

*Her fremkommer transkriberte intervju. Hovedspørsmålene står i fet skrift med kursiv i kulepunkter. Oppfølgingsspørsmål står i kursiv med innrykk.*

## Intervjuobjekt 1

### Generelt

- Hva er bakgrunnen og erfaringen din?
- Hvilken stilling innehar du per dags dato?
- Hva innebærer denne stillingen?

### Vekseldrift

- *Hvordan vil du definere vekseldrift i konvensjonell tunneldriving?*

Det bemannes ikke opp på begge stoffene det skal drives på, men driver ferdig på en stoff før folk og utstyr sendes over på den andre stoffen. Da oppnås en drift uten stopp, altså uten ventetid.

- *Hvilke varianter finnes det av vekseldrift?*

Særlig kan utstyrspakken variere og settes sammen etter behov. Eksempelvis kan det være to borerigger der mannskapet flyttes imellom, mens det kan holde med én hjulmaskin til pigging, da den kan kjøres fra stoff til stoff. Munner ut i graden av hvilket utstyr det ønskes flere av. Uansett kreves en viss bemanning for å betjene et sett utstyr.

I et større prosjekt jeg var med på, lå det en periode på 35 mann per skift, som bestod av fire komplette skift. Altså bestod hele skiftet av: fire baser; stoffreparatører; piggere; lastere; hjelpemann eller lærling; seks på injeksjon som betjente to injeksjonsrigger som gikk til enhver tid; og bakstuff. Særlig er bakstuffen viktig når det blir så mye tunnel som her, da det blant annet må henges mye duk for ventilasjon. I prosjektet er det en ventilasjonssjakt i midten av tunnelsystemet, som vi greide å hente ned for så å vinkle ut i alle retninger.

Medførte at kravet til dukdiameter ble mindre. Til sammenligning består et vanlig drivlag i norske vegtunnelprosjekter av seks mann: en bas, en stoffreparatør, en pigger og en laster, pluss en reparatør og en sprøyteoperatør, og eventuelt en lærling. I tillegg kommer bakstuffen, som ofte består av en som er elektriker av yrke.

- ***Hva mener du må være på plass for å sikre rasjonell vekseldrift, med hensyn på fremdrift og kostnader?***

For å forhindre driftsstop, er planleggingen det viktigste aspektet, egentlig uansett om det drives veksel eller ikke. Eksempelvis ved sprøytebetongbestilling. Skal det drives veksel, og den ene stoffen blir stående i to timer å vente på betong, vil ikke boreriggen som kommer fra den andre stoffen der det akkurat er skutt kunne påbegynne salveboring før den første stoffen er sprøytet ferdig. Da vil hele systemet stoppe opp.

Deretter er utstyret neste prioritering. Når det drives vekseldrift, potensielt hele døgnet, må alt utstyret være i perfekt stand. Samme med verksted, delelager og lignende. Alle ledd må til enhver tid være klare til oppgaven.

- ***Hvilke forberedelser gjøres i prosjekter med vekseldrift? Hvilke vurderinger gjør dere som entreprenør?***

Med det nevnte store prosjektet som eksempel, så er det ingen særlige hensyn. Alt ligger i nærheten og er lett tilgjengelig. Blant annet hentes sprengstoff på samme plassen og er ikke til hinder på noen måte. Utfordringer melder seg når det blir større avstand mellom stoffene, særlig med tanke på gravemaskiner til pigging som vil bruke mye tid på belting. Noe utstyr kan det være nødvendig å ha dobbelt av, selv om det drives veksel. Plassering av sprengstofflager og lignende bør plasseres omhyggelig for lett tilgang.

Avstanden mellom stoffene kan bli for lang, men er sjeldent et problem. I det nevnte store prosjektet der det per i dag drives på fire til seks stuffer, er det 2,5 km fra ene til andre enden, og er ikke noe problem da avstanden gjøres unna på omtrent ti minutter. Problemene melder seg dog med en gang det drives i tettbygde strøk, med tverrslag, veger og gangveger der det må kjøres på kryss og tvers. Så lenge alt foregår i tunnelen, er ikke avstanden noe stort problem.

- ***Hva mener du har størst innvirkning på vekseldriftsfaktoren, og hvordan håndteres dette i prosjektene?***

Tunnellengden vil ha liten betydning ut fra min erfaring. Om det brukes tre minutter i transport med pick-up eller syv minutter med borerigg vil ikke ha store betydningen.

Problemene oppstår når det blir skjevfordeling på stuffene. Dersom det forboltes på den ene stuffen, og den andre stuffen er klar til salveboring fem timer før boreriggen som bedrev forbolting ankommer stuffen, har man plutselig tapt fem timer den dagen. Går dette over tid vil dette ha stor innvirkning på vekseldriftsfaktoren, og øke denne betydelig.

Når det først oppstår skjevfordeling, er løsningen å dele opp mannskapet. Eksempelvis dersom det er en tilgjengelig bakstoffbil, kan det settes igjen to stykker på bakstoffbilen for montering av sprøytebetongbuer, mens de to andre på skiftet flytter over på den andre stuffen for salveboring når denne er klar. Kan altså splitte opp skiftet for å kompensere for skjevfordelingen. Et viktig poeng er dog at dette ikke kan gjøres på fast basis, da dette sørger for mye ekstra slitasje på skiftet. Blir skjevfordeling regelen, kan det være nødvendig å utføre grep, som oppbemanning eller anskaffelse av mer utstyr.

- ***Hvilke erfaringer har du med vekseldrift?***

Jeg har erfaring både med stuffer som ligger nært og langt i fra hverandre.

Ved et norsk tunnelprosjekt jeg var med på bestod driftsopplegget av to borerigger, men mannskapet drev veksel. Der var avstanden såpass stor at det ble bilkjøring imellom. Da salven var skutt på den ene stuffen, kjørte basen bil over på andre stuffen til den andre boreriggen som stod klar, og påbegynte boring her. Dette blir en form for halvvegs veksel, der det tas en større kostnad på maskiner og utstyr, men sparer en del bemanning. Ved denne løsningen er det nødvendig å ha god kontroll på framdriftsplanen, da det er mindre spillerom på tid.

I et annet stort svensk tunnelprosjekt jeg har vært med på, har det blitt drevet vekseldrift stort sett hele tiden. På det meste var det 21 stuffer fordelt på fire borerigger. Kjørte da vekseldrift på flere stuffer samtidig. En lengre periode ble det drevet på 18 stuffer, og grunnet de store variasjonene på injeksjon, forbolting og sprøytebetongbuer, var det da ikke et fast system på hvilken borerigg som skulle på hvilken stuff. Boreriggene ble hele tiden sendt til den første stuffen som ble ledig.

- ***Når er vekseldrift hensiktsmessig, når er det ikke hensiktsmessig og hvilke fordeler kan oppnås med vekseldrift kontra regulær enstuffsdrift?***

Hvis det kan drives et tverrslag eller en tilkomsttunnel midt i tunnelen, slik at det kan drives begge veger vil det være hensiktsmessig med vekseldrift. Er det driving på hver ende med 4 km imellom, er det ikke lenger hensiktsmessig med vekseldrift.

Tiden spiller en rolle. Hvor mye tid har man til rådighet, og hvor mye utstyr er tilgjengelig. Har man nok byggetid, kan man få ned kostnadene betraktelig med hensyn på leie av utstyr og bemanningen. Slik det er i Norge med relativt korte frister, blir det følgelig nødvendig å ha full drift til enhver tid.

Skytetider. Kan det ikke skytes etter klokka 22 eller 23 på kvelden, er det lite hensiktsmessig med to fulle skift på natten dersom de ikke kan utnyttes.

Det økonomiske er den største fordelen. Man kan drive med en mindre maskinpakke og et mindre mannskap.

- ***Kreves det mer av dere som entreprenør ved vekseldrift enn i prosjekter med vanlig enstuffsdrift?***

På en måte er det tilfellet. Alt avhenger av at alt virker for at driften ikke skal stoppe opp, men samtidig vil det være noe venting på noe av utstyret når det ventes på at neste stuff blir klar. Denne ekstra tiden kan utnyttes til service og vedlikehold av det aktuelle utstyret som venter.

