

BETONGUTSTØPING

- METODER
- KRAV til UTFØRELSE
- ERFARINGER og UTFORDRINGER
- FOU ?
- FRAMTID

Gunnar Gjæringen

Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, Teknologivdelingen,
Tunnel- og Betongseksjonen

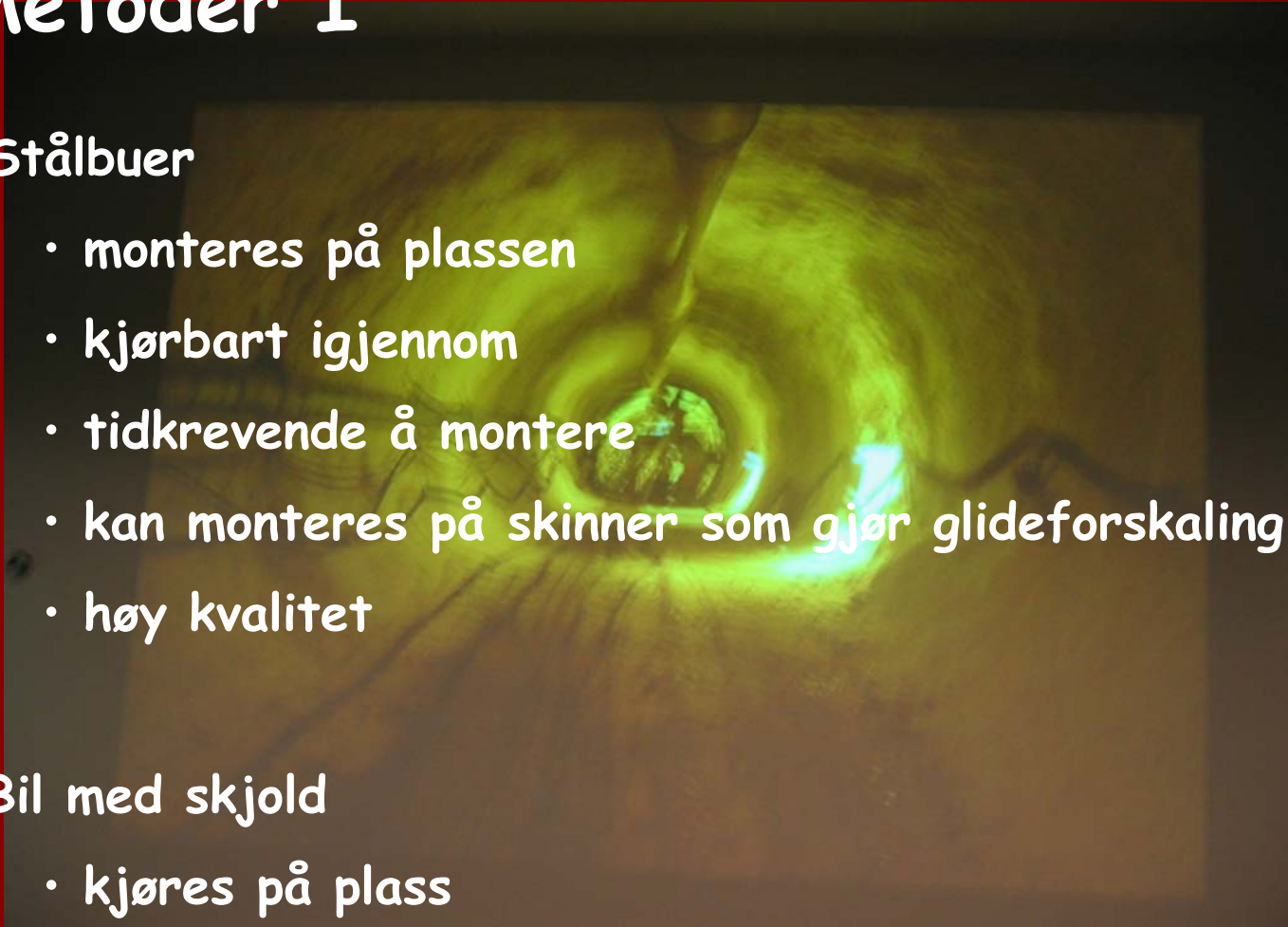
Metoder I

- Stålbuer

- monteres på plassen
- kjørbart igjennom
- tidkrevende å montere
- kan monteres på skinner som gjør glideforskaling mulig
- høy kvalitet

- Bil med skjold

- kjøres på plass
- ikke kjørbart igjennom
- relativt raskt å montere / rask forflytting
- varierende kvalitet



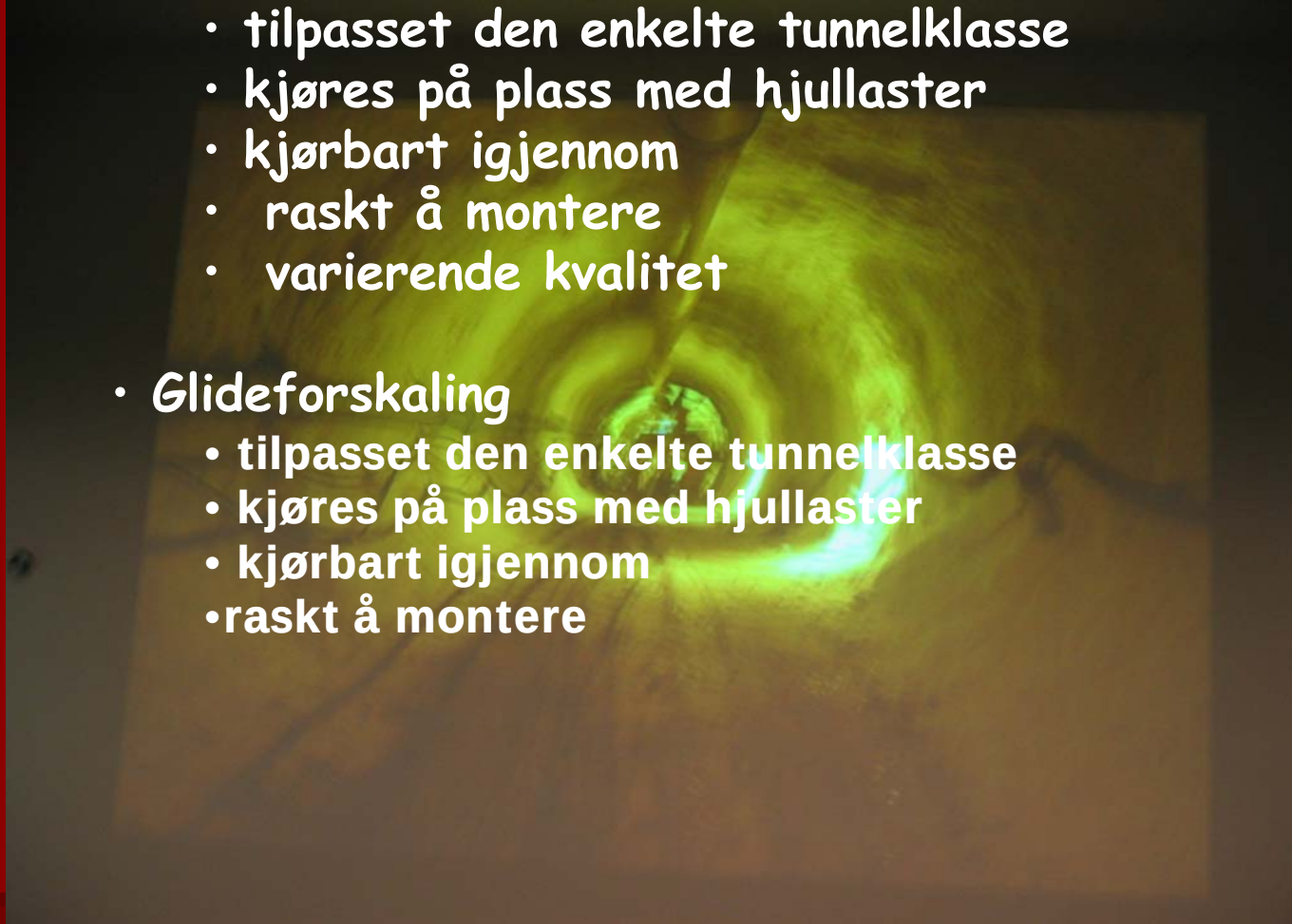
Metoder II

- Stålskjold

- tilpasset den enkelte tunnelklasse
- kjøres på plass med hjullaster
- kjørbart igjennom
- raskt å montere
- varierende kvalitet

- Glideforskaling

- tilpasset den enkelte tunnelklasse
- kjøres på plass med hjullaster
- kjørbart igjennom
- raskt å montere



