidlig involvering og samhandling har på komplekse, urbane prosjekt med konvensjonell tunneldriving.

7 REFERANSER

- AAGAARD, B. Tunnelpåhugg med liten overdekning. Tunnelbygging i by, 2014 Trondheim. Statens Vegvesen.
- ADMIRAAL, H. & CORNARO, A. 2016a. Engaging decision makers for an urban underground future. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 221-223.
- ADMIRAAL, H. & CORNARO, A. 2016b. Why underground space should be included in urban planning policy - And how this will enhance an urban underground future. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 214-220.
- ANDREASSEN, F. 2015. *Personlig kontakt: Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde områder*.
- ARBEIDSTILSYNET 2009. Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften). Oslo: Dep.
- ARBEIDSTILSYNET. 2016. *Byggherreforskriften* [Online]. arbeidstilsynet.no: Arbeidstilsynet. Tilgjengelig fra: <http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=78177> [Lastet ned 15.06. 2016].
- BJORNDAL.NO. 2014. *Follobanen - uke 36* [Online]. bjordal.no. Tilgjengelig fra: <http://www.bjordal.no/?p=2562> [Lastet ned 01.07. 2016].
- BROCH, E. 2000. *Challenges for tunnelling in urban areas in the 21st century*, S.l., s.n.
- BROCH, E. 2016. Planning and utilisation of rock caverns and tunnels in Norway. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 329-338.
- BROERE, W. 2016. Urban underground space: Solving the problems of today's cities. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 245-248.
- BRULAND, A. 2013. *Kompendium i anleggsteknikk*, Trondheim, Insitutt for bygg, anlegg og transport, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU.
- BT.NO. 2016. *Her dumpes daglig 300 lastebillass med stein* [Online]. Bergen. Tilgjengelig fra: <http://www.bt.no/nyheter/lokalt/Her-dumpes-daglig-300-lastebillass-med-stein-3619610.html> [Lastet ned 26.06. 2016].
- BUDSTIKKA.NO. 2016. *Olav Thon krever erstatning for tunnelbygging* [Online]. budstikka.no. Tilgjengelig fra: <http://www.budstikka.no/barum/sandvika/olav-thon/olav-thon-krever-erstatning-for-tunnelbygging/s/5-55-273694> [Lastet ned 26.02. 2016].
- BYAVISA. 2015. *Hull i berg ga øy på fjord* [Online]. byavisa.no. Tilgjengelig fra: <http://byavisa.no/2015/02/25/hull-i-berg-ga-oy-pa-fjord/> [Lastet ned 12.06. 2016].
- BYGG.NO. 2015. - *En uboldbar konfliktsituasjon* [Online]. bygg.no. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1256539> [Lastet ned 10.02. 2016].
- CHAPMAN, D., METJE, N. & STÄRK, A. 2010. *Introduction to tunnel construction*, London, Spon Press.
- ENDRE, E., KYDLAND, A. & SØRMO, E. 2016. Norges kanskje mest skadelige bergart. *Aftenposten*.
- ENOKSEN, A. The Follo Line Project. 2015. Jernbaneverket.
- ERIKSEN, G. 2008. Nyere utviklingslinjer om retten til undergrunnen. *Jussens Venner*, 43, 344-356.
- ERIKSEN, K. S. 1997. Massetransport ved byggeprosjekter. *TØI-rapport*. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI).
- FAGERMO, J. I. 2015. *Personlig kontakt: Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde områder*.
- GANERØD, V. G., DE BEER, H., SEITHER, A. & VIK BJØRKØY, M. 2015. Urbangeologi; grunnleggende for bærekraftig byutvikling. *Geoteknikkdagen*. Oslo: Norsk Geoteknisk Forening.
- GHORBANI, M., SHARIFZADEH, M., YASROBI, S. & DAIYAN, M. 2012. Geotechnical, structural and geodetic measurements for conventional tunnelling hazards in urban areas
-