Det kreves mer av særlig mannskapet, med arbeidsledere, driftsledere og baser. De må i større grad være på hugget, og hele tiden ha oversikt og kontroll på den stoffen det ikke er boring på, slik at alt er klart når det veksles.

## Tidsbruk og salvesyklus

- *Vi har satt opp salvesyklusen på følgende måte*

*1. forinjeksjon (ikke alltid aktuelt)*

*2. boring*

*3. lading*

*4. sprengning*

*5. ventilering*

*6. utlasting (lasting og transport)*

*7. rensk*

*8. sikring*

*Er dette en fornuftig inndeling ved tidsstudier?*

Vanligvis, og i norsk målestokk, ja.

Svenskene er eksempelvis særlig strenge på at bolting skal skje på ferdigsprøytet bergoverflate. Det er ikke lov å bolte på ren bergoverflate. I motsetning er ikke norske byggherrer like strenge i norske prosjekter, da det her er lov å bolte på ren bergoverflate. Da vil opprinnelig oppsatt salvesyklus stemme. Oppsettet varierer slik sett litt fra prosjekt til prosjekt. Følgende syklus er gjeldende for det nevnte store prosjektet, der det er særlig strenge krav til sikring:

1. Forinjeksjon (systematisk)
2. Boring
3. Bolting
4. Lading
5. Sprengning
6. Ventilering
7. Utlasting
8. Rensk
9. Betongsprøyting

- ***Er aktivitetene etterfølgende, er det overlapp mellom aktiviteter, eller er noen aktiviteter eventuelt parallelle? Varierer dette?***

Av og til lades det mens salveboring foregår, men det foregår kun der tverrsnittet er stort nok til at det er forsvarlig. Eksempelvis i utvidelsene i hovedløpene, der boreriggen uansett må flyttes under salveboring for å bore hele salven. Borer en halv salve om gangen, og ved flytt kan den ferdige halvdelen lades mens den andre halvdelen bores. På det meste er bredden 25 m og tverrsnittet 150 m<sup>2</sup>. På disse tverrsnittene går det omtrent 4 timer på salveboring og 2 timer på lading. Piggingen tar 3 til 4 timer.

- ***Vil disse hovedaktivitetene i salvesyklusen være de kritiske aktivitetene med tanke på tidsbruk, eller kan andre mindre aktiviteter være styrende?***

Vil i all hovedsak følge den oppsatte salvesyklusen. I det nevnte store prosjektet er det forinjeksjonen som styrer alt. Skjermboringen tar 3 til 4 timer. Med dårlig fjell strekker det seg fort opp til 7 timer. Pumpingen av masse tar mest tid. Trykket ligger på rundt 40 bar der det ikke er hindringer, men i områder hvor det er lite overdekning eller nærhet til andre løp er trykket nede i 7 bar.

## **Prosjektspesifikke spørsmål**

- ***Har det vært endringer i geologi / bergkvalitet som har påvirket fremdriften?***

Ja. Det har særlig hatt med innlekkasje å gjøre. Prosjektet startet med injeksjonsklasse 1, som er den minst strenge klassen, og har senere blitt oppjustert til injeksjonsklasse 2, som er den strenge klassen. Da det var tilstrekkelig med injeksjonsklasse 1, fikk vi alltid godkjent injeksjonsskjermene på første forsøk. Etter oppjusteringen til klasse 2, har det ofte vært nødvendig å pumpe to til tre skjermene før de får drive videre. Da gikk arbeidet med en injeksjonsskjerm fra å ta ett døgn, til å ta fire døgn. Lekkasje kravene varierer på delstrekker i tunnelene, men er så strenge at det praktisk talt skal være tørt.

Generelt er bergkvaliteten i området rundt det nevnte store prosjektet dårlig, men vi har vært heldige så langt, og driften har gått over all forventningen i den forbindelse.

- ***Har sikrings- og injeksjonsomfanget variert, og hvordan har dette påvirket fremdriften?***

Det har variert mye.

Per medio mars 2022 nærmer drivingen seg under sjø og forventede svakhetssoner. Som en konsekvens av det går tre stuffer med forbolting, der den ene stoffen i tillegg sikres med sprøytebetongbuer.

I to rampetunneler som drives ut i dagen, monteres det også rørspling, som er forbolting men med 22 m lange stålrør på 10 cm i diameter som bores inn. Her er det kun 2 meter overdekning. For å kunne håndtere og bruke dette utstyret er den ene boreriggen bygget om. Stålrørene har en borkrone i fronten, og borstrengen tres inn i stålrøret og bores inn. Stålrørene kommer i 3 m lengder, og skjøtes etter hvert som de bores inn, helt til stålrøret er 22 m langt. Denne metoden er beregnet på veldig dårlig berg, typisk i Sør-Europa med nesten bare grus. I området rundt det nevnte prosjektet er egentlig berget for bra til at denne metoden kan anvendes, så vi har slitt mye med at rørene bøyer av og følger sprekker og diskontinuiteter i berget. I tillegg slites engangskronene på stålrørene fort grunnet for hardt berg.

## Intervjuobjekt 2

### Generelt

- Hva er bakgrunnen og erfaringen din?
- Hvilke engasjement har du per i dag?
- Hva innebærer disse engasjementene?

### Vekseldrift

- *Hvordan vil du definere vekseldrift i konvensjonell tunneldriving?*

Hvis jeg skal ta det fryktelig enkelt, så er det at man har en alternativ stoff å gå på. Når man har boret, ladet og skutt på den ene stoffen, kan man ta med enten kun folkene eller både folkene og utstyret til neste stoff. Hvor mye av ressursene man får flyttet, avhenger av avstanden mellom stoffene, da avstanden definitivt vil være en begrensende faktor. Det kan også være at man har vekseldrift på enkelte av aktivitetene, men ikke alle. Ofte har vi kjørt vekseldrift der det er mye raskere å flytte folkene enn boreriggen, som kanskje er det tregeste alternativet. Derfor har man stort sett dobbelt opp av boreriggen.

*Kostnadmessig, vil du si det går opp i opp, eller vil det dyreste alternativet være å ha to borerigger kontra det å bemanne opp?*

Det er nok veldig avhengig av flere forhold. Selvfølgelig transportbiten blant annet. Viktige elementer er om man skal på offentlig veg, eller eventuelt kjøre med svarte skilt. Skal man direkte fra stoff og ut på offentlig veg og rett og slett kjøre boreriggen på lastebiler, hadde jeg nok designet opplegget på en slik måte at man får utnyttet det samme utstyret og folkene mest mulig kontinuerlig. Selv om boreriggen har en stor kostnad, vil den kostanden bli liten likevel, hvis man må ha med mer folk og tilleggsutstyr som piggmaskin, bakstufbiler og lignende.



*Er vekseldrift beskrevet i anbudsgrunnlaget, eller er vekseldrift noe entreprenøren eventuelt selger inn selv?*

De fleste kundene vil ha arbeidet såpass lenge med prosjektet at muligheten for vekseldrift er identifisert. Det er i tillegg sannsynlig at konkurrentene har identifisert det samme. Det å jobbe med optimalisering av dette, eksempelvis om man skal ha lastenisjer eller ikke, hvorvidt man har deponi ute og så videre. Når alle elementene er identifisert og vurdert, så settes konseptet opp ut ifra dette.

- ***Hvilke varianter mener du finnes av vekseldrift? Altså potensielt ulike variasjoner av størrelse på utstyrspakke og mannskap.***

Besvart i det første spørsmålet.

- ***Hva mener du må være på plass for å sikre rasjonell vekseldrift, med hensyn på fremdrift og kostnader?***

Avstanden mellom stuffene er avgjørende. Transporttiden fra stuff til stuff.

- ***Hva mener du har størst innvirkning på vekseldriftsfaktoren? Hvordan håndteres dette i prosjektene?***

Avstanden er et viktig element. Transporttid fra stuff til stuff.

