JERNBANEVERKET
TEKNISK REGELVERK
TUNNELER



RAMBØLL

Til
Jernbaneverket

Dokumenttype
Rapport

Dato
Juni 2013

JERNBANEVERKET
TEKNISK REGELVERK
TUNNELER

RAMBØLL

JERNBANEVERKET
TEKNISK REGELVERK TUNNELER

Revision	**1.0**
Dato	**07-06-2013**
Udarbejdet af	**SWG**
Kontrolleret af	**ALNT**
Godkendt af	**Frode Mo**

Ref. 1130980

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

INDHOLD

1.	**Indledning**	**1**
2.	**Bakgrunn for Tilføjelser under "TBM"**	**1**
3.	**Tilføjelser under "TBM"**	**1**
3.1	Hensikt og omfang	1
3.2	Generelt	1
3.3	Profil	2
3.4	Forundersøkelser	2
3.5	Tunneldrift	2
3.6	Laster	2
3.7	Stabilitetssikring	2
3.8	Vann og frostsikring	2
3.9	Underbygning i tunnel	2
3.10	Sikkerhetstiltak	2
3.11	Kommunikasjonssystemer	2
4.	**Forslag til forbedring av det øvrige tunnel regelverk**	**3**
4.1	Generelt	3
4.2	Sprengningsmetoden	3
4.3	Injeksjon	3
4.4	Frysning av ustabilt berg	3
4.5	TBM	3
4.6	Brann og ventilasjon	3

1. INDLEDNING

Jernbaneverket ønsker en gennemgang av det eksisterende tekniske regelverk for tunneler, med særligt henblik på at udvide regelverket så det også kommer til at omfatte kravene for tunneler som er boret med tunnelbormaskin (TBM). I tillæg er ønsket en tilbakemelding på eksisterende krav i Teknisk regelverk for Tunneler, med forslag til generelle forbedringer

Det eksisterende regelverk er arrangert som en "Wiki" hjemmeside, og de foreslåede tilføjelser og endringer er ført direkte ind i en redigerbar version av hjemmesiden. Hjemmesiden med Rambølls endringer er tilgjengelig her;

http://www.jernbanekompetanse.no/test-w/index.php/Tunneler/Prosjektering_og_bygging/TBM

2. BAKGRUNN FOR TILFØJELSER UNDER "TBM"

For denne leveransen har vi valgt at samle krav til TBM tunnelbygg i et nyt kapitel under "Tunneler/521 Prosjektering og bygging", som er navngivet "14. Drivning med tunnelbormaskin (TBM)"

Det er tanken at dette kapitlet kan inngå i det eksisterende regelverk som et separat kapitel. Alternativt kan tilføjelserne under dette nye kapitlet plasseres i det eksisterende regelverk, under de kapitler og underkapitler der det er mest relevant at plassere dem.

I det eksisterende regelverk er mange krav som er relevante uansett drivemetode, dækket ind. Den helt store forskel på tunnelsprengning og TBM ligger i selve metoden og utførelsen, og ikke så meget i opbygging av jernbane og øvrige aktiviteter som kommer efter tunnelen er utgravet, stabilitetssikret og eventuelt foret.

Det er således i forhold til planlægging og spesifikasjon av TBM samt drivning, sikring og foring med betongelementer, at vi har fokusert på at trække en mengde krav frem.

De internasjonale standarderne vi foreslår at henvise til for at få et fuldstændigt regelverk og veiledning til TBM tunnelbygg, er;

The British Tunneling Society (BTS)/Institution of Civil Engineers (ICE): Specification for tunneling, 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: The joint code of practice for risk management of tunnel works, 2006

I det følgende kapitel gjennomgås tilføjelserne under TBM.

3. TILFØJELSER UNDER "TBM"

3.1 Hensikt og omfang

I dette underkapitlet er blot tilføjet en kort beskrivelse av hensikt og avgrensning av krav til TBM metoden

3.2 Generelt

I dette underkapitlet er gjort en kort introduksjon til de ulike TBM typer, og redegjort for nogle generelle krav og overveielser som skal gøres før det velges type. Tillige er presentert de internasjonale standarder og guider som det bliver referert til i det følgende.

3.3 Profil

I det eksisterende regelverk er redegjort for krav i forhold til profil, samt henvist til profiler og mindste tverrsnitt under "Prosjektering og underbygging", som også viser eksempel på TBM profil. Eneste tilføjelser i dette underkapitlet er krav til minimering av "overbreak" ved TBM boring.

3.4 Forundersøkelser

Krav til forundersøkelser er stort set ens uansett drivemetode. Vi har tilføjet at ved et TBM prosjekt skal det overveies at foretage abrasionstest av bergmaterialet, og henvist til den (os bekendt) eneste standardiserede test som finns (ASTM).

3.5 Tunneldrift

I dette underkapitlet har vi valgt at inkludere en rekke vigtige krav, da det særligt er i forhold til spesifikasjon, og herunder TBM type, fasiliteter, utstyr, sikkerhet, arbejdsgang osv, at TBM metoden avviker fra tunnelsprengning.

Det er desuten tanken at kapitlet skal fungere som en guide til hvilke forhold og overveielser der skal eller bør gøres, hvis et prosjekt planlægges utført med TBM. Der er således også medtaget en mengde informasjon til generel oplysning for den leser som ikke så bekendt med TBM metoden.