Hvorfor Utstøping

- Bygge en rask innerkledning
- Utføre nødvendig sikring
- Bruke kjent teknologi
- Utvikle ny teknologi
- Være konkurransedyktig på pris
 - Redusere byggetid
 - Redusere totale kostnader
- La utstøpingen være en integrert del av tunneldrivingen slik at framdriften ikke blir hindret

Statens vegvesen Håndbok 025

■ 33.5 Sikringsstøp

- a) Omfatter sikring av tunnel med betongutstøping.
- Utstøping utføres ved og bak stuff og benyttes som sikring ved særlig ustabile partier, soner med svelleleire, liten overdekning eller ved andre forhold der byggherren anser støp nødvendig.
- Prosessen omfatter også endesteng ved betongutstøping uavhengig av oppdelingen av betongutstøpingen.
- Kostnadene for endesteng skal være inkludert i enhetsprisen.
- b) Normalt benyttes uarmert betong med minstetykkelse 300 mm i fasthetsklasse B35 miljøklasse M45 og som tilfredsstiller kloridklasse Cl 0,1. Kontrollklasse begrenset kontroll. Behov for armering skal vurderes i hvert enkelt tilfelle. Materialer i forbindelse med betongarbeider skal tilfredsstille kravene i NS 3465.
- c) Utførelsen i forbindelse med betongarbeider skal tilfredsstille kravene i NS 3465. Utstøping ved stuff skal utføres slik at det er plass til eventuell membranisolering og ny permanent støp eller å føre vann- og frostsikringen forbi utstøpingen.
- Støpeskjoldet skal være planlagt for å kunne dekke tverrsnittsforskjellen mellom støp ved stuff og støp som permanent sikring utført bak stuff, og skal ha en lengde på minimum 5 m.
- Hovedprosess 3 Håndbok 025, Prosesskode 1
- 81
- Utstøping skal føres ned til rensket såle. Kostnadene for rensk skal være inkludert i enhetsprisen.
- Kun unntaksvis vil det være nødvendig med egen fundamentstøp.
- Ved utstøping bak stuff i områder med vannlekkasjer, skal det legges inn vanntetting og drenering mellom betong og berg/sprøytebetong for å unngå eventuelle lekkasjer gjennom riss og skjøter. Ved utstøping ved stuff vil hensyn til sikkerhet være bestemmende for om vanntetting og drenering kan utføres.
- e) Arbeidene skal tilfredsstille krav gitt i klasse Begrenset kontroll, se NS 3465. Utstøping skal utføres innenfor en toleranse på + / -50 mm.

- **33.51 Skjold for sikringsstøp**

- a) Omfatter skjold som skal være tilgjengelig på arbeidsstedet i driveperioden og inntil omfang av permanent sikring er avklart.
- x) Kostnad angis som rund sum

- **33.52 Opp- og nedrigging for sikringsstøp**

- a) Omfatter opp- og nedrigging for sikringsstøp, herunder skjold
- x) Mengden måles som utførte ganger opp- og nedrigging. Opp- og nedrigging regnes som en gang per utført støp/flytt. Enhet: stk

- **33.521 Opp- og nedrigging for sikringsstøp, ved stuff**

- **33.522 Opp- og nedrigging for sikringsstøp, bak stuff**

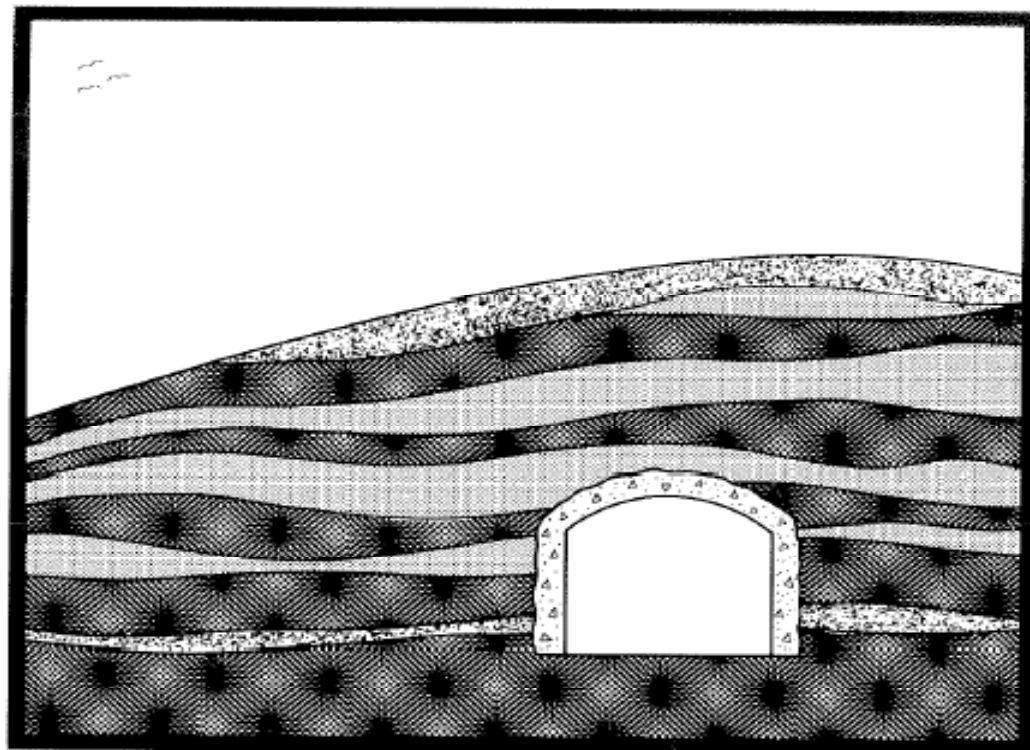
- **33.53 Betongutstøping**

- a) Omfatter sikringsstøp av heng og vegger, inkludert nødvendig rensk, endesteng, samt forbruk
- av betong tilsvarende et betonghvelv med gjennomsnittlig tykkelse 0,40 m, beregnet som
- volum lik arealet av hvelvforskalingen multiplisert med 0,40 m. Betongforbruk utover dette
- gjøres opp etter pris for ekstra betong, prosess 33.54. Minstetykkelsen skal være 0,3 m.
- I våte partier skal det ved støp bak stuff monteres vanntetting og drenering, prosess 33.55.
- c) Utstøping ved stuff skal utføres slik at det er plass til eventuell membranisolering og ny permanent
- støp eller til å føre vann- og frostsikringen forbi utstøpingen. Utstøpingen
- skal
- føres ned til rensket såle.
- x) Mengden måles som utført lengde av utstøpt tunnel. Enhet: m

- **33.531 Betongutstøping ved stuff**
- **33.532 Betongutstøping bak stuff**
- **33.533 Betongutstøping av tunnelsåle**
- a) Omfatter utstøping av tunnelsålen som forsterkning av såle eller som avstivning av betongutstøping.
- Ev. utgraving/masseutskiftning gjøres opp etter prosess 51.5
- x) Mengden måles som utført volum. Enhet: m³.
- **33.54 Ekstra betong ved sikringsstøp**
- a) Omfatter ekstra betong utover det volum som inngår i prosess 33.53. Forbruk av betong utover 0,40 m gjennomsnittlig tykkelse er byggherren uvedkommende, dersom dette ikke skyldes utfall av berg pga. slepper og stikk. Hvis entreprenøren krever betalt for ekstra betong skal kravet legges frem for byggherren før utstøping foretas. Prosessen omfatter også ekstra forskaling av endesteng.
- Håndbok 025, Prosesskode 1 Hovedprosess 3
- 82
- x) Mengden måles som medgått volum utover det volumet som tilsvarer 0,40 m gjennomsnittlig tykkelse. Enhet: m³
- **33.541 Ekstra betong ved sikringsstøp ved stuff**
- **33.542 Ekstra betong ved sikringsstøp bak stuff**
- **33.55 V anntetting og drenering**
- a) Omfatter levering og montering av vanntetting og drenering på berg/sprøytebetong før utstøping av betonghvelv.
- b) Hvis ikke annet er angitt, skal membran være min 2,0 mm tykk og av type 2 i henhold til Håndbok 163 Vann- og frostsikring i tunneler. For drenering og beskyttelse av membran mot berg benyttes fiberduk min. 1200 g/m².
- c) Vanntetting og drenering skal føres rundt hele profilet over sålen, avsluttes i et drenerende lag, og festes slik at det oppnås god kontakt med underlaget (berg eller sprøytebetong).
- Alle
- skjøter skal sveises med dobbelt sveis som trykkprøves, eller skjøtes med system som gir tilsvarende
- kvalitet.
- x) Mengden måles som utført areal målt etter teoretisk sprengningsprofil. Enhet: m².