For de fleste forhold vil sikringsmengden selvfølgelig ha innvirkning, men injeksjonsbiten er avgjørende hvis det er strenge krav til tetthet. På sikringssiden kan man definere både arbeidssikring og permanentsikring, mens man ikke har samme hensiktsmessige oppdelingen i injeksjon. Der deles det inn i etterinjeksjon og forinjeksjon. Etterinjeksjon er dog en øvelse som burde vært forbudt, da det fungerer særdeles dårlig i praksis. Ved å forsøke å tette bak, risikerer man bare at vannet kommer igjen på andre steder. Det blir en litt annen sak ved betonglining i tunneler da man i slike tilfeller har noe bedre kontroll, men ved råsprengte tunneler med tradisjonell norsk sikring i form av bolter, sprøytebetong og den slags, bør man injisere foran stuffen slik at man hele tiden har noe å pumpe mot. Ved strenge tetthetskrav er det ofte at tiden som brukes på forinjeksjonsskjermene styrer det aller meste.

*Vil det da ikke ha noen betydning om det er vekseldrift eller enstuffsdrift når det er snakk om injeksjon?*

Nei det vil muligens ikke ha det. Har du mye boring, så er behovet for borerigger større. Ved lange injeksjonsskjermer og stort tverrsnitt kan en injeksjonsskerm ta opp mot et døgn, og da blir den andre stuffen stående brakk. Det går nok da mer ut ifra kriteriet om at man må ha en større andel av de kostnadsbærende elementene i aktivitet og ikke på vent. Det kan man summere opp, og ta stilling til om det er nødvendig med en ekstra lastemaskin, borerigg eller noe annet.

*Da vil man bare variere graden av vekseldrift ut ifra behov, fra ren vekseldrift helt opp mot tostuffsdrift med dobbel utstyrspakke?*

Ja. Det er en X-faktor her i forbindelse med både hvor lang tid man bruker på å bore i det aktuelle fjellet når det gjelder injeksjonsskjermer for eksempel, eller hvor mye bolter og sprøytebetong som må settes før man kan begynne på neste salve med tanke på bergets beskaffenhet. Det er litt farlig å ha en slik leveregel på infrastrukturtunneler knyttet opp mot transport med bil og bane og den slags, da man her forholder seg til helt andre tetthetskrav i forhold til råsprengte vanntunneler. I råsprengte vanntunneler kan man tillate seg å ha sjablongregler knyttet opp mot avstanden mellom stuffene. Da kan det drives vekseldrift en periode, før man ser at avstanden er så stor at man går over på ren enstuffsdrift på hver enkelt stuff. Det optimale er selvfølgelig to parallelle tunneler med tverrslag så det kan drives i alle retninger, som kan skje, men ikke veldig ofte. Generelt tror jeg nok at vekseldrift kan sies å være en designøvelse som man utfører mens man går frem, slik at man ikke bestemmer seg for en i utgangspunktet god løsning som blir halvdårlig og går utover hele prosjektet. Tidsavhengige kostnader er fort opp på mellom 60 og 70 % på mange av aktivitetene i salvesyklusen. Da er det viktig at det produseres mens utstyr og mannskap er der likevel.

*Hvor fort kan man skifte fokus, og gå til anskaffelse av mer utstyr dersom ren vekseldrift ikke lenger er hensiktsmessig?*

Det er nok ekstremt markedsavhengig. Skal det bestilles en helt ny borerigg er løpet kjørt, men man får som regel leid noe i markedet dersom behovet er der.

*Man bør dermed forsøke å forutse behovet, det er for sent når behovet er der?*

Man bør utføre risikovurderinger, og sjekke mulighetene for hvordan situasjonen eventuelt kan løses dersom driftsopplegget ikke skulle fungere.

- ***Har du erfaring med vekseldrift?***

Ja, det har jeg fra mange prosjekter. Jeg har ikke stått på stuff altså, men har både regnet på og gjennomført prosjekter med vekseldrift.

*Hvordan regner du på tunnelprosjekter med vekseldrift?*

Vi ressurskalkulerer. Det vil si at vi regner så mange minutter tar det å bore, så mange minutter tar det å lade og så videre. Litt det samme konseptet som oppbygningen av prosjektrapportene fra NTNU, der du tar inn standardsatser, men ikke veldig detaljert som: den typen tunnel, 50 meter inndrift i uken i godt berg og 30 meter inndrift i uken i dårlig berg. Regner ressurser: så mange lastebiler, så stor lastekapasitet på hjullasteren som laster så og så fort, og så videre.

*Brukes da entreprenørens egne erfaringstall når det settes opp en slik kalkyle?*

Ja, det gjør det. Det er veldig viktig at det kalkuleres først, og så ser du hvordan det passer med kundens fremdriftsplan. Dersom det ikke er overensstemmelse, må det sjekkes om det er noe entreprenøren har misforstått, eller noe kunden har misforstått, eller noe begge har misforstått.

*Hvordan vurderer du vekseldriften når du ressurskalkulerer, er det en faktor du multipliserer inn?*

Nei, det er det ikke. Du ser på tunnelen på ulike avstander, og så midler du det. Du regner ikke på hver salve innover, det gjør du ikke. Du kan for eksempel se på når du passerer så og så mange hundre meter innover tunnelen, og se om du blir ventende for lenge på ett eller annet. Eksempelvis at når du er ute med boreriggen og kommer deg bort på neste stuff, så har det gått en time. Det går ikke. Når det verste av ventilasjonspausen er over, så må du egentlig være i drift igjen. Tar du dette med passelig frekvens, så ser du hvor skjæringspunktet går.

## **Kontrakt**

- *I norske tunnelprosjekter er det vanlig med enhetspriskontrakter, der enhetsprisene er justerbare i tillegg til at det kan suppleres med løst anslåtte mengder. Hvordan opplever du at dette fungerer i praksis?*

På bergarbeid opplever jeg at denne kontraktsformen fungerer ganske bra. I totalentrepriser dog, der man ikke har muligheten til å foreta forundersøkelser som prøveboring, blir det litt mer skudd i blinde. Jeg synes ikke det er noen god risikopolicy fra noen parter å ta risiko på elementer man ikke kan påvirke, men så er det sann at hverken entreprenøren eller kunden (byggherren) kan påvirke geologien i særlig grad, og hvem skal da ta denne risikoen? Da er min policy at den som ligger på høyeste nivå i kontraktspyramiden skal ta risikoen. Det samme gjelder forholdet mellom entreprenør og underentreprenør, der det da er entreprenøren som skal ta risikoen. Man må på mange måter ta risikoen på høyere nivå, for da unngås risikopåslag på alle ledd nedover i pyramiden. Det er viktig, for ellers blir det mye penger på risikopåslag på risiko ingen påvirker, og det er en særdeles dårlig forretningside for parten som betaler. Følgelig er det viktig å ha med seg dette prinsippet i tenkingen.

- *Hvordan opplever du fordelingen av risiko i disse kontraktene? Er den fordelt på en rimelig måte?*

Ja, det vil jeg si. Om det er Norsk Standard, kanskje aller helst den, som benyttes, så er det en kontraktmodell som fungerer.

Poenget mitt med å si at risikoen er fordelt på en riktig måte, er at risikoen er forutsigbar. Det

er ikke er noe problem å ta risiko du kan påvirke, hvis det er godt kjent at det er du som skal ta den. Det verste er de nye kontraktmodellene der det lages egne kontraktsmodeller som ikke folk forstår på den samme måten. Tydelighet i kontraktmodell og risikobilde er særdeles viktig. Generelt er det mye erfaring med akkurat dette i hovedentrepriser, og da er det slik at forventningene og presedensen for hvordan dette skal håndteres er best mulig.