- The case of Niayesh road tunnel project. *Tunnelling and Underground Space Technology incorporating Trenchless Technology Research*, 31, 1-8.
- HAACK, A. 2004. Tunnels: Challenges of Today and Tomorrow. *Safe & Reliable Tunnels. Innovative European Achievements*. International Tunnelling and Underground Space Association.
- ITA 1998. Underground Works and the Environment. *ITA Working Group Underground Works and the Environment*. The International Tunnel and Underground Space Association.
- ITA 2012. Underground Solutions for Urban Problems. *ITA Working Group Urban Problems - Underground Solutions*. The International Tunnel and Underground Space Association.
- ITACUS 2011. Planning the use of underground space. ITACUS - Downloads: International Tunnelling and Underground Space Association.
- JERNBANEVERKET. 2015. *InterCity* [Online]. jernbaneverket.no: Jernbaneverket. Tilgjengelig fra: <http://www.jernbaneverket.no/Prosjekter/Inter-City-/InterCity/> [Lastet ned 04.01. 2016].
- KLEPPESTØ, B. 2015. *Personlig kontakt: Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde områder*.
- KLIMA- OG MILJØDEPARTEMENTET. 2012. *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2012)* [Online]. regjeringen.no: Regjeringen. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/retningslinje-stoy-arealplanlegging/id696317/> [Lastet ned 15.06. 2016].
- KVELDSVIK, V., KARLSRUD, K. & LØSET, F. 2004. Sammenheng mellom grunnvannsenking og tunnellekasjer. *Miljø- og samfunnstjenlige tunneler*. Oslo: Vegdirektoratet.
- LOVDATA 2005a. Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2005b. Lov om eideomsregistrering (matrikkellova). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2007. Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2008. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2009. Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2014. Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven). lovdata.no: Lovdata.
- LOVDATA 2015. Forskrift om begrenning av støy i Oslo kommune, Oslo. lovdata.no: Lovdata.
- LØVÅS, G. G. 2015. Nye tider i jernbanebransjen - reform, kontraktstrategier, byggemetoder. *Fjellsprengningsdagen 2015*. Oslo: Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk.
- MASKINENTREPRENØRENE FORENING. 2013. *Dumper, skilt og førerkort* [Online]. www.mef.no. Tilgjengelig fra: http://www.mef.no/mef/startside/nyhet?p_document_id=117004 [Lastet ned 05.01. 2016].
- MILJØDIREKTORATET. 2016. *Veiviser til støyregelverket* [Online]. miljodirektoratet.no: Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tjenester-og-verktoy/Veileder/Veiviser-til-stoyregelverket/> [Lastet ned 17.06. 2016].
- MILJØVERNDEPARTEMENTET 2012. Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging. Miljøverndepartementet.
- MILJØVERNDEPARTEMENTET 2014. Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (M-128). Miljøverndepartementet.
- MODELL, R. & LIMA, J. 1992. *Tunneldrift : ventilasjon*, Trondheim, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole, Institutt for anleggsdrift.
- NILSEN, B. & BROCH, E. 2012. *Ingeniørgeologi - berg: Grunnkurskompendium*, Trondheim, Institutt for geologi og bergteknikk.