- **33.551 Vanntetting og drenering ved stuff**
- **33.552 Vanntetting og drenering bak stuff**
- **33.56 Armering**
- a) Omfatter levering og montering av armering i alle typer betongutstøping der profilstørrelse
- eller bergforhold gjør det nødvendig å forsterke konstruksjonen.
- b) Det benyttes stålkvalitet B500NC Ø 16 – 25 mm.
- x) Mengder avregnes i henhold til bøyelister. Bøyelistene skal bare inneholde konstruktiv armering.
- For armering regnes masse per lengdeenhet etter NS3576-3. Enhet: kg.
- **33.57 Tilpasning mellom betongutstøping og berg bak stuff**
- a) Omfatter levering av alle materialer og utførelse av skrå tilpasning mellom betongutstøping
- og berg for å ivareta krav til trafikk sikkerhet.
- c) Hvis ikke annet er angitt i *den spesielle beskrivelsen* skal tilpasning utføres ved at det lages en
- skrå utjevning (1:10) mellom utstøpt parti og bergveggen. Utjevningen føres opp til 1,0 m
- over nivå for kjørebane.
- x) Mengden måles som utført volum av betongutstøping. Forskalingskostnader inkluderes i
- enhetsprisen.
- Enhet: m³.

Prosjektrapport 10C-91



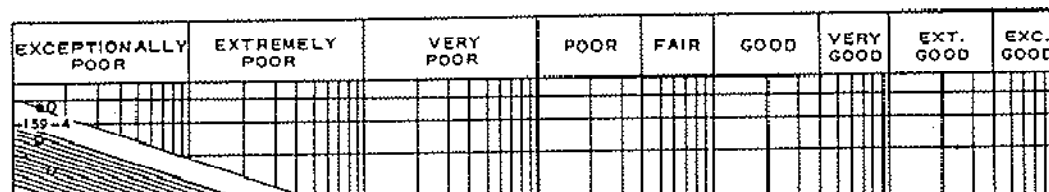
TUNNELSIKRING

Full utstøping



universitetet i trondheim
norges tekniske høgskole
institutt for anleggsdrift

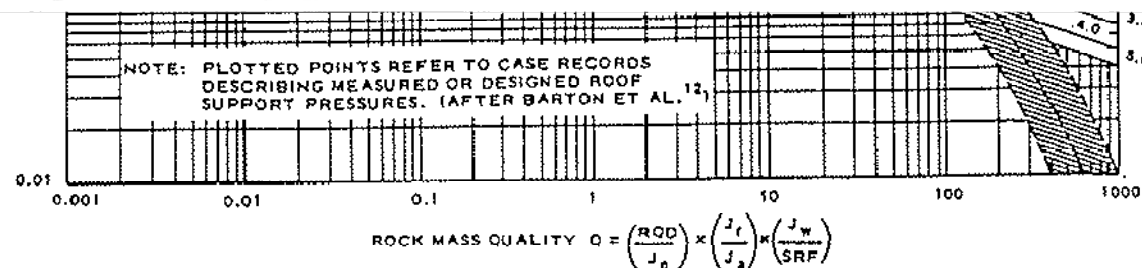
Ved å benytte teorien om en hul sylinder under ytre trykk kan det utledes en sammenheng mellom trykk og nødvendig tykkelse på betongkonstruksjonen. Et uttrykk for minste betongtykkelse, $t_{c,min.}$ er gjengitt på neste side.



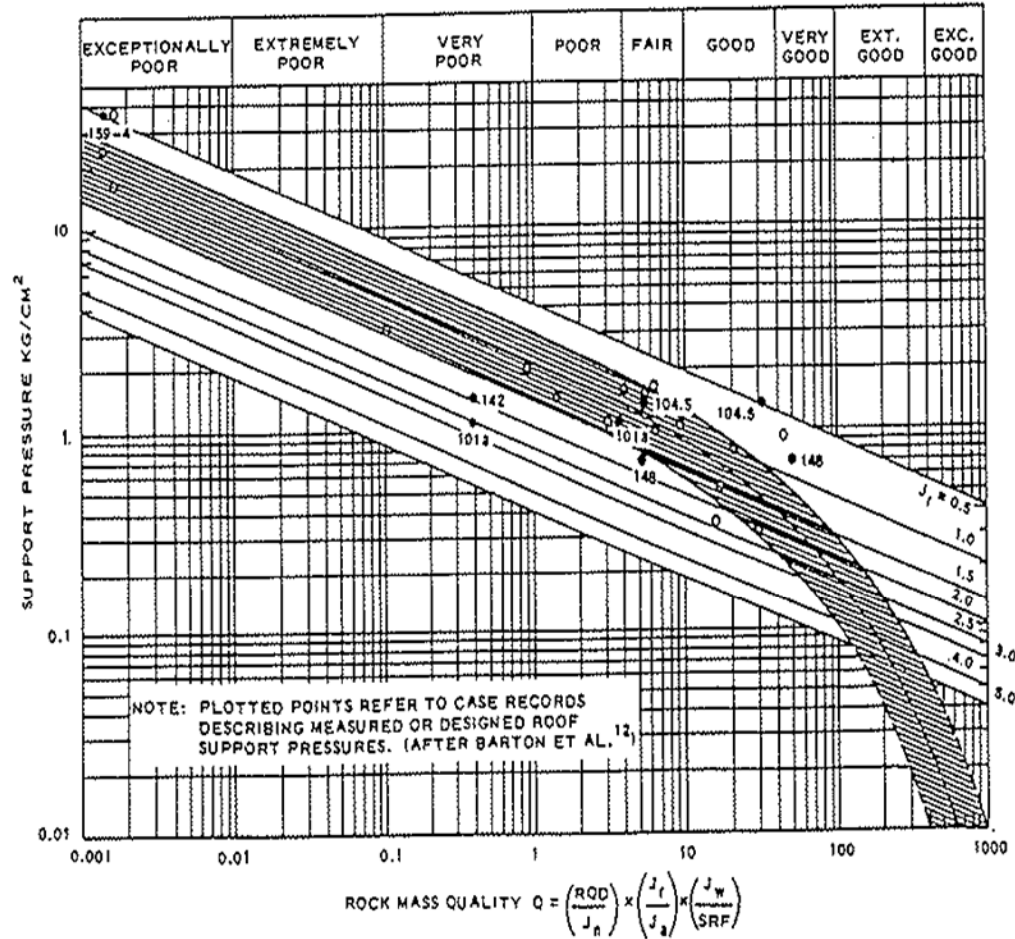
$$t_{c,min.} = \frac{r_i}{\sqrt{1 - (2 \cdot \frac{P_s}{\sigma_c})}} - r_i$$

r_i er tunnelens indre radius, P_s er det maksimale trykket mellom betongutstøping og fjellmasse og σ_c er betongens dimensjonerende trykkfasthet.