- ***Varierende mengder i kontrakten reguleres med «100 %-regelen» og «ekvivalenttidsregnskapet». Hvordan mener du dette fungerer, og er det noen utfordringer i denne forbindelse?***

Det fungerer godt, hvis det er gjort riktige overslag slik at mengdene ikke er taktiske, som er det verste. Er mengdene taktiske, slik at det er fryktelig mye av alt, så vet du at noe ikke stemmer. Det kan bli veldig mye av enkelte elementer, men det blir ikke fryktelig mye av alt. I den forbindelse er det viktig at byggherren ikke har benyttet muligheten til å legge inn voldsomt mye injeksjon, voldsomt mye bolting med alle typer bolter og mye sprøytebetong, samt at alt skal gjennomføres på en viss tid. Når ekvivalenttidene i postene så summeres opp, og det knapt nok er tid til alt sikringsarbeidet innenfor byggetidsfristen, i tillegg til at det skal drives, da går det ikke opp. Derfor skulle det også vært ekvivalenttidsregnskap på driving, så du ser om det passer mellom start og slutt.

*For da får du ikke nok tillegg i tiden?*

Nei, for hvis du aksepterer at dette er kontraktgrunnlaget, eksempelvis at du skal gjennomføre drivingen på 18 måneder, og har summert opp ekvivalenttidene til 19 måneder, da må du drive ferdig på -1 måned. Det går ikke an, det er helt sikkert. Når summeringen av ekvivalenttidene kanskje resulterer i en tid som er lenger enn byggetiden, da må du opp med det røde flagget og si at her er det noe galt. Byggherren kan henvende seg til entreprenøren å kontre med: «Ja, men dere vet at det ikke blir så mye av alt». Entreprenøren svarer: «Ja, men det hjelper ikke hvis dere legger inn slike mengder i kontrakten. Da må dere fortelle oss at vi kan påregne at dere har satt av 8 måneder med ekvivalenttid til vanlig driving, og at dere har beregnet sikringsmengdene til å passe med de gjenstående 10 månedene.» Hvis byggherren ikke gjør dette, brukes egentlig ikke ekvivalenttidsregnskapet riktig. Det er mange som har jukset med det, da de kun har benyttet ekvivalenttidsregnskapet på sikringsbiten. Da resulterer dette til at det ikke gjenstår tid til driving, og da går det ikke an å bygge tunnel.

Logikken i dette må følgelig gjennomgå skikkelig, og det er noe vi har forsøkt å være nøye med, men det er ikke alltid det har blitt møtt med forståelse.

*Det er kanskje dette aspektet som er hovedårsaken til at tidsrammer sprekker og konflikter oppstår, som til slutt ender i rettssalen?*

Ja, det kan det være. Men det er klart at hvis du ser råe og taktiske mengdeanslag som dette, og du absolutt skal ha vedkommende prosjekt, må du være like rå på taktisk prising. Hvis ikke får du ikke jobben. Byggherren kan gjerne skrive at det ikke er lov med taktisk prising, og jeg mener det er helt greit, men da må det også være enighet om at det er forbudt med taktisk «mengding». Ellers er det ikke vits i å prøve og regne på jobben. Hvis du tenker at: «Greit, her skal vi gjøre alt, da må vi kanskje inn med en borerigg til da? Et tverrslag til? Hva skal vi gjøre da, for å klare det innenfor tidsrammen?»). Du blir ikke konkurransedyktig. Men, ekvivalenttidsregnskapet er et verktøy i riktig retning. Da får begge parter kalibrert seg litt i forbindelse med forventinger om fremdrift. Har du en entreprenør som ikke evner å få til jobben og produserer langt mindre enn forventet, får ikke kunden målt dette uten et verktøy som ekvivalenttidsregnskapet. Med et slik verktøy kan kunden følge opp entreprenøren, og si at det må utføres tiltak for at entreprenøren skal kunne levere innenfor den tidsrammen vedkommende har forpliktet seg til.

*Aksepteres denne reguleringsformen blindt, eller forhandles det frem alternative løsninger, eller modifikasjoner i forbindelse med anbudet?*

Nei, det aksepteres ikke blindt. Hvis du påtreffer leire på stuff, når det skulle være granitt, så er det klart at da får du varselflagg uansett. Er det signifikant avvikende grunnforhold, må du kunne forvente at dette hensyntas uansett.

*Kan aspektet med signifikant avvikende grunnforhold stå i kontrakten, eller lener dere dere på det at det er byggherren som står ansvarlig for grunnforholdene?*

I utgangspunktet er det slik at byggherren har dette ansvaret. Men det er klart at den geologiske rapporten som ligger til grunn er viktig, med tanke på om det står beskrevet at

denne typen grunnforhold må kunne forventes. Vurderingen av den geologiske rapporten er viktig.

*Legger entreprenøren ned mye tid og ressurser i å gjennomgå rapporten, men også ettersikre og gjøre egne undersøkelser av grunnen?*

Ja man har anledning til å anskaffe en frittstående ingeniørgeolog til vurderinger og innspill både i tilbudsfasen og underveis, men prøveboring eller prøvegraving og den slags er det ingen mulighet til å få til, så da blir det kun tolkningsbiten er aktuell. Når vi ser de og de signalene i relasjon til vegetasjon, topografi, vann og så videre og har kunnskap om aktuelle krav, gjør vi oss opp en mening om hvordan det kan forløpe seg. Hvis du mener at forskjellene mellom din tolkning og byggherrens tolkning blir for store, bør det tas opp med byggherren.

*Hvis entreprenøren da bommer og feiltolker den geologiske rapporten fullstendig, da sitter vel vedkommende med ansvaret?*

Ja, hvis rapporten stemmer med virkeligheten, og entreprenøren har misoppfattet, da blir det entreprenørens ansvar.

- ***Hvordan vurderer dere risikoen i tunnelprosjekter, og hvordan forholder dere dere til risikoen?***

Vi benytter oss av en risikostyringsmodell vi har utviklet selv, og den anvender vi på alle prosjekter fra mangemilliardersklassen ned til middels store, og helt ned til forholdsvis små prosjekter. De viktigste elementene er vår egen, men også kundens organisasjon. I den forbindelse gjøres det grundige vurderinger, der vi vurderer om vi har nok folk og med riktig kompetanse til å sette på de enkelte prosjektene.

*Som du nevnte i stad med risiko i forbindelse med geologien, når det er risiko man ikke kan påvirke, settes det et tak eller en grense, for hva som er akseptabelt som gjør at dere ikke leverer anbud?*

Det kan skje, men ta arbeidssikringen på stoff som eksempel. Den kan vi stort sett styre, og derfor er det viktig å ikke ha noen taktisk prising i den forstand at dersom det kommer en kunde som sier at arbeidssikringen er inkludert, vet vi at det blir et incitament for å øke fremdrift som i enkelte tilfeller resulterer i dårligere sikkerhet. Den typen modeller vil vi ikke ha. Du må få betalt hva det koster, både i form av penger og tid. I forlengelsen av det er ekvivalenttidsmodellene fornuftige. Det er ikke det samme å kjøre igjennom berget med 50 m i uka eller 10 m i uka. Vi har hatt eksempler der vi har etablert verksted på stoff siden drivingen har vært nede på 5 m i måneden eller lignende. Hvis du da tar risikoen på injeksjon og sikring, der injeksjon er mer eller mindre 1:1 på timebiten mens sikring har en ekvivalenttid, vil det fortsatt være en restrisiko på borbarhet og den slags. Men det er veldig viktig å ha et system som ekvivalenttidsregnskapet for å få kompensasjonen som er nødvendig.

*Vil en stor del av risikoen kunne knyttes opp mot geologi og tunnelbyggetid i tunnelprosjekter?*

Ja, det vil det. Vi sier at det er kunden som er ansvarlig for bergets beskaffenhet og kvalitet, men det er ikke hele sannheten, siden en så stor del av kostnadene er tidsavhengige, som nevnt over. Dersom du borer med en viss fart per meter, eller dobbelt fart per meter, kan begge være innenfor det som kan påregnes som relevante bergforhold ut ifra beskrivelsen. Man får som regel hjelp i startfasen av drivingen, i form av at det da er minst avstander. Boreriggen kan da i tidlig drivefase jobbe en stund, og så kan man ta vurderingen om det er nødvendig med en annen type borerigg, eller eventuelt en borerigg ekstra. Det er dog ikke noe som slår ned som lyn fra klar himmel, men man må ha med seg de nevnte elementene, da man har designet driftsopplegget ut ifra et visst sett med premisser. Dersom for mange av disse premissene endres, kan konklusjonen bli annerledes.