- NORCONSULT 2016. Årsaker til kostnadsøkninger i norske vegprosjekt. nho.no: Norconsult.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 1995. *Norwegian urban tunnelling : exploitation of the Oslo underground*, Trondheim, Tapir.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2008. Tung bergsikring i undergrunnsanlegg. *Håndbok nr. 05*.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. *Teknisk rapport nr.09*. Oslo.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2010. Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg. *Håndbok nr. 06*. Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2011. Rock Mass Grouting. *Publication no. 20*.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2014a. anbefalte retsningslinjer for utarbeidelse av miljøbudsjett og miljøregnskap for tunneler. *Teknisk rapport nr.16*. Oslo.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2014b. Norwegian Tunnelling Technology. *Publication no. 23*.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2014c. Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet. *Teknisk rapport nr.15*. Oslo.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2015a. Health, safety and environment in Norwegian tunnelling. *Publication, 24*.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK 2015b. Kort innføring i bruk av TBM. *Teknisk rapport nr.17*. Oslo.
- NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK. 2015c. *NFF TUNNELSTATISTIKK 2015* [Online]. Oslo: Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk. Tilgjengelig fra: <http://nff.no/wp-content/uploads/2015/12/Tunnelstatistikk-2015.pdf> [Lastet ned 04.12. 2015].
- NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING. 2015. *Regelverk* [Online]. www.luftkvalitet.info: Norsk institutt for luftforskning. Tilgjengelig fra: <http://www.luftkvalitet.info/Theme.aspx?ThemeID=cb23601d-6b70-4488-9cf1-2da3f3bcbe81> [Lastet ned 20.12. 2015].
- NTNU - ANLEGGSDRIFT 1998. *Prosjektrapport 14A-98 Fjellsprenningsteknikk: Sprengning med restriksjoner*, Trondheim, NTNU, Institutt for bygg- og anleggsteknikk.
- NTNU. 2015. *Kildekritikk* [Online]. Trondheim: Universitetsbiblioteket NTNU. Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk> [Lastet ned 10.10. 2015].
- NTNU DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORT ENGINEERING 2008. Report 12E-08 Rock QUARRYING Transport. Trondheim.
- SAGEN, H. W. 2015. Ingeniørgeologi: Berget som byggemateriale - hva må til? *Norsk Jernbaneskole [Jernbaneverket]*.
- SAMSET, K. 2008. *Prosjekt i tidligfasen - Valg av konsept*, Trondheim, Tapir Akademiske Forlag.
- SANDVIK, T. 1999. *Rock excavation handbook*, Tampere, Sandvik Tamrock.
- STANDARD NORGE 2013. NS 8141-1:2012+A1:2013. *Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom*. Lysaker: Standard Norge.
- STANDARD NORGE 2014. NS 8141-1:2012+A1:2013/A2:2014. *Endringsblad A2 - Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom*. Lysaker: Standard Norge.
- STATENS VEGVESEN. 2012. *Byutvikling* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://www.vegvesen.no/fag/Fokusomrader/Byutvikling> [Lastet ned 19.12. 2015].
- STATENS VEGVESEN. 2013. *Tre vil bygge milliardprosjekt E6 Vinstra-Frya* [Online]. www.vegvesen.no. Tilgjengelig fra:

- <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6biriotta/Nyhetsarkiv/tre-vil-bygge-milliardprosjektet-e6-vinstra-sjoa> [Lastet ned 06.01. 2015].
- STATENS VEGVESEN. 2014. *Prosesskoden* [Online]. vegvesen.no: Statens vegvesen. Tilgjengelig fra:
<http://www.vegvesen.no/fag/Veg+og+gate/Prosjektering+og+bygging/Prosjektering/Prosesskoden> [Lastet ned 26.06. 2016].
- STATENS VEGVESEN. 2016. *Vegprosjekter: Ryfast* [Online]. Statens Vegvesen. Tilgjengelig fra:
<http://www.vegvesen.no/vegprosjekter/ryfast> [Lastet ned 04.01. 2016].
- STATISTISK SENTRALBYRÅ. 2015. *Befolkning og areal i tettsteder, 1. januar 2014* [Online]. Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befsett> [Lastet ned 22.09 2015].
- STERLING, R., ADMIRAAL, H., BOBYLEV, N., PARKER, H., GODARD, J.-P., VÄHÄÄHO, I., ROGERS, C. D. F., SHI, X. & HANAMURA, T. 2012. Sustainability issues for underground space in urban areas. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Urban Design and Planning*, 165, 241-254.
- SUB-URBAN. 2016. *City Studies: Oslo* [Online]. www.sub-urban.eu. Tilgjengelig fra: <http://sub-urban.squarespace.com/oslo> [Lastet ned 05.01. 2016].
- SVENDSEN, K. & HANSEN, Å. 2008. Tunnelsprengning i urbane strøk - erfaringer fra Sørengaprojektet og Apenesfjellet parkeringsanlegg. *Fjellsprengningsdagen 2008*. Oslo: Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk.
- TEKNISK UKEBLAD. 2016. *Slik ble det skikk på Oslos «spanske» milliardprosjekt* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/artikler/slik-ble-det-skikk-pa-oslos-spanske-milliardprosjekt/346615> [Lastet ned 11.06. 2016].
- TORP, O., BRULAND, A. & AUSTENG, K. 2012. Kostnads- og budsjettutvikling i vegprosjekter. *Intern rapport*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU.
- VAA, T., ELVIK, R., HØYE, A. & SØRENSEN, M. W. J. 2012. Trafikksikkerhetshåndboken. 4. utg. ed. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- VEGDIREKTORATET 2010. *Vegtunneler* : [håndbok N500]. Oslo: Statens vegvesen.
- VEGDIREKTORATET 2014. *Styring av vegprosjekter* : [håndbok R760]. Nettutg. ed. Oslo: Vegdirektoratet.
- VÄHÄÄHO, I. 2016. An introduction to the development for urban underground space in Helsinki. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 324-328.
- YIN, R. K. 2014. *Case study research : design and methods*, Los Angeles, Calif, SAGE.
- ZARE, S. & BRULAND, A. 2007. Progress of drill and blast tunnelling efficiency with relation to excavation time and costs.
- ØSTBY-DEGLUM, E., SVALESTUEN, F. & DREVLAND, F. 2013. TBA4127/AAR4951 Prosjekteringsledelse.
- ØSTLID, H. 2013. Tunneler i fremtiden - en titt i glasskulen. *Nisser og dverge bygge i bjerge: 1963-2013 : Norsk forening for fjellsprengningsteknikk - 50 år*, 346 s. ill. 26 cm.