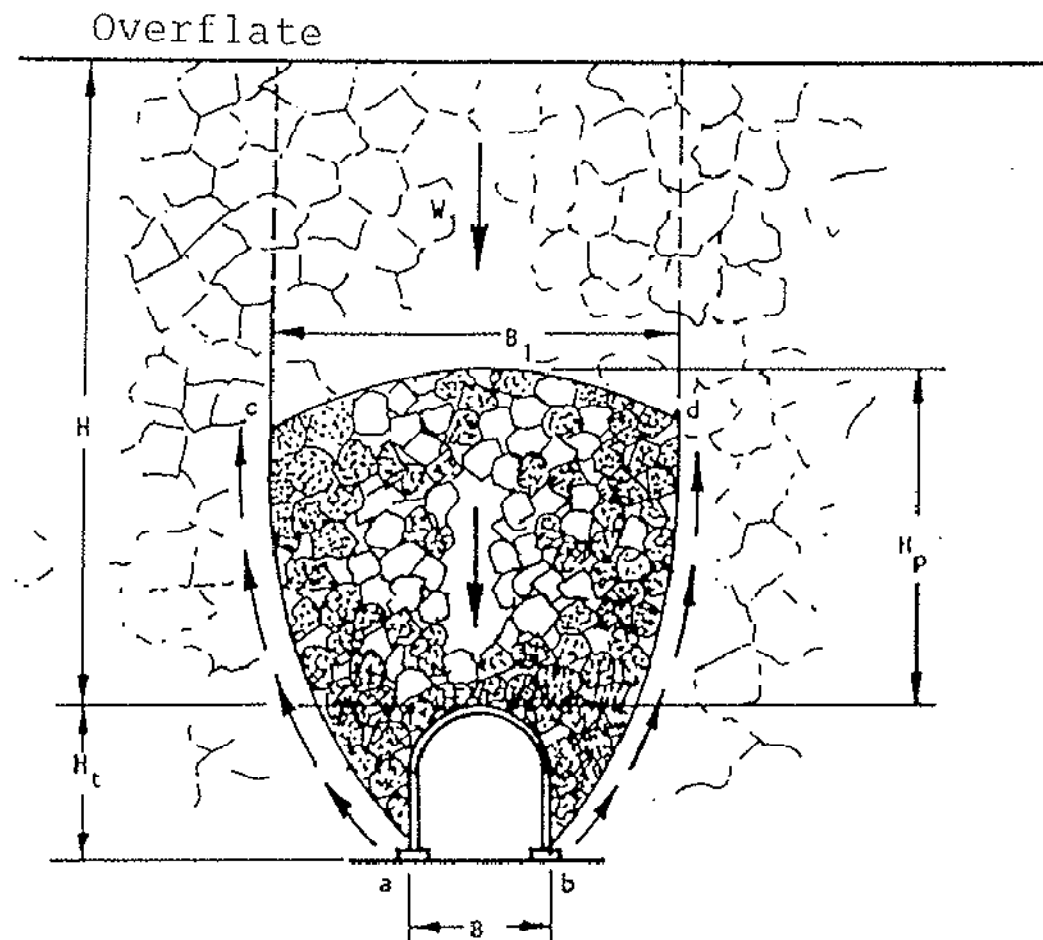
Modellen er idealisert og tar ikke hensyn til ujevn betongtykkelse og -kontur. Sammenliknet med praksis og Q-metoden gir modellen for små betongtykkelser. En faktor fra to til tre gir betongtykkelser med akseptabel stabilitetssikkerhet.



Figur 2.1 Fjellmassens trykk mot installert sikring i forhold til Q-verdien /3/.



Figur 2.1 Fjellmassens trykk mot installert sikring i forhold til Q-verdien /3/.



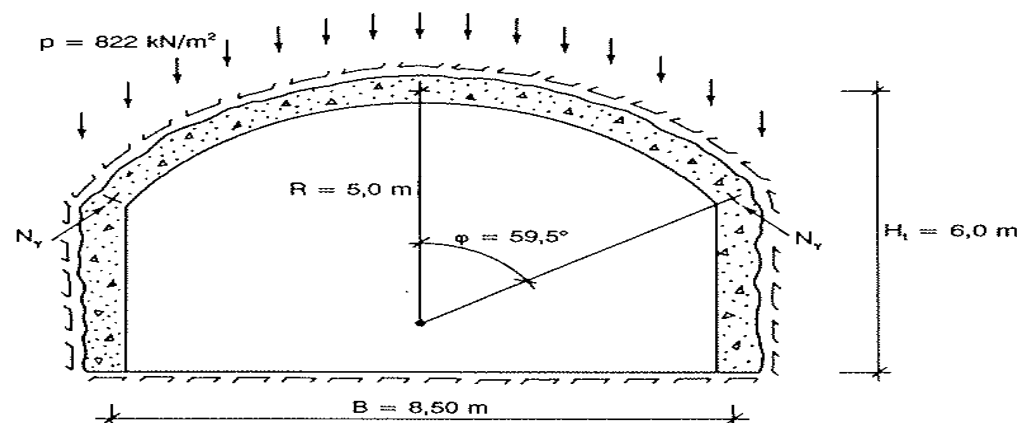
Figur 2.2 Illustrasjon av Terzaghis prinsipp for beregning av fjellbelastning over tunnel. Fjelllasten, H_p er nøkkelparameteren og beregnes på grunnlag av fjellmassekvaliteten. Etter Terzaghi /4/.

Fjellforhold	Fjellast, H_p (m)	Sikringsutførelse
1. Hardt intakt fjell	0	Eventuelt sprøytebetong mot sprak
2. Hardt lagdelt, skifrig fjell	$0 - 0,5 \cdot B$	Bolter med åpent mønster, normalt på lagpakker
3. Massivt fjell med benkning	$0 - 0,5 \cdot B$	Bolter med åpent mønster
4. Moderate blokker og stikk	$0,25B - 0,35(B + H_t)$	Sprøytebetong, tynt sjikt evt. med bolter
5. Temmelig oppsprukket fjell og/eller lagdelt	$0,35 - 1,10(B + H_t)$	Armert/uarmert sprøytebetong tykt sjikt evt. med bolter
6. Fullstendig knust, men kjemisk intakt	$1,10 (B + H_t)$	Armert spr.bet. i vegger, uarmert ca. 15 cm sprøytet hvelv eller armert ca. 10 cm
7. Sammenpressende, moderat dyp	$1,10 - 2,10(B + H_t)$	Støpte armerte, forankrede vegger uarmert hvelv
8. Sammenpressende, stort dyp	$2,10 - 4,50(B + H_t)$	Støpte armerte, forankrede vegger armert hvelv
9. Fjell med aktiv overflateforvitring med svelling (alunskifer)	maks 80 m uavhengig av B og H_t	Isolering av fjelloverflaten og armert kontaktstøp
10. Fjell med svelleegenskaper i dybde (svellende mineralkomp.)	maks 80 m uavhengig av B og H_t	Full armert utstøping med et kompressibelt skikt mellom fjell og betong

Tabell 2.1 Terzaghis fjellklassifisering omarbeidet og gjort gjeldende for sikring med henholdsvis bolter, sprøytebetong og betongutstøping /4/,/5/.

Eksempel på dimensjonering av hvelv

Eksempelet tar utgangspunkt i regler for dimensjonering av sirkelbuert uarmert murhvelv (treleddbue), /6/. Betonghvelvet antas å virke som en trykkbue og kontrolleres bare mot trykkbrudd. Lastsituasjon og krefter er vist i figur 2.3.



Figur 2.3 Lastsituasjon og opptredende krefter ved et tenkt sikringstilfelle.

Belastningen på hvelvkonstruksjonen er beregnet for fjellkvalitetsklasse 7 (etter Terzaghi /4/) og antas å være

$$p = 2,1 \cdot (8,5 + 6,0) \cdot 27 = 822 \text{ kN/m}^2$$

Dimensjonerende trykkraft i buen er gitt ved uttrykket

$$\begin{aligned} N_Y &= \frac{1}{2} \cdot p \cdot R \cdot (2 + \cos\varphi - \cos^2\varphi), \quad /6/ \\ N_Y &= \frac{1}{2} \cdot 822 \cdot 5,0 \cdot (2 + \cos 59,5^\circ - \cos^2 59,5^\circ) \\ N_Y &= 4623 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dimensjonerende trykkbruddkapasitet, $N_d = \frac{1}{2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot t$

Krav: $N_d \geq N_Y$

Innsatt i uttrykket for trykkbruddkapasitet og løst m.h.p. tykkelsen gir dette

$$t_{\min.} = \frac{4623 \cdot 1000}{20/1,25 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000} = 578 \text{ mm} \approx 60 \text{ cm}$$

Terzaghis fjellklassifisering er lite benyttet i Norge, men benyttes mye i USA, hvor stålbuer fortsatt er mye brukt som sikringsmiddel.

At systemet har fått liten anvendelse i Norge skyldes den konservative klassifisering modellen gir. Modellen tar f.eks. hensyn til bare et fåtall av de faktorer som virker inn på stabilitetsforholdene. I tillegg til de bergartsrelaterte parametre er også fjellrommets bruksområde avgjørende for valg og utførelse av sikring.

Empfehlungen zu Ausführung und Einsatz unbewehrter Tunnelinnenschalen

Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen (DAUB) – Arbeitskreis „Unbewehrte Tunnelinnenschalen“ – Stand: 24. April 2007

Die vorliegenden Empfehlungen des DAUB sollen bei der Beantwortung der Frage helfen, unter welchen Bedingungen eine Tunnelinnenschale ohne Bewehrung ausgeführt werden kann. Im Einzelnen werden die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen unbewehrter Innenschalen dargestellt, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise beschrieben und Hinweise zu Konstruktion, Betonrezeptur und Nachbehandlung sowie zur Bewertung und Behandlung von Rissen gegeben.