- ***Hvordan opplever du at konfliktnivået er i tunnel-/anleggsbransjen i dag, med utgangspunkt i tunnelbyggetid?***

Opplever egentlig at det har vært en bedring.

*Hva mener du er årsaken til denne bedringen?*

Vi ser at det er mye kunderelatert. Både policyen kundene har i forbindelse med holdninger, og kompetansen. Jo mer kompetanse kunden har, jo bedre går det, stort sett. Og så har selvfølgelig byggetiden i samferdselsprosjekter vært en årsak til at det har vært turbulent. Når det først starter opp, skulle det helst vært ferdig i år, og det går ikke. Komprimert byggetid er dyrt. Det er dyrt å ha det så travelt som enkelte har og har hatt. Det blir tatt fryktelig mange dårlige beslutninger basert på at tid er penger. Så mye penger er ikke tiden verdt, at du kan begynne å ta dårlige beslutninger.

## **Avslutningsvis**

- ***Er det noe ekstra du vil tilføye?***

I forbindelse med vekseldrift og beregning av effektiviteten, har jeg veldig troen på ressurskalkulering. Da kan du begynne med kalkuleringen, der du grovmasker det litt i starten, og så kan du pense deg inn på kurven etter hvert. Da er det litt avhengig av; kundens ønske om fremdrift; ditt eget ønske om fremdrift; kanskje skal du på et nytt prosjekt, så du vil gi litt ekstra gass; eller kanskje er det bare snakk om ren optimalisering av gjeldende prosjekt. Etter å ha regnet på tre/fire ulike steder i tunnelen, så finner du ut hvor skjæringspunktet går. Det hadde jeg gjort. Og så kan du gjerne bruke noen sjablongregler der du anbefaler hvor man skal gå inn og på hvilke avstander man skal regne. Du ser ofte at resultatet av ren drift er rene salver

*Hva tenker du om skytetider, arbeidstid og så videre i forbindelse med dette?*

Det blir fort fryktelig mange x og y-faktorer. Du ser ofte at resultatet av all drift er hele salver. Når du starter på et skift om morgenen, så går du på en stuff og borer, og hvis det har vært vekseldrift så går de på motstuffen og laster der. Det er ikke slik at man gir seg midt i

lastingen eller midt i boringen, det driver de ikke med. Driverne kjører fullt ut, og gjør seg ferdig med den aktiviteten som er igangsatt. Hvis du da snakker om fintuning for å få det til å gå opp i større grad, eksempelvis med skytetider og arbeidstid, kan du selvfølgelig tenke deg at salvelengden økes litt eller reduseres litt slik at summen blir enda bedre. Men så skal du i tillegg ha lager for stål og du skal ha borplaner som må tilpasses blant annet. Det er følgelig viktig at du ikke har altfor mange faktorer som spiller inn, for det skal være håndterbart. Den store fordelen er at man har et voldsomt driv i tunneldrift, med avlønningssystemer og alt, for å få til god fremdrift. Så lenge det ikke er mye injeksjon så baseres avlønningssystemet på akkord. Er det akkord når det er mye injeksjon mister driverne fort motet, da inndriften er betydelig lavere.

## Intervjuobjekt 3

### Generelt

- Hva er bakgrunnen og erfaringen din?
- Hvilken stilling innehar du per dags dato?
- Hva innebærer denne stillingen?

### Vekseldrift

- *Hvordan vil du definere vekseldrift i konvensjonell tunneldriving?*

Når jeg snakker om vekseldrift, så mener jeg at du har minst to stuffer, eller angrepspunkter, du kan arbeide på. Da borer du på den ene stoffen, mens det foregår, betongsprøyting, sikring eller utlasting på den andre stoffen, før du veksler over.

- *Hvilke varianter finnes det av vekseldrift?*

Du kan kjøre vekseldrift med dobbelt utstyr, og du kan ha det samme utstyret der du kjører mannskap og utstyr over på neste stoff. Stoffene kan eksempelvis være plassert på følgende måter: ved siden av hverandre i hver sin tunnel; i samme løp hvis du har tverrslag slik at du går inn i midten av tunnelen og driver veksel her; eller eventuelt i to helt forskjellige tunneler hvis du kun har en liten dagsone imellom. Det kan finnes mange ulike varianter, slik at du veksler mer på både mannskap og maskiner enn hva du klarer på en enkelt stoff. Kan drives veksel på hva som helst, både nisjer, tverrslag og tunneler.

- *Hva mener du må være på plass for å sikre rasjonell vekseldrift, med hensyn på fremdrift og kostnader?*

Begge tunnelene må ha både ventilasjon, strøm og vann. Hva gjelder utstyr, er det stort sett nok med den samme utstyrspakken som du har på en enkelt stoff. Avhenger av hvor mye utstyr du vil ha og hvor travelt du har det. Er det mye injeksjon kan det være aktuelt med en ekstra borerigg. Er det systematisk injeksjon, hadde vi sannsynligvis hatt to borerigger, der den ene går fast på injeksjonsboring og injisering. Er det ikke slike spesielle faktorer til stede, er det vanligvis nok med en utstyrspakke. Et annet viktig punkt, og som må være på plass, er

et godt apparat på reparasjon og vedlikehold. Det er hardt for utstyret å ikke ha pause imellom salvene, og må være et fokusområde når det drives veksel.

- ***Hvilke forberedelser gjøres i prosjekter med vekseldrift? Hvilke vurderinger gjør dere som entreprenør?***

Man må rigge litt ekstra, slik at man har tilstrekkelig med vann, strøm, vifter og lignende, da det kreves litt mer. Det er det utstyrsmessige, og så har du den nevnte servicedelen. I tillegg må du ha mer oppfølging i form av eksempelvis stikningsapparatet. Støttefunksjoner får et større press. Det kreves også høyere bemanning ved vekseldrift, ofte en eller to ekstra per skift.

- ***Hva mener du har størst innvirkning på vekseldriftsfaktoren? Hvordan håndteres dette i prosjektene?***

Geologi, sikring og injeksjon kan ødelegge hele opplegget med vekseldrift. Hvis du bruker brorparten av tiden din på dette, blir effekten av vekseldrift mindre.

Vi må bare sikre og injisere dersom det er nødvendig, men det er aktuelt å øke ressursene for å forhindre at stoffene blir avhengige av hverandre, da disse økte sikringsmengdene skaper en dårligere rytme i driften. Når alle sikringsmengdene er utført, hives massene ut omtrent like fort uansett, og da blir denne stoffen stående å vente på at mannskapet skal komme over fra den andre stoffen. Er det veldig mye sikring og injeksjon, slik at det blir ubalanse mellom stoffene, er det da aktuelt å øke mengden utstyr, slik at det kan drives på den stoffen som blir stående ledig.

- ***Hvilke erfaringer har du med vekseldrift?***

Ja. De fleste tunnelene med vekseldrift har vært toløpstunneler.

*Når du driver en toløpstunnel, vil du utnytte tverrforbindelser mellom løpene for å drive veksel?*

Ja, tverrforbindelser bør det være. Da blir det snakk om hvor mange av tverrforbindelsene som du skal lage kjørbare tverrslag av. Det er snakk om stort og tungt utstyr. Hvis du tar

utgangspunkt i en vanlig vegtunnel vi planlegger og bygger, vil det i dagens vegtunneler med en viss trafikk være 250 m mellom tverrforbindelsene. Vi gjør eksempelvis annenhver tverrforbindelse kjørbare. Istedenfor å ta ut T4,5 eller 5, eller hva det måtte være, som er den størrelsen rømningsvegene skal være når tunnelen er ferdig, tar vi ut et tverrsnitt på omtrent T8,5 for å kunne kjøre igjennom utstyret.