VEDLEGG

MASTEROPPGAVE

(TBA4935 Anleggsteknikk, masteroppgave)

VÅREN 2016
for
Sindre Åberg

Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk

BAKGRUNN

Økt tilflytning til tettbygde strøk fører til økt behov for bærekraftig infrastruktur i regionsentra. I områder hvor det er begrenset med overflatearealer er berggrunnen et alternativ for å huse infrastruktur. De siste ti årene har det blitt initiert og gjennomført flere prosjekt med konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk i Norge. Komplekse kontrakter og høye forventninger til tid, kostnad, kvalitet, HMS, kombinert med hensyn overfor tredjepart kan gjøre slike prosjekt utfordrende.

OPPGAVE

Beskrivelse av oppgaven

Masteroppgaven har som mål å kartlegge hvilke utfordringer som finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk. Det ses nærmere på norske forhold, hvor det undersøkes hva den norske anleggsbransjen anser som utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk.

Målsetting og hensikt

Målet med masteroppgaven er å sette lys på potensielle utfordringer bransjen mener eksisterer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, samt undersøke hvorvidt det er enighet blant bransjeaktørene. Det er et rekordhøyt konfliktnivå i anleggsbransjen i Norge, og masteroppgaven kan belyse mulige faktorer som bidrar til dette.

Deloppgaver og forskningsspørsmål

Hvilke utfordringer finnes ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

Hva anser den norske anleggsbransjen, representert ved myndighet, byggherre og entreprenør, til å være de største utfordringene ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk?

Hvordan vurderer den norske anleggsbransjen konsekvensene til gitte utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk, vurdert med hensyn til tid, kostnad, kvalitet og HMS?

GENERELT

Opgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Masteroppgaven regnes ikke som ferdig levert før kandidaten har levert innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i Sentralbygg II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjennelse fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursionsjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: NN**Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner:** MM

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: dd.mm.åååå, (evt revidert: dd.mm.åååå)

Underskrift

Faglærer

VEDLEGG 2

Utfordringer ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk

I denne undersøkelsen skal du etter beste evne vurdere hvor utfordrende gitte utfordringer er. Disse skal vurderes opp mot hvor utfordrende de er generelt (generalisert) og mot det siste relevante prosjektet du har jobbet med. I tillegg skal utfordringene vurderes ut ifra hvilken konsekvens de har mht. tid, kostnad, kvalitet og HMS (vurderes samlet).

Husk: Svarene skal vurderes mot prosjekter i tettbygde strøk hvor konvensjonell tunneldriving er valgt som drivemetode.

Undersøkelsen har mange punkter, men alle punktene er utarbeidet basert på innkomne resultat fra kvalitative intervjuer fra næringsaktører. Estimert tid på undersøkelsen er ca. 10-15 minutter.

1) * Hvilken næringsaktør representerer du?

