Tunneler/Prosjektering og bygging/TBM

Fra Lærebøker i jernbaneteknikk

Innhold

- 1 Hensikt og omfang
- 2 Generelt
- 3 Profil
- 4 Forundersøkelser
- 5 Tunneldrift
  - 5.1 TBM type og spesifikasion
    - 5.1.1 Generelt
    - 5.1.2 Åpen TBM
    - 5.1.3 Lukket TBM
  - 5.2 Måleprogram og registreringer
- 6 Stabilitetssikring
  - 6.1 Generelt
  - 6.2 Stålbuer
  - 6.3 Betongsegmenter
  - 6.4 Dokumentasjon

1 Hensikt og omfang

Kapitlet beskriver krav til drivning med Tunnelbormaskin (TBM), der de avviker fra de generelle krav beskrevet i kapitel 4 til 13 under "Tunneler/Prosjektering og bygging"

2 Generelt

Tunnelbormaskiner kan klassifiseres som enten åpne eller lukkede, avhængig av om maskinen er utstyret med et trykkammer til at utligne trykket fra jord/vann foran kutterhodet. En åpen maskin har ikke et trykkammer. Der findes tillige såkaldte "dual mode" maskiner som kan drive i både åpen og lukket tilstand.

Ytterligere finns det skjoldmaskiner, og maskiner uten skjold. Det kreves en maskine med skjold for at sætte op en full, vanntæt foring med prefabrikerte betongsegmenter.

Når det skal velges TBM type, skal det foretages en risikoanalyse som afdækker risici iforhold geologiske forhold, indsivning av grunnvann (eller havvann i tilfelle av en undersjøisk tunnel), konsekvenser herav, samt foranstaltninger til at kontrollere vannindtrængning og eventuelle sætninger, og holde holde det indenfor grenseverdierne.

TBM tunneler skal utføres i overenstemmelse med de følgende internasjonale standarder og guider;

- The British Tunneling Society (BTS)/Institution of Civil Engineers (ICE): Specification for tunnel-ing, 2010.
- The British Tunneling Society (BTS)/Institution of Civil Engineers (ICE): Closed-Face Tunnelling Machines and Ground Stability - A guideline for best practice, 2005
- The International Tunnelling Insurance Group (ITIG): The joint code of practice for risk management of tunnel works, 2006

3 Profil

- Den utvendige diameter av TBM'en eller skjoldet, skal prosjekteres således at "overbreak" minimeres og den nødvendige frigangen som kreves for at utføre konstruksjonen, bliver mindst mulig

4 Forundersøkelser

Ved TBM boring kan det være behov for at undersøke jorden for parametre som normalt ikke brukes ved tunnelsprengning, såsom abrasionstest. For krav til abrasionstest kan det eksempelvis henvises til "ASTM D7625 - 10 Standard Test Method for Laboratory Determination of Abrasiveness of Rock Using the CERCHAR Method"

5 Tunneldrift

5.1 TBM type og spesifikasion

5.1.1 Generelt

Det henvises til BTS seksjon 314-318 for typer og spesifikasjon av TBM. Før der treffes valg av en TBM's egenskaper og spesifikasjoner, skal blannt annet følgende krav overholdes;

- Sikkerhet – TBM'en skal fremstilles så den lever op til alle gjeldene sikkerhetskrav. Design og layout av kontrolstasjon samt øvrige arbejdstasjoner skal sørge for gode ergonomske forhold, godt utsyn og et sikkert arbejdsmiljø.
- Vedlikehold – Det skal være muligt at utføre vedlikehold, herunder utskiftning av tungt materiel som eksempelvis kuttere, elektromotorer, hydrauliske pumper og stempler, på sikker vis.
- Undersøkelsesboring – boring av sonder-, injeksjons- og kjernehuller skal kunne utføres i overenstemmelse med de herskende krav til eksempelvis diameter, lengde og vinkel.
- Stabilitetssikring – TBM'en skal utstyres så stabilitetssikring kan utføres i det omfang det kreves, herunder blannt annet fasiliteter til at uføre bolting og spiling, sprøytebetong, stålbuer, samt injeksjon. Det bør ligeledes overveies hvordan og i hvilket omfang de forskjellige sikringstyper kan utføres i kombinasjon
- Betongsegmenter – Hvis tunnelen fores med prefabrikerte betongsegmenter, skal systemet til opsætning av betongsegmenter være i stand til at samle op og plasere segmenter sikkert og presist. Fasiliteter til at løfte og gripe skal være fremstillet så de kan håndtere de gjeldende laster med en tilstrekkelig sikkerhetsfaktor, uten at skade segment forseglingssystemet.
- Transport og bortskaffelse – overveielser og bestemmelser i forhold til systemet til transport og bortskaffelse av det utgravede materiale skal være i overenstemmelse med type og natur av det materiale som skal bores i.
- TBM operasjonssystem – alle funksjoner til at styre TBM, herunder TBM skjoldet, skal være tilgængelig for TBM operatøren. TBM'en skal være utstyret med et med styresystem som gør det muligt nøjagtigt at avgjøre posisjon og avvikelse fra den planlagte linjeføring.