*Da blir det maksimalt 1000 meter i transportavstand på utstyret når det veksles?*

Ja, men det kan godt være at man gjør hver tredje tverrforbindelse kjørbare, slik at maksimal avstand blir 1500 meter. Utstyret går ikke så sakte. Ved høyere frekvens på de tverrforbindelsene du gjør kjørbare, får du høyere kostnader med å tette igjen til slutt. Det skal kun være en dør i tverrforbindelsene når det er ferdigbygget, og da trenger de veggelementene som blir stående her mye mer støtte i bakkant. Løses da med store jerndragere og lignende for å støtte opp elementene. Du har rett og slett ikke behov for kjørbare tverrforbindelser på hver 250 meter, og i så måte er det høyaktuelt å begrense til hver 750, altså hver tredje. Det er boreriggen som tar mest tid, og den må du kanskje kjøre så langt likevel under sprengning.

- ***Når er vekseldrift hensiktsmessig, når er det ikke hensiktsmessig og hvilke fordeler kan oppnås med vekseldrift kontra regulær enstuffsdrift?***

Du får utnyttet både utstyr og ressurser på en bedre måte med vekseldrift, og det går fortere. Den fremdriftsmessige gevinsten er stor. I tilfeller ned toløpstunneler relateres ikke denne fordelene nødvendigvis kun til drivingen, da det er mulig å legge opp til at etterarbeidet i tunnelene kan starte opp før tunnelene er ferdigsprenge. Arbeid med vann- og avløp og vegoverbygningen kan påbegynne ved at massetransporten dirigeres forbi etterarbeidene via tverrslagene, mens det fortsatt drives veksel på stuffene. Da kan byggetiden forkortes betraktelig, gitt at den tunge massetransporten ikke forringer kvaliteten på det som bygges. I tilfeller med et tverrslag på midten av hovedtunnelen, er det ikke dette et like godt alternativ.

- ***Kreves det mer av dere som entreprenør ved vekseldrift enn i prosjekter med vanlig enstuffsdrift?***

Ja det gjør det selvfølgelig. Det krever mer planlegging og flere folk. Må være mer aktsom i forbindelse med trafikken siden det er mer som skjer, slik at det ikke oppstår uønskede hendelser. Krever da mer oppfølging av hver enkelt.

## **Tidsbruk og salvesyklus**

- ***Vi har satt opp salvesyklusen på følgende måte***
  - 1. forinjeksjon (ikke alltid aktuelt)***
  - 2. boring***
  - 3. lading***
  - 4. sprengning***
  - 5. ventilering***
  - 6. utlasting (lasting og transport)***
  - 7. rensk***
  - 8. sikring***

***Er dette en fornuftig inndeling ved tidsstudier?***

Ja, dette er ganske riktig det. Når du starter, har du kanskje forinjeksjon, eller eventuelt sonderboring. Er det innlekkasjer blir det forinjeksjon.

***Boltingen, vil den inngå i boringen, eller foregår det etter rensken, altså sammen med sprøytebetong?***

Starter du med forinjeksjon, er det allerede sikret. Ved vanlig sikring, altså ikke forinjeksjon, så er det den forrige salven du sikrer, og er noe du egentlig starter med. Kommer litt an hvor du kommer inn i salvesyklusen, om sikringen settes opp til slutt eller først. Veldig ofte ved vekseldrift, er det stort sett ferdigsprøytet når du kommer inn, og deretter systematisk bolting på sprøytebetongen.

*Har du anslag på varigheter i denne salvesyklusen?*

Kan anslå normaltid på de ulike:

1. Forinjeksjon: 10-11 timer
  2. Salveboring 1,5 timer (T9,5)
  3. Lading: 45 minutter (elektroniske tennere) + 15 min (rydding og komme seg ut)
  4. Sprengning: 3 sekunder (elektroniske tennere, ned fra 6 sekunder)
  5. Ventilering: 10-15 minutter
  6. Utlasting: 60-70 minutter
  7. Maskinrensk: 30-60 minutter (sjeldent under 30 minutter)
  8. Sikring: Rundt 60 minutter (noe vil gå inn i boringen)
- Utenom forinjeksjon vil en vanlig salvesyklus ligge på 6-8 timer (T9,5-T10,5)

*Blir boreriggen stående under hele ladingen?*

Ja i de fleste tilfeller er du avhengig av det. Har du litt kranglete berg, er du avhengig av boreriggen for å stikke opp igjen hull. Vi har alltid boreriggen med oss helt til det er ferdigladet og klart for sprengning. Ladebilen kjører da inn og står bak boreriggen. På slutten av 90-tallet kom de første slurrytruckene med ladekorg, og ved greit berg kjørte du bare ut boreriggen etter salveboring og over på neste stuff. Da stod kun ladeenheten igjen. Det er dog sjelden vi får til det vi gjorde på den tiden i dag. Det er så mye regler i dag som vanskeliggjør mye. På to stuffer var det ikke uvanlig å greie 150-160 m inndrift i uken, og er veldig vanskelig å få til med dagens praksis. Vi utfører vanligvis komplett stabilitetssikret tunnel fortløpende, ikke bare arbeidssikring slik at du blir gående i ukesvis på ettersikring.

- ***Er aktivitetene etterfølgende, er det overlapp mellom aktiviteter, eller er noen aktiviteter eventuelt parallelle? Varierer dette?***

Boring av salve og boring og montering av bolt skjer samtidig. Men i prosjekter i regi av enkelte byggherrer får du ikke lov til det. Da må riggen stoppes før du kan montere bolt. Disse byggherrene har krav til at du ikke kan gå foran bomfestene når boreriggen borer, utenom ved injeksjon. I tilfeller med injeksjon må noen stå i korgen på riggen. Regelen er da

i utgangspunktet at alle maskiner skal være avslått ved montering av bolt. Denne regelen har ikke rot i noen forskrifter eller lovverk, men er altså et eget krav aktuelle byggherrer har i sine prosjekter. En overlapp mellom ventilasjonspausen og utlasting skjer også ofte. Dette er mulig som følge av at emulsjonssprengstoffet produserer mindre farlige avgasser enn dynamitt og ANFO som ble brukt før.

## Kontrakt

- *I norske tunnelprosjekter er det vanlig med enhetspriskontrakter, der enhetsprisene er justerbare i tillegg til at det kan suppleres med løst anslåtte mengder. Hvordan opplever du at dette fungerer i praksis?*

I enhetspriskontrakter får du kompensasjon for medgåtte mengder, men i dag er det nesten like vanlig med varianter av totalentrepriser med regulerbare sikringsmengder. Vanlige totalentrepriser har vanligvis faste mengder i form av rundsum, men vil altså variere.

- *Hvordan opplever du fordelingen av risiko i disse kontraktene? Er den fordelt på en rimelig måte?*

Når du får betalt for medgåtte mengder er det rimelig. Spørsmålet omhandler hva som skjer med tid og økonomiske konsekvenser når du kommer utenfor de anslåtte mengdene.

- *Varierende mengder i kontrakten reguleres med «100 %-regelen» og «ekvivalenttidsregnskapet». Hvordan mener du dette fungerer, og er det noen utfordringer i denne forbindelse?*

I disse dager utvikles et nytt og forbedret ekvivalenttidsregnskap, og det er fordi det gamle ikke har fungert godt nok. 100 %-regelen er egentlig en totalt urimelig regel. Grunnen for at jeg mener ekvivalenttidsregnskapet ikke har fungert godt nok er siden det tradisjonelt ikke har tatt for seg alle aspekter ved drivingen. Tradisjonelt har ikke sprengning og andre aktiviteter utover sikring blitt inkludert i den teoretiske tidsberegningen. Gjerne har det vært sånn at enkelte kontrakter har hatt voldsomt mye anslåtte mengder utover det som er rimelig å forvente, men fortsatt lagt innenfor byggetiden. Det har altså ikke vært samsvar mellom mengdene i kontrakten og den estimerte byggetiden. I tillegg har det også vært satt av tid som



entreprenøren må ha som slingringsmonn innenfor dette igjen, på X antall uker. Selv om du blir oppgjort med enhetsprisene og godkjente mengder, har ikke ekvivalenttidsregnskapet fungert etter hensikten, med hensyn på den faktiske byggetiden. Følgelig tror jeg ekvivalenttidsregnskapet har vært kimen til mange tvister.