- Myndighet
 Byggherre
 Entreprenør

**TIDLIGFASE****2) * I hvilken grad anser du lang saksbehandling på byggeprosjekter som utfordrende?**

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TIDLIGFASE**3) * I hvilken grad anser du det at ulike forhold kan ha motstridende påvirkning i prosjektet som utfordrende?**

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TIDLIGFASE**4) * I hvilken grad anser du koordinering mellom de ulike etatene som utfordrende?**

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
--	-------	--------------	-------	---------	------	-------------	----------

Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



GRUNNFORHOLD

5) * I hvilken grad anser du kartlegging av geologiske forhold i by som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

GRUNNFORHOLD

6) * I hvilken grad anser du mangel på kjennskap til grunnforhold som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

GRUNNFORHOLD

7) * I hvilken grad anser du tetthetskrav ved injeksjon som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



LOKASJON

8) * I hvilken grad anser du mangel på plass til fasiliteter/riggområder på overflaten som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

LOKASJON

9) * I hvilken grad anser du mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

LOKASJON

10) * I hvilken grad anser du plassering av påhugg som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
--	-------	--------------	-------	---------	------	-------------	----------

Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



LOKASJON

11) * I hvilken grad anser du liten overdekning som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



RYSTELSER

12) * I hvilken grad anser du tredjeparts opplevelse av rystelser som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RYSTELSER

13) * I hvilken grad anser du det å tilfredsstille krav og retningslinjer etter NS 8141 som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RYSTELSER

14) * I hvilken grad anser du omfang av besiktigelse av konstruksjoner som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



RYSTELSER

15) * I hvilken grad anser du hyppig justering av sprengningsplan som følge av endrede forhold/omstendigheter som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



STØY

16) * I hvilken grad anser du tredjeparts opplevelse av støy som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

STØY

17) * I hvilken grad anser du støy som følge av massetransport som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

STØY

18) * I hvilken grad anser du støy knyttet arbeider under jord som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



STØY

19) * I hvilken grad anser du det å tilfredsstille kravene i henhold til T-1442 som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



TREDJEPART

20) * I hvilken grad anser du kommunikasjon til tredjepart som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TREDJEPART

21) * I hvilken grad anser du kartlegging av tredjepart sine forventninger til prosjektet som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TREDJEPART

22) * I hvilken grad anser du det å informere tredjepart på en faglig troverdig måte som utfordrende?

Veldig

Veldig Vet

	Ingen	liten	Liten	Middels	Stor	stor	ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



TREDJEPART

23) * I hvilken grad anser du det å måtte forholde seg til ulike pressgrupper i urbane prosjekt som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TREDJEPART

24) * I hvilken grad anser du forholdet mellom fremdrift og hensyn til tredjepart som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TREDJEPART

25) * I hvilken grad anser du det å forholde seg til media som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

26) * I hvilken grad anser du støv som følge av massetransport som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

27) * I hvilken grad anser du logistikk og tidsbruk ved massetransport som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

28) * I hvilken grad anser du mangel på tilgang til massedeponi som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

29) * I hvilken grad anser du mangel på plass til mellomlager av masser som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

30) * I hvilken grad anser du det å ivareta omgivelsene rundt prosjektet som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

31) * I hvilken grad anser du det å finne bruksområder for uttatte masser som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



MASSETRANSPORT OG MASSEDEPONI

32) * I hvilken grad anser du det å legge massetransport utenfor det lokale vegnettet som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



TRAFIKK

33) * I hvilken grad anser du trafikkavvikling under byggetid som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TRAFIKK

34) * I hvilken grad anser du omlegging av trafikk som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TRAFIKK

35) * I hvilken grad anser du tilrettelegging for myke trafikanter under byggetiden som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



TRAFIKK

36) * I hvilken grad anser du det å koble prosjektet til eksisterende vegnett som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TRAFIKK

37) * I hvilken grad anser du det å være tilstrekkelig fremsynt i tidligfase og legge til rette for løsninger i riktig rekkefølge som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TRAFIKK

38) * I hvilken grad anser du det å ha tydelige føringer på valg av midlertidige vegkonstruksjoner som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



TRAFIKK

39) * I hvilken grad anser du økt belastning på vegnettet som følge av massetransport som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