- Brannbeskyttelse - brannbeskyttelse og brannbekæmpelse skal indrettes og utføres efter relevante standarder, og skal blannt annet omfatte alarmsystemer og systemer til brannslukning

5.1.2 Åpen TBM

Ved valg av åpen TBM er det vigtigt at have klarhet over risiko for vannindtrængning, og have et beredskap planlagt i tilfelle av verst tenkelige innlekkasje

5.1.3 Lukket TBM

Særligt for undersjøiske TBM tunneler kan det være relevant med mulighet for at avstenge TBM skjoldet og parkere maskinen i avlukket modus i tillfelle av grunnbrud og kraftig vanninntrengning. Det findes eksempler på TBM som kan motstå et vanntryk på op til 15 bar, og drive i lukket modus i opp mot 10 bar mottrykk.

For tunneler som drives med lukket TBM helt eller delvist i løsmasser, gjelder desuten;

- Drivning med lukket TBM skal utføres så trykket i borekammeret og stabilitet av stuffen til enhver tid er opretholdt.
- De faktiske grunnforhold skal sammenlignes med de forventede forhold, basert på det utgravede materiale (bare relevant for EPB type TBM).
- Inngrep skal utføres under tryksatte forhold, og det skal sikres at stuffen er stabil, og at ingen innlekkasje forekommer under inngrepet

5.2 Måleprogram og registreringer

Under boring av tunnelen skal alle relevante informasjoner registreres og dokumenteres. Dette gjelder blannt annet informasjon relatert til;

a) TBM og skjold, herunder

- boretryk
- rotasjonshastighet av kutterhoved
- transportbånd og mengde av utgravet materiale

b) Produksjon og geometri, herunder

- fremdriftsrate
- trasé
- nivå
- tversnitt

c) Injeksjon og sikring, herunder

- injeksjonstype og mengde
- sonder- og kjernehuller
- type, posisjon og antal av bolter
- posisjon og antal av stålbuer
- mengde av sprøjbetong,
- opmåling og sjekk av presisjon av plasserte betongsegmenter og foring

6 Stabilitetssikring

6.1 Generelt

Krav til typer av stabilitetssikring som er omhandlet i regelverkets kapitel 9 vil ikke bli gennemgået her

6.2 Stålbuer

Fra en åpen TBM kan stålbuer reises for at opretholde tunnelens form, og om nødvendigt for at skape en øjeblikkelig sikring av den netop blottede tunneloverflate bak kutterhodet.

I planlægging av stålbuer skal følgende takes i betraktning;

- Aksial stress og bøjende moment i stålbuen som følge av lastpåvirkningen fra bergmaterialet
- Lateral stabilitet og understøtning av stålbuen
- Metoden som brukes til at sætte op stålbuen
- Bergmaterialets bæreevne ved foten av stålbuen
- Den tid som den usikrede del av tunnelen kan stå opreist
- Grunnvandssituasjonen og permeabilitet av det materiale der bores i

6.3 Betongsegmenter

Dersom kravene til innlekkasje er strenge, eller grunnforholdene vurdert som uegnede til TBM drivning uten skjold, bør skjoldmaskindrift med vanntett betongforing vurderes. Betongutforingen bygges opp av segmenter som til sammen utgjør en sammenhængende betongring, som typisk er 1,5 – 2 m lang. Betongutforingen har en ytre diameter som er 10 – 15 cm mindre enn boret tunneldiameter. Efter montering av betongringen injiseres dette rommet. Elementene utstyres med gummipakninger og boltes sammen slik at utforingen blir vanntett. For foring med prefabrikerte beongsegmenter gjelder det at;

- Prefabrikerte betongsegmenter skal være designet og utført til at modstå stress og laster som påføres under håndtering, transport og opsætning, samt de permanente laster fra berg og bygg. Det skal bemærkes at disse lasterne kan være mere kritiske end de permanente lasterne
- Betong og armering skal være i overenstemmelse med gjeldende Norske standarder.
- Produksjonsfasiliteter skal være underlagt kavlitetskontrol i overenstemmelse med ISO 9001
- For krav til toleranser og forhold vedrørende produksjon og materialer i forbindelse med fremstlling av betongsegmenter, henvises til BTS seksjon 204 og 213-217
- For betongsegmenter og den utførte foring skal dimensjonstoleranser ikke overstige BTS spesifikasjon, seksjon 328.1, 2 og 3.
- Injeksjonshuller skal være tilstede i alle segmenter, undtagen nøglesegmentet, og skal være minimum 50mm i diameter
- Bruk av fibre segmentbetongen skal være i overenstemmelse med BTS spesifikasjon, seksjon 203.3
- Opsætning av betongsegmenterne skal foretages via et mekanisk system som er bygget til formålet, og det skal ikke avvikes fra den godkjendte procedure

- Smøring av pakninger skal foretakes for at undgå beskadigelse
- Rommet mellom betongforingen og fjellet bak, skal injiseres i overenstemmelse med godkjendt metodebeskrivelse
- Injeksjonstryk skal ikke overstige den godkjendte verdi

6.4 Dokumentasjon

Al utført arbejde ("as built") skal dokumenteres

Hentet fra «http://www.jernbanekompetanse.no/test-w/index.php/Tunneler/Prosjektering_og_bygging/TBM»

- Denne siden ble sist endret 7. jun 2013 kl. 17:34.
- Denne siden er vist 142 ganger.