© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

UNDERMARKSARBETE I DANMARK – LÄGESRAPPORT OCH FRAMTIDA PROJEKT

Ulrik Liberoth, EMCON A/S

Lägesrapport

Färdigställda projekt

Under de senaste två åren har tre stora tunnelprojekt färdigställts och öppnats för trafik.

Det första projektet är en järnvägstunnel under östra farleden i Stora Bält, som är en ca 8 km lång borrad och inklädd (lined) järnvägstunnel för dubbelspår fördelad i två tunnelrör, båda med en diameter på ca 8 m. Tunneln förbinder Själland med Sprogö. Norra och södra tunnelrören är ihopkopplade med tvärtunnlar med ca 250 m mellanrum. Den djupaste punkten är 75 m under Stora Bälts yta.

Östtunneln är den första borrade och inklädda tunneln i Danmark och den har utförts dels i moränlera och dels i mjukt kalkberg (mergel).

Borrningen utfördes med 4 st "full face" TBM. Två startade från Halsskovsidan och två från Sprogösidan.

Borrningen i de glaciala lagren, som snabbt växlade mellan hård och mjuk lera, sten och permeabla sandförekomster, var mycket problemfylld.

Erfarenheterna ute i världen beträffande borrning i moränlera (soft soil) var begränsade och det fanns inte mycket hjälp att få under den svåra tiden under borrningens första år. Projektet blev, under perioden då borrningen pågick i moränlera, drabbat av såväl översvämning i båda tunnelrören mot Sprogö som allvarliga haverier av borrmaskinerna mot Halsskovsidan, vilket medförde avsevärda förseningar.

Borrningen av huvudtunnlarna i kalkberget och färdigställandet av de 32 tvärtunnlarna samt alla järnvägsinstallationer genomfördes utan några större tekniska problem. Dock försenades projektet ytterligare av en brand i norra tunnelrörets ena TBM mindre än 100 m från sammankopplingen.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Status den 1 februari 1999

Järnvägstunneln öppnades för trafik den 1 juni 1997 och har fungerat som avsetts. Tunneln har revolutionerat trafikmönstret mellan Öst- och Västdanmark.

Efter ca 1 års drifttid har inga ytterligare skador i tunnelkonstruktionen kunnat konstateras som hänger samman med de utförandeproblem man upplevde. Dessa problem är nu lagda till handlingarna hos konsulter och entreprenörer som erfarenhetsåterföring för kommande projekt.

Bild 1. Stora Bälts tunnel vid DSB:s provkörningar våren 1997.

Det andra projektet är en järnvägstunnel under Sydhavnsgade i Köpenhamn. En 1600 m lång platsgjuten betongtunnel med dubbelspår för järnvägsförbindelse från Köpenhamns Centralstation till Kastrup Lufthamn och den fasta förbindelsen till Sverige över Öresund.

Tunneln som går från "Sydhavn station" till Kalvbodløbet" är 22 m bred och ca 7 m hög. Rälsen ligger på 10 meters djup under Sydhavnsgade. På sträckan har det grävts ut 250.000 m^3 jord och kalkberg.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