1 Vorbemerkungen

Die Innenschalen von Verkehrstunneln werden in Deutschland in der Regel in Stahlbeton ausgeführt. Bei fachgerechter Planung und sorgfältiger Ausführung führt diese Bauweise erfahrungsgemäß zu wartungsarmen und dauerhaften Bauwerken. Sie

bringt jedoch auch einige Nachteile und Risiken. Hier sind in erster Linie die höheren Kosten zu nennen, die aus der Bewehrung und aus der größeren Mindestdicke der Innenschale resultieren. Bei Abdichtung mit Kunststoffabdichtungsbahn birgt der Bewehrungsbau stets die Gefahr, die Kunststoffabdichtung zu beschädigen, was Undichtigkeiten des Bauwerks zur Folge hat. Des Weiteren können unzureichende Betondeckung oder Rissbildung zu Korrosion der Bewehrung führen und dadurch Betonabplatzungen verursachen.

Die Alternative zur Innenschale aus Stahlbeton ist die Innenschale aus unbewehrtem Beton. Die o. g. Kosten und Risiken entfallen hierbei. An-

Recommendations for Executing and Application of unreinforced Tunnel Inner Linings

German Committee for Underground Construction (DAUB) – Working Group for “Unreinforced Tunnel Inner Linings” – as of April 24th, 2007

These DAUB recommendations are intended to help in answering the question of under which circumstances a tunnel inner lining can be executed without reinforcement. The various possibilities of application and limits of unreinforced inner linings are presented, proof of sustainability and serviceability described and pointers for design, concrete mixes and curing provided along with the evaluation and treatment of cracks.

1 Preliminary Remark

The inner linings of transport tunnels in Germany are generally made of reinforced concrete. It has been demonstrated that given proper planning and careful execution this means of construction ensures permanent structures requiring little maintenance. However, there are certain disadvantages and risks involved. Firstly, there are the high costs resulting from the reinforcement and the major minimum thickness of the inner lining. When a plastic sealing membrane is used as water-proofing there is the danger that the membrane can be damaged when the reinforcement is installed, something which can lead to leaks in the structure. In addition, insuffi-

cient concrete covering or crack formation can lead to the reinforcement corroding so that concrete spalling is the outcome.

The alternative to the reinforced concrete inner lining is one made of unreinforced concrete. In this case, the above mentioned costs and risks are dispensed with. On the other

Mitglieder des DAUB-Arbeitskreises „Unbewehrte Tunnelinnenschalen“:

Dr.-Ing. A. Stöding (Leiter des AK),
Dr. G. Brem,
Dipl.-Ing. G. Denzer,
Dipl.-Ing. R. Harpf,
Prof. Dr.-Ing. D. Kirchhies,
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. B. Mädl,
Dipl.-Ing. W. Schuck

Members of the DAUB Working Group for “Unreinforced Tunnel Inner Linings”:

Dr.-Ing. A. Stöding (Head of the WG),
Dr. G. Brem,
Dipl.-Ing. G. Denzer,
Dipl.-Ing. R. Harpf,
Prof. D. Kirchhies,
Prof. B. Mädl,
Dipl.-Ing. W. Schuck

Concrete Linings for Tunnel built by underground Construction

Recommendations by DAUB, December 2000

1 Preliminary Remarks

These recommendations relate to the compilation of demands applicable to permanent concrete linings for tunnels with regard to their characteristics for use, their composition, the execution of construction and quality assurance. Regulations that are already available in Germany such as Guideline 853 [1], the ZTV-Tunnel [2, 3] and the corresponding Austrian guidelines [28] as well as findings obtained in conjunction with concrete linings are summarised and presented in relation to one another. In this way, recommendations for producing qualitatively high-grade tunnel linings will be provided, which assure serviceability over a life span of around 100 years with low maintenance costs. Static calculations are not included.

2 Function and Design of the Tunnel Lining

The final tunnel lining has to sustain a large number of influences. The main ones are:

- stemming from the ground:
- ground pressures of all kinds (dead load, relaxation pressures, creeping pressures, swelling pressures, etc.)
- landslips, earth subsidence

- earthquakes
- water pressures
- chemical actions resulting from aggressive water or aggressive subsoil components.

Resulting from construction activities:

- construction activities such as dead weight in fresh state, intermediate construction activities with part lining of the cross-section
- removal of the hydration heat, shrinking
- annular gap grouting, roof grouting
- transport activities for ready-made parts (segments, ready-made pipes)
- jacking forces, back-up loads.

Through utilisation:

- influences of temperature on the air or from sewage or the likes

Owing to the length of this article, the German text was published in Tunnel 3/2001. In this issue follows the English version.

- chemical attacks from gases, sewage, thawing salt and the likes
- traffic influences
- transportation of rubble or stones in the case of water pressure tunnels
- fire in the case of transport tunnels.

The permanent tunnel lining has to be dimensioned both in static and constructional terms to cope with these influences.

The lining's sealing effect can be attained either by ensuring that impermeable concrete is used or by attaching a membrane to the outside of the shell. Watertight concrete structures generally require greater expenditure on the concrete production often involving reworking (crack grouting). However, they possess the advantage that faults are normally easier to localise and seal. External membranes ensure that the concrete shell is protected against water and in turn, possible chemical influences but they are hard to redevelop.

The requirements posed on the sealing systems are dealt with in detail in the RIL 853 [1] for railway tunnels and in [2] and [3] for road tunnels.

The design and production of the final concrete lining come about through the interplay of tunnel cross-section, geological and hydrological conditions, driving length and length of tunnel.

The following forms of executing permanent tunnel linings will now be examined:

- shell concrete
- shotcrete
- reinforced concrete segments
- reinforce concrete pipes.

3 Tunnel Lining made of Shell Concrete

3.1 General

Tunnel linings made of shell concrete are usually produced using a formwork car. At the point when the permanent tunnel lining is installed, the drive has already been completed or the concreting work takes place far behind the actual face. The temporary support has been installed and ground deformations have long since ceased. The inside contour of the final lining can be chosen as required. It can be adapted to the subsequent use and the static requirements. Normally, the inner shell is created in 8 to 12 m blocks, which are separated from one another by expansion joints. Usually, the individual blocks are split up into two or even more concreting sections in the event



The "Concrete inner Shells" working group of the German Committee for Underground Construction compiled the recommendations. The group consisted of:
Dr.-Ing. A. Stading (chairman)
Prof. H.-J. Bösch (former chairman of group)
Dr.-Ing. Breitenbücher, Dr. G. Brem, Dipl.-Ing. H. Bretz,
Dipl.-Ing. G. Denzler, Dipl.-Ing. Dietz,
Prof. H. Duddack, Dipl.-Ing. Gräter,
Dipl.-Ing. K. Kreuzberger, Dr.-Ing. K. Kuhnhehn,
Prof. B. Maidl, Dipl.-Ing. M. Murcke,
Dipl.-Ing. H. Petruschke, Dipl.-Ing. D. Stephan