ANDRE UTFORDRINGER

40) * I hvilken grad anser du kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger som

utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANDRE UTFORDRINGER

41) * I hvilken grad anser du holdninger fra andre involverte aktører som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANDRE UTFORDRINGER

42) * I hvilken grad anser du krav til utslipp og vannkvalitet som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



ANDRE UTFORDRINGER

43) * I hvilken grad anser du at de ulike aktørene har ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANDRE UTFORDRINGER

44) * I hvilken grad anser du forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANDRE UTFORDRINGER

45) * I hvilken grad er kontraktene mer komplekse ved urbane prosjekt enn ved rurale prosjekt?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



ANDRE UTFORDRINGER

46) * I hvilken grad anser du det å forholde seg til politisk

skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjekt som utfordrende?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Generelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siste prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



KONSEKVENNS - TIDLIGFASE

47) * Hvor stor innvirkning/ konsekvens har følgende utfordringer mht. tid, kostnad, kvalitet og HMS?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Lang saksbehandling på byggeprosjekter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ulike forhold kan motstridende påvirkning i prosjektet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koordinering mellom de ulike etatene	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



KONSEKVENNS - GRUNNFORHOLD

48) * Hvor stor innvirkning/ konsekvens har følgende utfordringer mht. tid, kostnad, kvalitet og HMS?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Kartlegging av geologiske forhold i by	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mangel på kjennskap til grunnforhold	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tetthetskrav ved injeksjon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



KONSEKVENNS - LOKASJON

49) * Hvor stor innvirkning/ konsekvens har følgende utfordringer mht. tid, kostnad, kvalitet og HMS?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Mangel på plass til fasiliteter/ riggområder på overflaten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mangel på plass i undergrunnen som følge av eksisterende infrastruktur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plassering av							

Tydelige føringer på valg av midlertidige vegkonstruksjoner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt belastning på vegnettet som følge av massetransport	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



KONSEKVENNS - ANDRE UTFORDRINGER

55) * Hvor stor innvirkning/ konsekvens har følgende utfordringer mht. tid, kostnad, kvalitet og HMS?

	Ingen	Veldig liten	Liten	Middels	Stor	Veldig stor	Vet ikke
Kunnskap om de langsiktige miljøkonsekvensene ved valg av løsninger	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Holdninger fra andre involverte aktører	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Krav til utslipp og vannkvalitet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ulike aktørers ulike forventninger til krav og restriksjoner gitt i kontrakt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forholdet mellom kort byggetid og restriksjoner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mer komplekse kontrakter ved urbane enn ved rurale prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Politisk skifte, med nye prioriteringer, underveis i prosjektet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



AVSLUTTENDE SPØRSMÅL

56) * Er det tilstrekkelig fleksibilitet i det regelverket som er gitt?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

57) * Er man tilstrekkelig konsekvent når det gjelder å fastsette krav fra prosjekt til prosjekt?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

58) * Er man tilstrekkelig konsekvent når det gjelder

håndheving av krav fra prosjekt til prosjekt?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

59) * Er det tilstrekkelig forutsigbarhet i kravene som er gitt i kontrakten?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

60) * Mener du at det er oftere endring og skjerping av krav ved urbane prosjekt ved rurale prosjekt?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

61) I prioritert rekkefølge angi de to kategoriene du anser som mest utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Tidligfase | <input type="text" value="▼"/> |
| Grunnforhold | <input type="text" value="▼"/> |
| Lokasjon | <input type="text" value="▼"/> |
| Rystelser | <input type="text" value="▼"/> |
| Støy | <input type="text" value="▼"/> |
| Tredjepart | <input type="text" value="▼"/> |
| Massetransport og massedeponi | <input type="text" value="▼"/> |
| Trafikk | <input type="text" value="▼"/> |

62) I prioritert rekkefølge angi de to kategoriene du anser som minst utfordrende ved konvensjonell tunneldriving i tettbygde strøk

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Tidligfase | <input type="text" value="▼"/> |
| Grunnforhold | <input type="text" value="▼"/> |
| Lokasjon | <input type="text" value="▼"/> |
| Rystelser | <input type="text" value="▼"/> |
| Støy | <input type="text" value="▼"/> |
| Tredjepart | <input type="text" value="▼"/> |
| Massetransport og massedeponi | <input type="text" value="▼"/> |
| Trafikk | <input type="text" value="▼"/> |