Ved et prosjekt jeg var prosjektleder på, gikk det et ras på den ene stuffen. Her måtte vi plugge tunnelen, og ble stående et helt år på den samme stuffen. Da kan du lure på hvordan du kan forholde deg til enhetsprisene satt på sikring og injeksjon. Når sprengning uteblir, skal enhetsprisene bære alle kostnadene? For at du skal kompenseres riktig må du da prise alle kostandene dine inn hver enkelt enhetspris slik at enhetsprisene blir selvbærende, og det er det ingen som gjør. Hadde dette blitt praksis hadde ingen anslag holdt hos byggherren. Får du sånne ekstremtilfeller som i dette prosjektet, blir enhetsprisene ubrukbare, og 100 %-regelen blir urimelig.

- ***Hvordan vurderer dere risikoen i tunnelprosjekter, og hvordan forholder dere dere til risikoen?***

Vi gjør våre egne vurderinger av forholdene når vi etablerer fremdriftsplaner og kalkyle. Da utføres «best case»-, normal- og «worst case»-beregninger. Byggherren har ansvaret for grunnforholdene. I kontrakter til en bestemt norsk byggherre tar de gjerne inn egne kontraktsvilkår i tillegg til standarden, der de beskriver at det må være markante eller vesentlige endringer i grunnforholdene for at de skal ta risikoen, mens det i standarden kun står at «endrede grunnforhold er byggherrens ansvar». Problemet blir å finne hvor nullpunktet for en endring blir. Det blir da en vesentlig forskjell for entreprenøren, om det er standarden som legges til grunn eller tillegget om markante endringer. Jeg tror at det er mye på gang i denne forbindelse hos byggherren for at risikoen skal balanseres best mulig, som er hensikten. Entreprenøren må kunne forholde seg til de opplysningene som er gitt og de forholdene som er kartlagt. Den geologiske rapporten består av en faktadel og en tolkningsdel, og det som ligger til grunn for faktadelen er ganske begrenset. Grunnlaget for faktadelen er kanskje noe kjerneboring, flyfoto og seismikk, og ingen har vært i tunnelen, så slik sett vil det være vanskelig å få denne delen helt optimal.

- ***Hvordan opplever du at konfliktnivået er i tunnel-/anleggsbransjen i dag med utgangspunkt i tunnelbyggetid?***

Jeg vil si at det er mye godt som er på gang, med samhandling og tidlig involvering av entreprenørene. Nye former for involvering i tidlig fase har kommet mer de siste årene, og har vært en positiv utvikling. Denne måten å arbeide på tror jeg vil få ned konfliktnivået betydelig. Tradisjonelt er det kun lavest pris som har vært kriteriet, mens det nå er andre forhold som også spiller inn i anbudsfasen, eksempelvis gjennomføringsevne, kvalitet, HMS, ledelse og organisasjon. Dette tror jeg totalt sett vil bidra til å senke konfliktnivået.

## **Avslutningsvis**

- ***Er det noe ekstra du ønsker å tilføye?***

Skiftordninger vil ha mye å si her, og burde kanskje vært tatt med i betraktningen. Det hadde vært virkelig interessant å se hvilken skiftordning som lønner seg. Men nå er det ikke snakk om lenger, da alle arbeidsfolk krever 12/16-ordning uansett. Skiftordningen er ganske vesentlig. Med enstuffsdrift og tradisjonell 12/9-ordning forsøkte man å sprengte eksempelvis tre salver fra 0600 til 0200, og sikret med sprøytebetong fra 0200 til 0600. Med vekseldrift er det ikke mulig å samle opp sikringen slik, for da blir det til slutt bare venting på sprøytebetong og at den skal herde.

## Intervjuobjekt 4

### Generelt

- Hva er bakgrunnen og erfaringen din?
- Hvilken stilling innehar du per dags dato?
- Hva innebærer denne stillingen?

### Vekseldrift

- *Hvordan vil du definere vekseldrift i konvensjonell tunneldriving?*

Vil definere det som at man får størst mulig utnyttelse av maskinparken, slik at den ikke blir stående på vent. Når en arbeidsoperasjon er ferdig, kan maskin og mannskap gå et annet sted å arbeide. Da slippes nye maskiner og mannskap til for neste arbeidsoperasjon. Må ha større mannskap for å få til slik veksel.

- *Hvilke varianter finnes det av vekseldrift?*

Det tror jeg er veldig mange, for det vil variere med flere forhold i tunneldrivingen, eksempelvis om du har systematisk injeksjon eller ikke. Har du ikke systematisk injeksjon vil en aktivitet utgå i salvesyklusen, men hvis du har systematisk injeksjon får du et fast opplegg du må ta stilling til. Har du behovsprøvd injeksjon får du en mer rotete vekseldrift. Tror derfor det finnes mange varianter av vekseldrift avhengig av hvor mange og hvilke aktiviteter du skal ha inn i salvesyklusen.

- *Hva mener du må være på plass for å sikre rasjonell vekseldrift, med hensyn på fremdrift og kostnader?*

Må ha nok utstyr, ikke det at det skal være mengder, men at du har nok utstyr med hensyn på situasjonen. Har du to stuffer, så må det vurderes om man greier seg med en borerigg, om man må ha to, eller eventuelt tre, avhengig av operasjonene. Med andre ord at du tilpasser utstyr, mengde utstyr og mannskap slik at det aldri er stillstand, hverken på det ene eller andre. Sørge for god flyt.

*Organiseringen blir da veldig viktig i den forbindelse?*

Ja det er veldig viktig. En annen faktor for å oppnå rasjonell drift går på tilrettelegging av det som er rundt, særlig med tanke på arbeidstider, eksempelvis skytetider og når det kan kjøres ut masse.

*Vil det være mindre rasjonelt med vekseldrift kontra regulær enstuffsdrift, når prosjekter har arbeidstidsbegrensninger som skytetider og lignende?*

Jeg tror at jo mer begrensninger du har, jo vanskeligere blir det å få rasjonell drift uansett, men vekseldrift vil kunne øke fleksibiliteten i denne forbindelse. En annen begrensning vil være arbeidstiden til hver enkelt person. Du må ha en optimal skiftordning slik at du får utnyttet døgnet. Begrensninger som skytetider vil avhenge av hvor du er. Er du i byer får du ofte stopp, der du vanligvis ikke får skyte etter klokken 23, eller at du har begrensninger på strukturell støy slik at du ikke får bore på natt. Planleggingen i forbindelse med de gjeldende begrensningene er derfor viktig.

- ***Hvilke forberedelser gjøres i prosjekter med vekseldrift? Hvilke vurderinger gjør dere som byggherre?***

Vi bruker vekseldrift mest mulig for å få en kortest mulig byggetid. Legger da opptil flere angrepspunkter som muliggjør vekseldrift, eksempelvis med tverrslag så du kan drive fra midten og til begge sider, ikke bare fra hver side. I den forbindelse er det da viktig å forkorte lengden på hvert enkelt tverrslag.

*Dere vil altså strekke dere langt for å få til et opplegg som muliggjør vekseldrift?*

Ja. Jeg er ganske sikker på at du vil få ned totalsummen ved å ha kortest mulig byggetid, slik at du får inn etterfølgende arbeid raskest mulig.

- ***Hva mener du har størst innvirkning på vekseldriftsfaktoren?***

Både tunnellengde, transportavstand, geologi, sikring og injeksjon har nok innvirkning på vekseldriftsfaktoren. I korte tunneler tror jeg tunnellengden har mest å si, mens det i lengre

tunneler er injeksjon. Utkjøring av masser kan ofte løses med omlastestasjoner slik at det ikke avhenger av resterende arbeider.

Injeksjon er alltid en faktor som lager litt krøll i salvesyklusene. Noen ganger tar det fire timer, og andre ganger tar det 48 timer. Økt injeksjonstid og sikring, særlig tyngre sikring, vil påvirke vekseldriften. Men som regel har du ikke like dårlig fjell i begge retninger, hvis du tenker deg en tunnel med et tverrslag med ens tuff til hver side. Hvis du da har to borerigger, så påvirkes bare den ene riggen mens den andre kan gå.