ERFARINGER

fra Ringveg Vest i Bergen

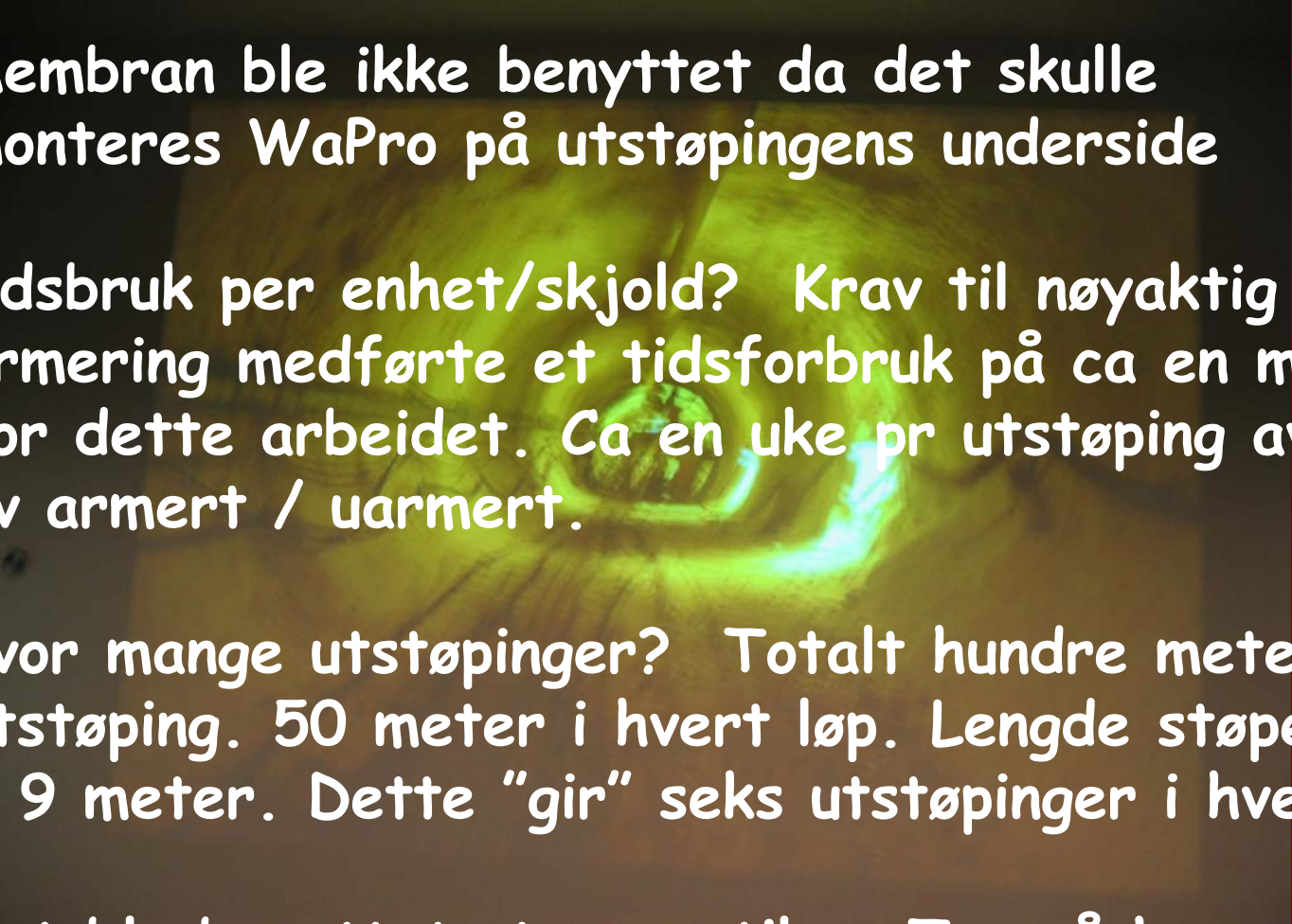
- Overdekning 15m
- 2 tuber
- T-9,5 - T-11
- Anbefalt av ekspertgruppen å støpe ut



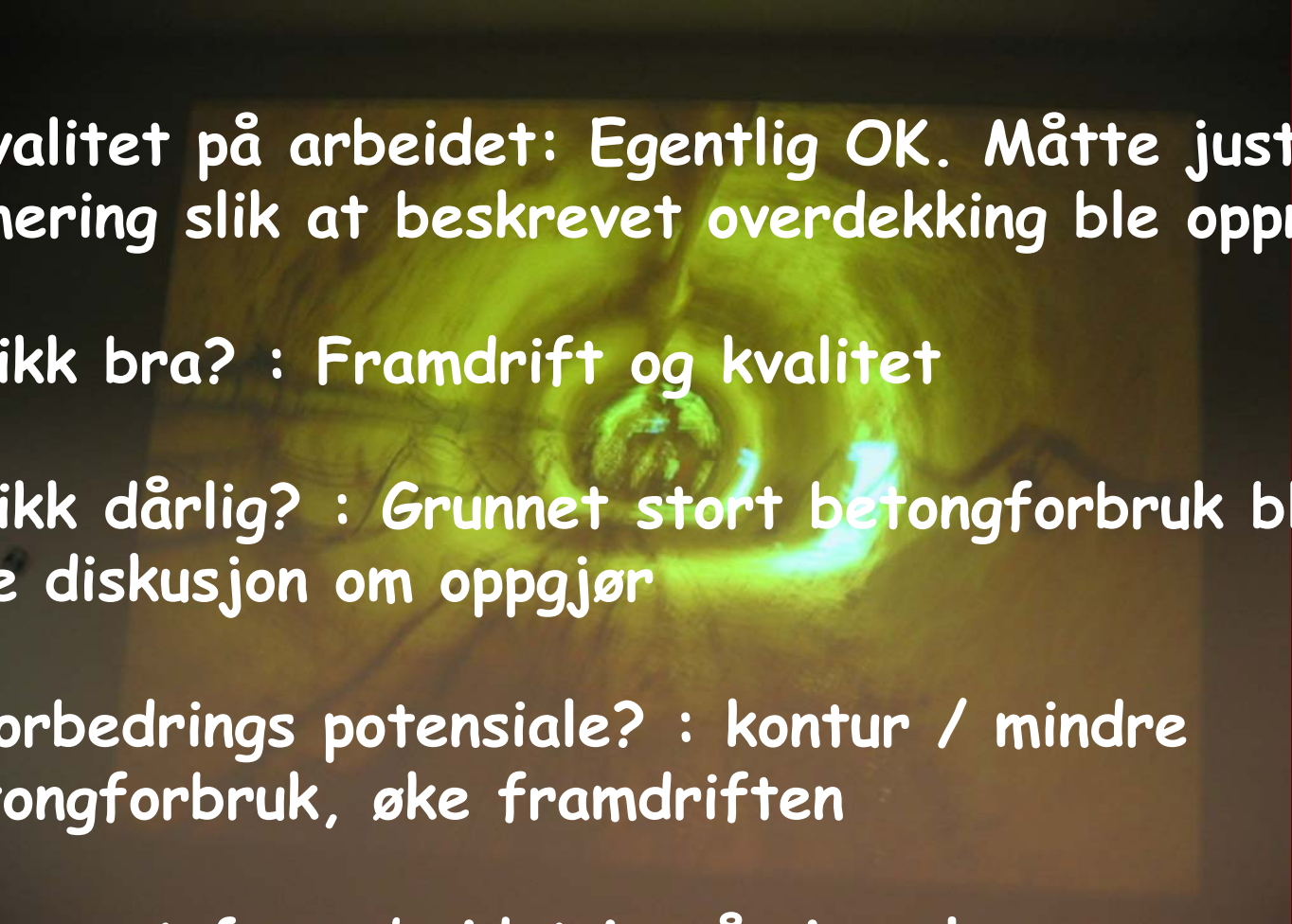
UTFØRELSE:

- Planlegging: Mulighet for at utstøping ville komme til utførelse var klarlagt i god tid.
- Det ble benyttet støpeskjold i stål.
- Støpeskjoldet ble montert i seksjoner med kran, løftet på plass med hjullaster
- Endetettingen ble utført med 48 x 98 mm "boks" montert i vifteform" og tilpasset inn til fjellet
- Både armert og uarmert. Grunnet stor radius på to steder ble utstøpingen utført som armert konstruksjon der tverrsnittet var størst ($R = \text{ca } 11$ meter og $R = \text{ca } 14$ meter)



- 
- Membran ble ikke benyttet da det skulle monteres WaPro på utstøpingens underside
 - tidsbruk per enhet/skjold? Krav til nøyaktig montert armering medførte et tidsforbruk på ca en måned for dette arbeidet. Ca en uke pr utstøping avhengig av armert / uarmert.
 - hvor mange utstøpinger? Totalt hundre meter utstøping. 50 meter i hvert løp. Lengde støpeskjold = 9 meter. Dette "gir" seks utstøpinger i hvert løp.
 - Det ble benyttet støpeventiler. Tre på hver side, og i to høyder.
 - HMS

- Skjoldet ble forankret med AZ- stag i vegg.
- Armeringen ble forankret med fjellbolter i tak
- Skjoldet ble forankret med AZ- stag til utstøpt "knevegg"
- Armeringsforbruk: Ca 40 tonn.
- Betongforbruk: Grunnet unøyaktig utsprenkning ble det utstøpt ca 1.800 m³.
- Betongtype ble brukt: SKB, B 45- SV40
- Entreprenøren brukte 4 til 5 mann per skift
- Byggherrens kontrollapparat: Kontrolling og assistanse fra Materialteknisk
- Påvirkning på andre arbeider i tunnel ved at det ble større krav til koordinering
- Ble ikke vurdert gjort under selve drivingen fordi en fikk bedre framdrift ved å vente.