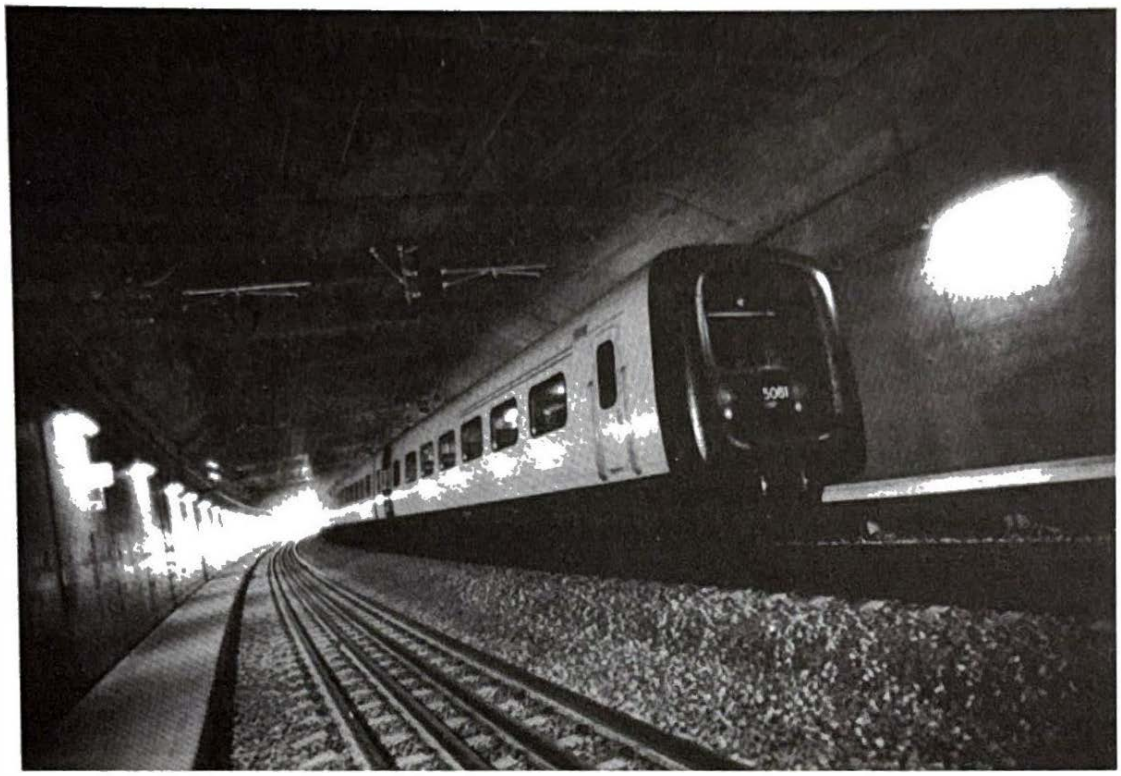

Bild 2. Järnvägstunnel under Sydhavnsgade efter invigningen i september 1998.

Det tredje projektet är en kombinerad väg- och järnvägstunnel i Tårnby, 680 m lång, för motorväg och järnväg till Kastrups Lufthamn och Öresundsförbindelsen.

Tunnelkonstruktionen är utförd som slagarmerade järnbetongramar och det har förbrukats ca 60.000 m^3 betong och ca 135.000 m^3 grusfyllning. Undermarksförhållandena för bygge är bra i Tårnberg. Alla konstruktioner är grundlagda direkt på kalkberg, moranlera eller sand med bra bärförmåga.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Bild 3. Tåmby, övertäckningen omedelbart innan öppnandet av motorvägen i september 1997.

Projekt under utförande

Tunnel under Drogdenfarleden i Öresund är en sänktunnel mellan den konstgjorda halvön på danska sidan och den konstgjorda ön, "Pepparholm" mitt i Öresund.

Tunneln består av 20 element på ca 176 m vardera. Total längd för sänktunneln inklusive de tillhörande portalbyggnaderna är ca 4050 m.

Tunneln rymmer fyra "rör" och ett mittgalleri. Två rör används för biltrafik och två rör för järnvägstrafik. Mittgalleriet mellan motorvägsrören används för kabel- och rördragning samt kan fungera som utrymningsväg.

Nyckeltal

- Antal element — 20 (160 segment totalt)
- Egenvikt element — 55 000 ton
- Dimension element — längd 176 m, bredd 40 m, höjd 8,5 m

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

- Produktionstid per element ca 7 veckor (5 – 7 dygn per segment)
- Antal produktionslinjer 2
- Betongmängder totalt
  - Element 450 000 m^3
  - Ballast 50 000 m^3
  - Ramp- och portalbyggnader 200 000 m^3
- Förhindring mot upplyft
  - Egenvikt och ballastbetong i tunnel och för portalbyggnader
  - Ankarstag för rampkonstruktioner

Status den 1 februari 1999

Alla element är producerade och placerade i slutlig position.

Betongarbetena är till 99% slutförda på halvön. På ön kommer betongarbetena att vara klara inom några månader.

Det egentliga installationsarbetet har just påbörjats. För tillfället görs förberedande arbeten t ex placering av kabelstegar. I tunneldelen pågår arbetet med att färdigställa fogar, applicera brandskyddsmaterial och platsgjutning av motorvägsbarriärer.

Tunneln beräknas öppnas för trafik sommaren år 2000.