- ***Hvilke erfaringer har du med vekseldrift?***

Forsøker å legge opp til vekseldrift, for å kunne arbeide med mer enn kun én stoff. Har hatt vekseldrift på alle prosjektene jeg har vært med på, fra to til fire stuffer enkelte steder, med aktuell byggherre som arbeidsgiver.

- ***Når er vekseldrift hensiktsmessig, når er det ikke hensiktsmessig og hvilke fordeler kan oppnås med vekseldrift kontra regulær enstuffsdrift?***

Tilbake til det med å korte ned byggetiden. Tror derfor det stort sett alltid er hensiktsmessig med vekseldrift. Det spørres dog litt på topografien, der du må vurdere lengden på hovedtunnelen opp mot tverrslag. Hvis du må ha veldig lange tverrslag for å få til vekseldrift, på særlig korte tunneler, kan det hende at vinningen går opp i spinningen, kontra å drive kun fra hver side. Slik sett vil det nok være et skjæringspunkt her, med hensyn på tverrslaglengde sett opp mot tunnellengde for å få utnyttet potensiell vekseldrift.

- ***Kreves det mer av dere som byggherre ved vekseldrift enn i prosjekter med vanlig enstuffsdrift?***

Nei. Systemene vi må ha rundt er de samme uansett, så det blir ikke noen forskjell, annet enn at det kan bli noe mer hektisk å følge opp prosjekter med vekseldrift.

## Tidsbruk og salvesyklus

- *Vi har satt opp salvesyklusen på følgende måte*

*1. forinjeksjon (ikke alltid aktuelt)*

*2. boring*

*3. lading*

*4. sprengning*

*5. ventilering*

*6. utlasting (lasting og transport)*

*7. rensk*

*8. sikring*

*Er dette en fornuftig inndeling ved tidsstudier?*

Ja. I forinjeksjon må man dog huske å ta med både skjermboring og injisering, da disse to kan variere uavhengig. I veldig dårlig berg kan skjermboring øke, men muligens ikke injiseringen. Motsatt kan borbarheten være god, men du får ikke tett et grunnet mye vann og den slags. Vil også variere med tetthetskrav. De øvrige aktivitetene her går X-antall ganger før neste forinjeksjon, der det vanlige er tre runder. 24 m skjerm har plass til tre salver før det kommer en salve pluss litt ekstra i overlapp til neste skjerm. Dette avhenger også av tetthetskrav. Er ikke kravene så strenge, kan man strekke injeksjonsskjermen lenger, mens det ved veldig strenge krav kan utføres på hver salve. Kan også hende at du må legge til sonderboring/kontrollhull etter sikring i syklusen.

- *Er aktivitetene etterfølgende, er det overlapp mellom aktiviteter, eller er noen aktiviteter eventuelt parallelle? Varierer dette?*

De fleste er etterfølgende. Det kan være at du grunnet god bergkvalitet kan gå på en ny salve etter rensk, slik at du venter med sikring til du har skutt to salver. Avhenger dog som nevnt av bergkvalitet og tverrsnitt. Mer sikring på større tverrsnitt, grunnet både spenn og høyde. Ikke alltid det lønner seg heller, hvis du da må sprøyte betong over lengre strekninger, vil dette ta ekstra tid.

- *Vil disse hovedaktivitetene i salvesyklusen være de kritiske aktivitetene med tanke på tidsbruk, eller kan andre mindre aktiviteter være styrende?*

Det er de nevnte som hovedsakelig er styrende, men faktorer som arbeidstid kan påvirke i tillegg. Begrensninger kan da settes av om du har lov til å kjøre ut masser på natt, om du har lov til å ha mellomlagring og så videre.

## Kontrakt

- *I norske tunnelprosjekter er det vanlig med enhetspriskontrakter, der enhetsprisene er justerbare i tillegg til at det kan suppleres med løst anslåtte mengder. Hvordan opplever du at dette fungerer i praksis?*

Det har vært veldig vanlig med enhetspriskontrakter, men de siste fem/seks årene har det kommet en del totalentrepriser. Begge kontraktstypene brukes. Begge variantene synes jeg har fungert greit. Det vi har gjort i mange år, er at vi har benyttet oss av ekvivalenttidsregnskap. Det vil si at entreprenøren får tidstillegg for en del aktiviteter, som går på boring, injeksjonstid og utført sikring. Entreprenøren får da justert byggetiden som er tilgjengelig basert på utført mengde. Da er risikoen lavere for ikke å nå milepæler og den slags.

- *Hvordan opplever du fordelingen av risiko i disse kontraktene? Er den fordelt på en rimelig måte?*

Jeg har opplevet at den er godt fordelt, for begge parter. Det er da opp til entreprenøren å organisere arbeidene slik at vedkommende får nyttiggjort seg av fordelene med et ekvivalenttidssystem. Da får vedkommende tid for utførte operasjoner, så hvis det er mye dødtid mellom operasjonene så kompenseres ikke dette på noen måte. Dette må entreprenøren tilstrebe, eksempelvis ved å legge opp til hensiktsmessig vekseldrift.

- ***Varierende mengder i kontrakten reguleres med «100 %-regelen» og «ekvivalenttidsregnskapet». Hvordan mener du dette fungerer, og er det noen utfordringer i denne forbindelse?***

Min erfaring er at det har fungert bra. Det har stort sett vært enighet om at ekvivalenttidene som er lagt inn er rimelige. Altså at kapasitetene som er lagt inn er rettferdige og oppnåelige. Har ikke opplevet noen særlige utfordringer. Ved veldig spesielle krav til utførelse av sikring, har det i noen tilfeller vært diskusjoner omkring kapasitetene, men i forbindelse med standard sikringsmateriell og omfang har det fungert greit.

- ***Hvordan vurderer dere risikoen i tunnelprosjekter, og hvordan forholder dere dere til risikoen?***

I tunnelprosjekter så er det byggherren som står ansvarlig for grunnforhold og tilhørende risiko. Vi bruker mye tid på vurdering av bergkvalitet og løsmasser for å få oversikt over risikoen. Da forholder vi oss så til det vi tror er den reelle risikoen, og lager kontrakter som skal ta høyde for eventuelle variasjoner. I tillegg skal kontraktene være riktige, slik at kart og terreng stemmer mest mulig med virkeligheten. Vi kan lage kontrakter som tar høyde for alt, men det blir litt feil med tanke på entreprenøren sin planlegging av ressursbruk, riktig utstyr og den slags. Vi tilstreber egentlig å få oversikt over risikoen og at den stemmer overens med vi tror venter oss etter hvert som tunnelen drives.

- ***Hvordan opplever du at konfliktnivået er i tunnel-/anleggsbransjen i dag med utgangspunkt i tunnelbyggetid?***

I forbindelse med rene tunnelarbeider er det mange år siden jeg har vært ute for dette. Er nok litt unødvendig at det dras så langt at det ender i retten. Burde kanskje løst aktuelle uenigheter på tidligere stadier.

*Hva mener du er hovedårsaken til konflikter mellom byggherre og entreprenør i norske tunnelkontrakter?*

Hvis kart og terreng ikke stemmer, tror jeg det er en kime til konflikt. Tror også at en entreprenør som kanskje ikke planlegger godt nok, og ikke får til god nok drift, konstruerer



konflikter og henger problemene på grunnforholdene siden det er byggherren sitt ansvar. Man må ha en kontrakt som omhandler det arbeidet du faktisk ser for deg skal utføres, og at det er gjensidig forståelse for dette. I tillegg må man ha god dialog underveis og se an hvordan prosjektet forløper seg. Er kontrakten feil må man ha en åpen dialog rundt det helt fra starten, og begge parter må bidra. Ser byggherren at entreprenøren utfører arbeidet uhensiktsmessig må man ha åpen dialog rundt dette.

## **Avslutningsvis**

- *Er det noe ekstra du ønsker å tilføye?*