- 
- Kvalitet på arbeidet: Egentlig OK. Måtte justere armering slik at beskrevet overdekking ble oppnådd
 - Gikk bra? : Framdrift og kvalitet
 - Gikk dårlig? : Grunnet stort betongforbruk ble det mye diskusjon om oppgjør
 - Forbedrings potensiale? : kontur / mindre betongforbruk, øke framdriften
 - Rapport fra arbeidet inngår i geologens rapport

Viktige Momenter:

- Oppnå "høy nok" fasthet til at underforskaling "skjold / portalvogn kan senkes / trekkes fram.
- Krav er vel i dag ca 20 Mpa v / T 9,5
- Rasjonell metode for å kunne montere / etablere endeforskaling / endestenge.
- Rasjonell montering av armering der utvidet tverrsnitt krever armerte konstruksjoner
- Rasjonell metode for å kunne endre tverrsnitt "i skjold/portalvogn"
- Dersom vannsikring er montert må oppstilling av vogn utføres på en slik måte at denne ikke skades. (Bruker en del stag ol.i dag for å sikre korrekt oppstilling)
- Benytte SKB med akselrator...støpe "tak i utstøpingen" i to etapper der t = større en 400 mm. (Benytter første utstøping som forskaling)



Ringveg Vest



Ringveg Vest



Ringveg Vest



Ringveg Vest



Ringveg Vest



Rinavea Vest



Finnfasttunnelen



Finnfasttunnelen



Finnfasttunnelen

Quang Tri HPP



Price:

- Dia. = 2m
- Concrete unit price: 1 670 USD/m³
- Price: 3 150 USD/1m tunnel



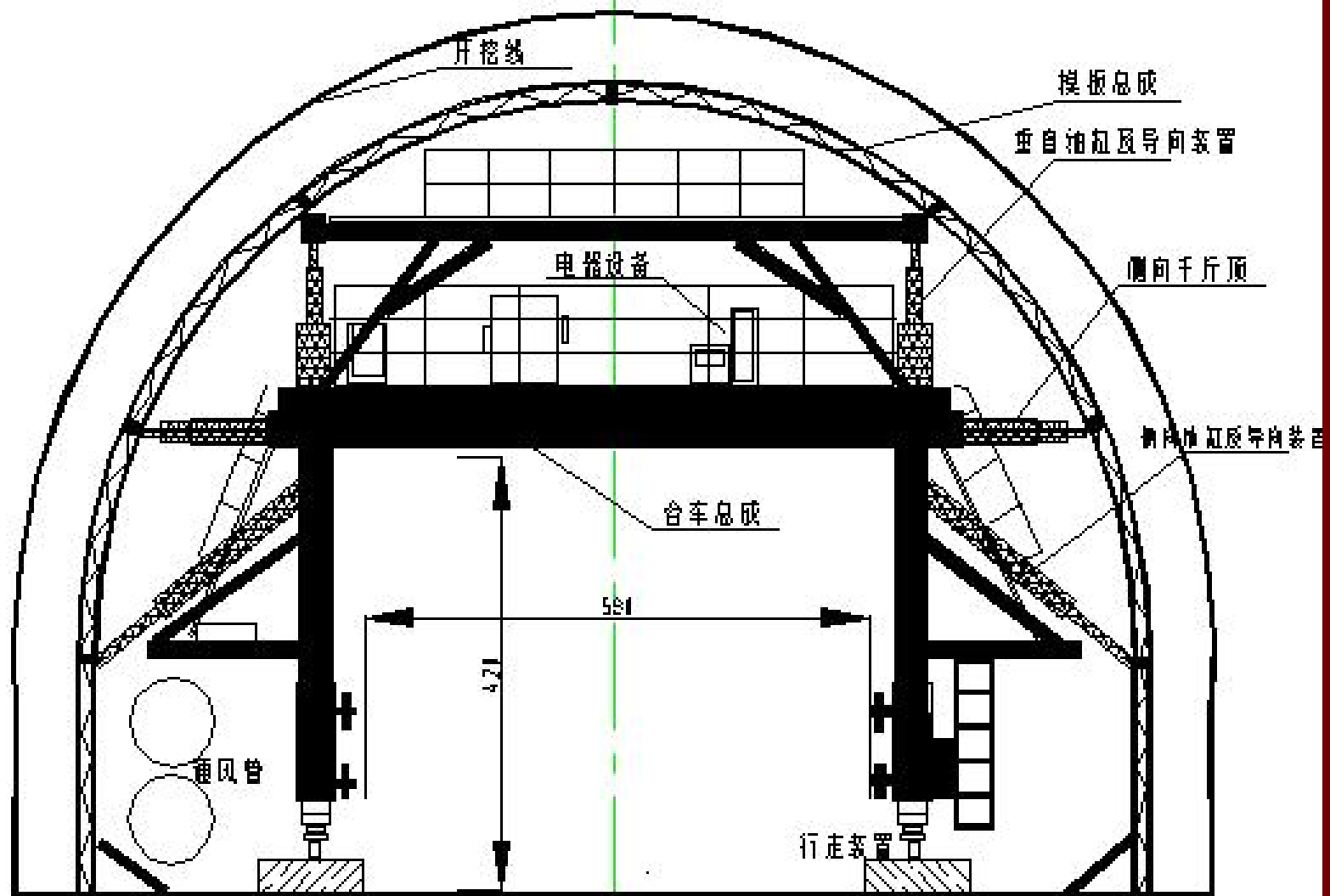
In China,

we do second lining (cast in situ) after primary support for almost all tunnels.

- type: plain concrete or reinforced concrete**
- method: by lining formwork**
- costs: cost for lining formwork in China is different from project to project due to various diameter. The cost for a lining formwork is from 300 000 to 1000 000 RMB Yuan in China.**
- progress: pouring for a 9m long section needs 10-15 hours, then dismantle the formwork when the concrete strength is bigger than 2.5MPa, clear the formwork and restart.**

For a section of 9m, the whole circle needs 48-72 hours.

- usually, we do the lining and excavation with a certain distance apart at the same time.**



2-10 大模板衬砌台车

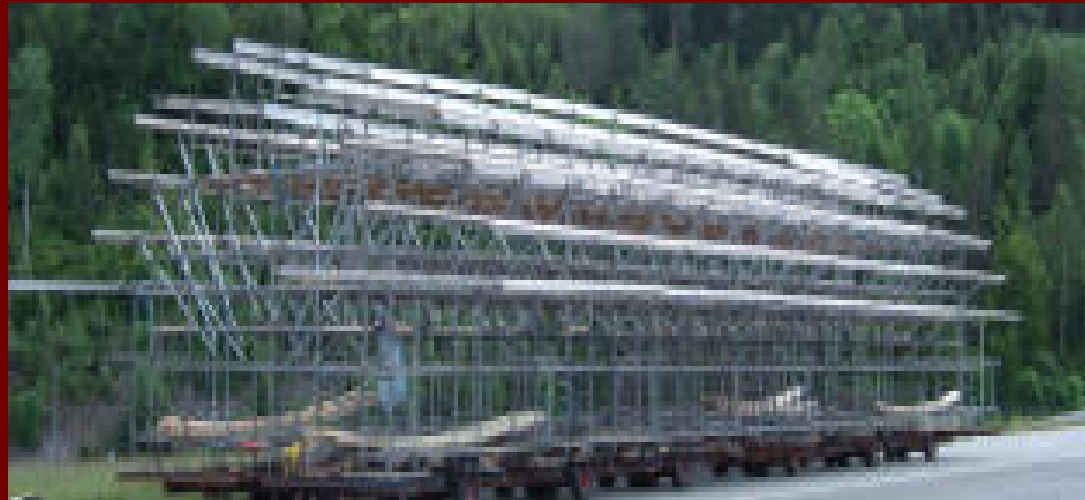
The attachment is a sketch map of lining formwork.



The attachment is a formwork for lining which was at the portal and is used for a 3 lane undersea tunnel in Xiamen(6km long, two tubes and 3 lanes for each tube).