Under "5.2 måleprogram og registreringer" er inkludert en række punkter som hovedsaklig er relatert til bormaskinen og boreprosessen.

3.6 Laster

For dette emnet har vi tilføjet en bemærkning om, at for den prefabrikerte betongforing, kan de midlertidige laster (fra eksempelvis transport og håndtering) være mere kritiske end de permanente laster.

3.7 Stabilitetssikring

I det eksisterende regelverk er dette emne dækket med hensyn til NTM (Norsk Tunnel Metode), og kun på de punkterne hvor TBM metoden avviker er der gjort tilføjelser. Det gjelder særligt stålbuer, som er en forholdsvis vanlig sikringsmetode når åpen TBM drives i svakt fjell, samt full foring av tunnelen med betongsegmenter. Betongsegmenter kan både fungere som sikring av lokale strekninger med svakt fjell, og som permanent vannsikrende og holdbar foring i hele tunnelens lengde (kan sammenlignes med full utstøping av en sprengt tunnel).

Endeligt er medtaket krav til dokumentasjon av "as-built"

3.8 Vann og frostsikring

Vann og frostsikring er dækket i det eksisterende regelverk. Dog anbefaler vi at der i forhold til sprøytbar membran henvises til "ITAtech design guidance for spray applied waterproofing membranes, 2013"

3.9 Underbygning i tunnel

Ingen tilføjelser til dette underkapitlet

3.10 Sikkerhetstiltak

Ingen tilføjelser til dette underkapitlet

3.11 Kommunikasjonssystemer

Ingen tilføjelser til dette underkapitlet

4. FORSLAG TIL FORBEDRING AV DET ØVRIGE TUNNEL REGELVERK

4.1 Generelt

Det synes generelt at filosofien i tunnelregelverket er, at ta ut utvalgte punkter og krav som er vurdert at være sentrale for den gjeldende prosess. For øvrige punkter, krav, informasjon og retningslinjer er det henvist til andre relevante dokumenter og gjeldende standarder. Denne filosofien fungerer på sin vis ganske fint, og vi har forsøkt at følge den med tilføjelserne under TBM. Men det samlede tunnelregelverket kan forekomme lidt mangelfuld hvis man ser på det som et fyldestgørende dokument der skal omfatte alle spesifikke nasjonale (og/eller inter-nasjonale der det er relevant) krav til tunnelbygg. At opdatere eller omskrive regelverket til at omfatte alle disse emner og krav vil være et svært tidskrævende job, og vil nok kreve en innsats fra en struktureret organisasjon som er sat sammen til formålet. Ikke desto mindre anbefaler vi Jernbaneverket at gjennomføre en sådan omskrivning på sikt.

Det følgende er ikke en udtømmende gjennomgang av det eksisterende regelverk, men enkelte punkter, der vi ser en mulighet for at gøre regelverket litt mere komplett i dets nuværende form.

4.2 Sprengningsmetoden

Det finns i regelverket ingen krav iforbindelse med sprengningsmetoden, herunder godkjendte materialer og prosedyrer ved sprengning. Her kunne det med fordel plukkes nogle sentrale punkter ut som giver et hurtigt overblik over denne metoden. Eksempelvis krav til borerig, boring av sprengningshuller (diameter, heldning, avvik) og hulmønster. Under "jernbanekompetanser" kunne det også overveies at utvide kapitlet om konvensjonel drivning til at omfatte litt flere detaljer om den typiske arbejdsgang for sprengning og de sprengningstyper.

Mulige henvisninger inkluderer "NFF håndbok Skytebas" for generelt regelverk for sprengningsarbeider og eventuellt "SVV teknologi rapport 2538", hvor der fins informasjon om sprengningsoplegg, og yterligere henvisning til anbefalinger fra NTNU/SINTEF.

4.3 Injeksjon

Krav til injeksjon synes litt forbigått i regelverket. Med tanke at det også skal gjelde for TBM kan man utvide dette kapitlet litt til at omfatte retningslinjer og krav, herunder at der skal tages stilling til – evt kan tages punkter fra kapitel 4 i jernbanekompetanser

Eksempelvis kunne "SVV publikasjon 104 berginjeksjon i praksis" være en relevant henvisning angående retningslinjer for injeksjon. Den gjelder i lang utstrekning også for TBM, men for mere sesifikke krav til injeksjon for TBM kan henvises til BTS da denne dækker båte injeksjon av berg og injeksjon bak prefabrikert betongforing (seksjon 214 og 323 i BTS)

4.4 Frysning av ustabilt berg

Frysning av ustabilt berg forekommer sjældent, men er dog kjennt fra prosjekter i Norge og det øvrige Skandinavien (eksempelvis Oslo tunnelen og Hallandsåsen), og synes at blive mere og mere almindelig som metode til stabilisering av undergrunnen. Det kunne overveies at nævne metoden i regelverket. For kravsepsifikasjon kan henvises til BTS, seksjon 403.

4.5 TBM

Det finns så mange ulike typer av TBM, og kombinasjonsmuligheter mellom de forskjellige typerne, at det kan overveies at inkludere litt mere generel informasjon på dette punkt, eventuelt på hjemmesiden "Jernbanekompetanser.no"

4.6 Brann og ventilasjon

Det er i regelverket presentert en brannintensitetskurve der skal legges til grunn ved dimensjonering av brannscenario for persontogmateriell, men det bemærkes at der mangler en tilsvarende for godstog.