VEDLEGG 3

OVERSIKT OVER KONTAKTEDE PROSJEKT

Prosjekt: E39 Sveгатjörn-Rådal Entreprenør: Implenia Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Bergen Fylke: Hordaland	Prosjekt: E16 Bjørnegårdtunnelen Entreprenør: NCC Byggherre: Statens Kommune: Bærum Fylke: Akershus
Prosjekt: E39 Eiganestunnelen Entreprenør: Implenia Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Stavanger Fylke: Rogaland	Prosjekt: Rv.80 Hunstadmoen-Thallekrysset Entreprenør: Veidekke Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Bodø Fylke: Nordland
Prosjekt: E134 Damåsen-Saggrenda Entreprenør: Veidekke Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Kongsberg Fylke: Buskerud	Prosjekt: Rv. 83 Harstadåstunnelen Entreprenør: Aldesa construcciones S.A. Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Harstad Fylke: Troms
Prosjekt: E18 Bjørvika Entreprenør: AF Gruppen Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Oslo Fylke: Oslo	Prosjekt: Rv. 706 Strindheimtunnelen Entreprenør: Skanska Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Trondheim Fylke: Sør-Trøndelag
Prosjekt: Midgardsormen delprosj. A Entreprenør: Veidekke Byggherre: Oslo VAV Kommune: Oslo Fylke: Oslo	Prosjekt: E20 Lørentunnelen Entreprenør: Veidekke Byggherre: Statens vegvesen Kommune: Oslo Fylke: Oslo

Prosjekt: Follobanen	Prosjekt: Holm-Nykirke
Entreprenør: AF Gruppen	Entreprenør: Skanska
Byggherre: Jernbaneverket	Byggherre: Jernbaneverket
Kommune: Oslo	Kommune: Holmestrand
Fylke: Oslo	Fylke: Vestfold

VEDLEGG 4

SPØRSMÅL SOM BLE FJERNET I FORKANT AV SPØRREUNDERSØKELSEN

- Hvor utfordrende er det å få samfunnet til å forstå kostnadene og konsekvensene ved strenge krav og restriksjoner?
- I hvilken grad er det utfordrende å ivareta sikkerheten ved lav overdekning?
- I hvilken grad anser du utydelige kontrakter som utfordrende?
- I hvilken grad anser du kompleksiteten i kontrakt som utfordrende?
- I hvilke grad er endringer i kontraktsgrunnlag en utfordring?
- I hvilken grad anser du det å kostnadsberegne stadig nye og skjerpene krav og restriksjoner som utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å forholde seg til krav og retningslinjer etter NS8141 utfordrende?
- I hvilken grad anser du det som utfordrende å vurdere risiko knyttet mot støv?
- I hvilken grad anser du det å forholde seg til kravene gitt i T-1442 utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å velge detaljeringsgrad på informasjon som skal ut til tredjepart utfordrende?
- I hvilken grad anser du redusert råderett av folks eiendom som utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å håndtere støv på vinterstid som utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å få tillatelse til å etablere knuseverk på riggområder som utfordrende?
- I hvilken grad anser du at man i økende grad går fra hovedentrepriser mot totalentrepriser som utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å forholde seg til ulike utbyggere utfordrende?
- I hvilken grad anser du det å utnytte masser mellom ulike prosjekt i samme område (overskudd/ mangel på masser) utfordrende?
- I hvilken grad anser du motstridende forhold i planprosessen som utfordrende?
- I hvilken grad anser du å sikre tilstrekkelig kompetanse blant de involverte i prosjektet utfordrende?
- I hvilken grad anser du usikkerhet knyttet til byggetid som følge av restriksjoner utfordrende?
- I hvilken grad anser du begrensning i arbeidstid som følge av restriksjoner utfordrende?
- Mener du oppbygningen av prosjektorganisasjonen vil ha innvirkning på hvorvidt prosjektet oppnår gitte suksesskriterier?
- Mener du det er viktig å forberede og informere samfunnet/ tredjepart hva løsninger og tiltak som følge av restriksjoner koster samfunnet?