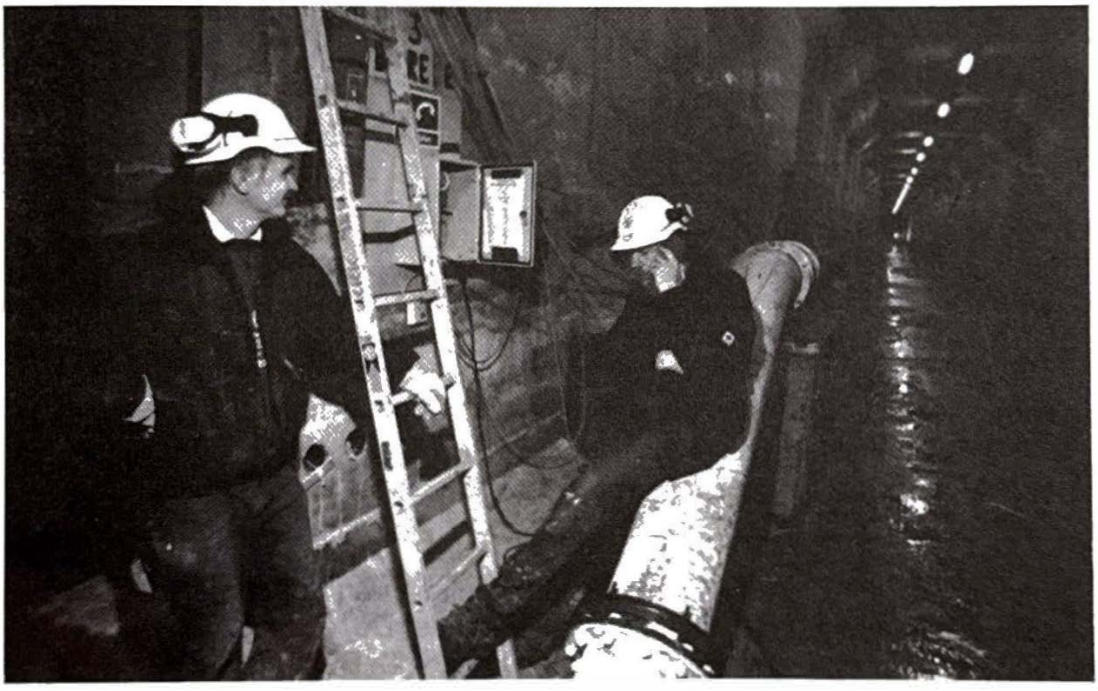

Bild 4. Tunnelelement till Öresundsförbindelsen på plats i Öresund och görs klar för installation.

© 1999 Svenska Bergteknikföreningen och författare

Framtida projekt

Femer Bält – förbindelsen

Av det dansk–svenska regeringsavtalet från mars 1991 om Öresundsförbindelsen framgår det av artikel 21, att Danmark har tillkännagivit att man är beredd att arbeta för "att en fast förbindelse över Femer Bält genomförs under förutsättning att hänsynen till miljö och ekonomi kan tillgodoses".

Mot denna bakgrund avtalade de tyska och danska trafikministrarna 1992, att undersökningar för en fast förbindelse över Femer Bält skulle igångsättas. Man var överens om att undersökningarna skulle omfatta trafikprognoser, olika tekniska anläggningslösningar, anläggnings- och driftsekonomi samt miljömässiga förhållanden.

Undersökningarna organiseras på så sätt, att kust till kust undersökningarna utförs i ett dansk – tysk samarbete, under det att landundersökningarna i Danmark och Tyskland tas hand om av respektive länder.

Enligt upphandlingsprocedur igångsattes det år 1995 prognosundersökningar samt geologiska, tekniska och miljömässiga undersökningar av kust till kustdelen. I första omgången undersöktes sju olika tekniska lösningsmodeller. Resultaten av första fasen blev kända i augusti 1996. Mot denna bakgrund fattades det beslut att arbeta vidare med följande fem lösningsmodeller:

Borrad tunnel för järnväg, med eller utan biltåg
Sänktunnel för järnväg, med eller utan biltåg
Bro för väg och järnväg.
Borrad tunnel för väg och järnväg.
Sänktunnel för väg och järnväg

De tekniska och miljömässiga undersökningarna förväntas avslutade 1998. Dessutom kommer det att igångsättas socioekonomiska undersökningar, samt undersökningar av konsekvenserna av fortsatt färjtrafik.

Järnväg Köpenhamn - Ringsted

Ökning av kapaciteten på järnvägsförbindelsen från Köpenhamns Centralstation till Ringsted projekteras för närvarande. De olika förslagen till lösning omfattar bl.a. en tunnel, ca 12 km lång, från Centralstationen i Köpenhamn till Glostrup.

Hamntunnel i Köpenhamn

För att förbättra Köpenhamns miljö planeras en tunnel under Köpenhamns hamn. Tunneln skall leda biltrafiken från Köpenhamns norra förorter till Amager med förbindelse till Sverige och söder ut.