Tyskland



FOU prosjekt 2001 - OFU

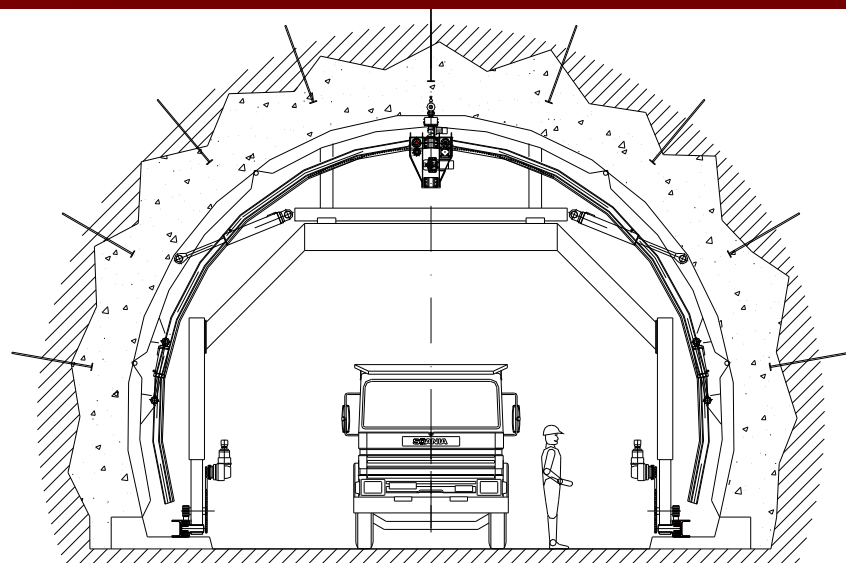
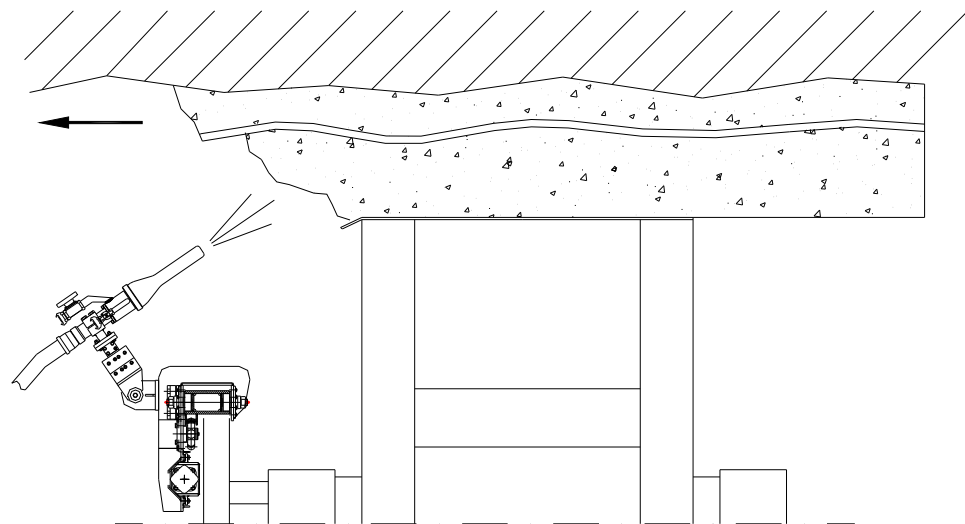














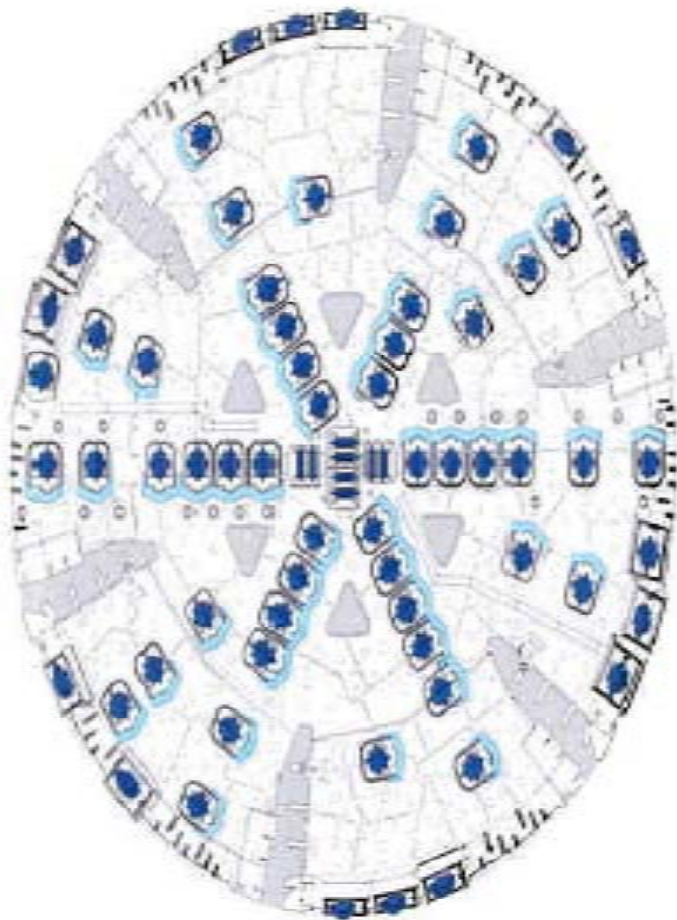
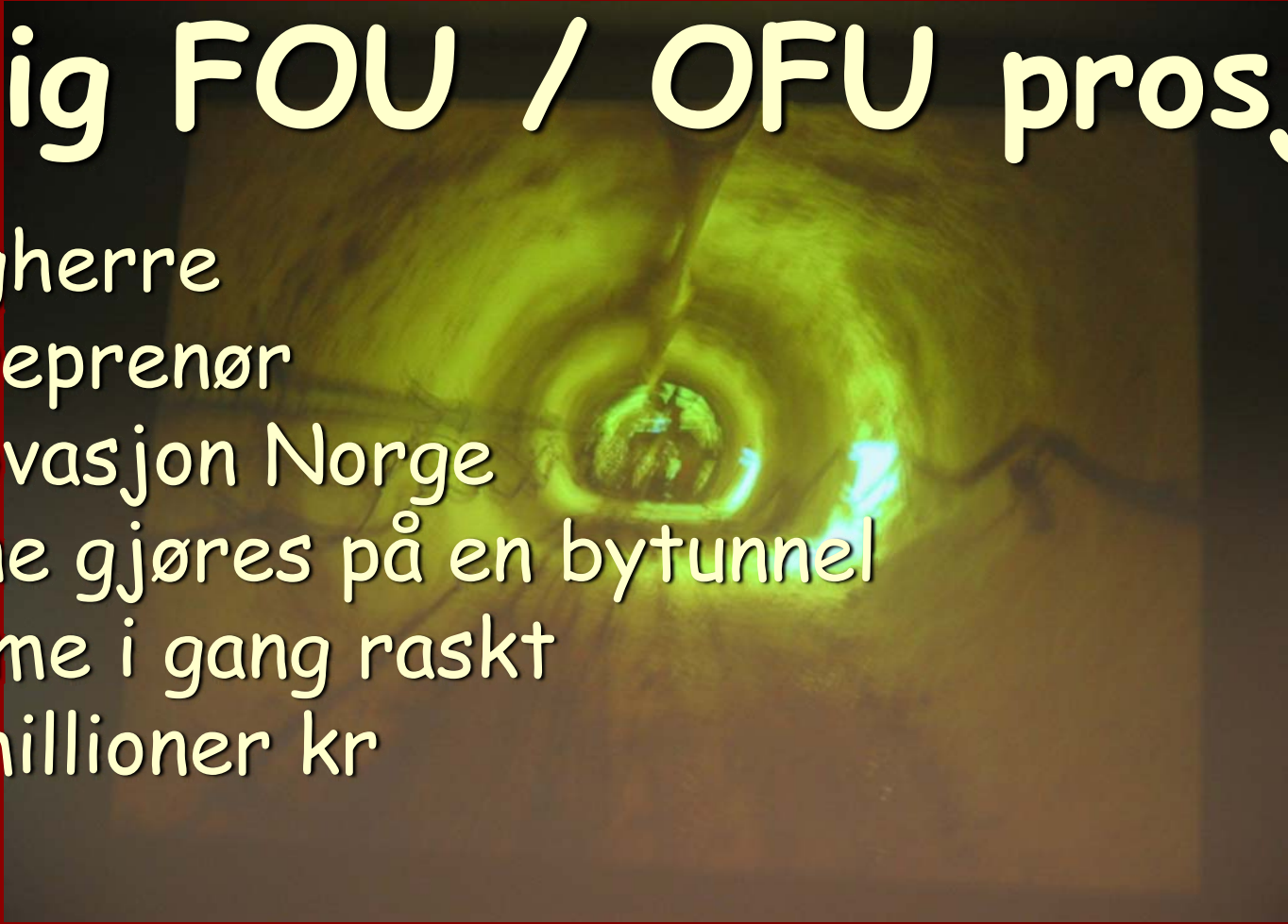


Figure 3: Cutterhead front view.

Figure 4: Photo of cutterhead at factory.

Mulig FOU / OFU prosjekt

- Byggherre
- Entreprenør
- Innovasjon Norge
- Kunne gjøres på en bytunnel
- Komme i gang raskt
- 20 millioner kr



FRAMTID

- Bruk av utstøping vil øke
 - By tunneler
 - Høytrafikkerte tunneler
 - Spesielle geologiske problem
 - Spesielle krav innen bruk
- Lengden av utstøping vil øke
- Kravet til kontur vil skjerpes
- Metodene for utstøping vil endres
- Glidestøp med jevn framdrift
- Ferdiggjøring av tunneler parallelt med framdrift

A photograph of a surgical site, likely a laparoscopic procedure, showing a bright green light source illuminating the internal organs. The text "Takk for meg!" is overlaid in a white, cursive font.

Takk for meg!