



Trykksetting av gravefronten ved tunnelering i Oslo

Side 12

Nordvand går i dybden på Ermelunden

Side 29

Trykksetting av gravefronten ved tunnelering i Oslo

Norske ingeniørbragder før og nå

Av Johan Bye, historisk utvalg, Oslo kommune, vann og avløpsetaten, og Sigurd Grande, avdelingsdirektør, Oslo kommune, vann og avløpsetaten

I Oslo bygges prosjektet Midgardsormen, som for tiden er det største VA-prosjektet i Norge. Midgardsormen er et større avskjærende i avløpssystemet i sentrale deler av Oslo og Bjørvika, og skal modernisere et gammelt avløpssystem og betjene en helt ny bydel som utvikles i Bjørvika. Samtidig skal prosjektet Midgardsormen innfri Oslo by sin store Fjordbyplan, som krever god vannkvalitet også i indre havnebasseng.

I prosjektet Midgardsormen bygges det store kulverter på opp til 2,4 m. i diameter, 10 til 15 meter under terrengoverflaten. Det benyttes for det meste mikrotunnelering.

I Oslo sentrum er mye av bebyggelsen fundamentert på dårlig byggegrunn, blant annet leire, og ved tunnelbygging i sentrum kan en risikere, at grunnvannet tappes ut, massene synker, og bebyggelsen over får setningskader. Blant annet erfarte man store setningskader på bygninger da man bygde tunnel for Holmekollbanen fram til Nasjonalteateret tidlig på 1900-tallet, hvor uttappingen av vann forårsaket store setninger og ødeleggelser på bebyggelse også langt fra trasen.

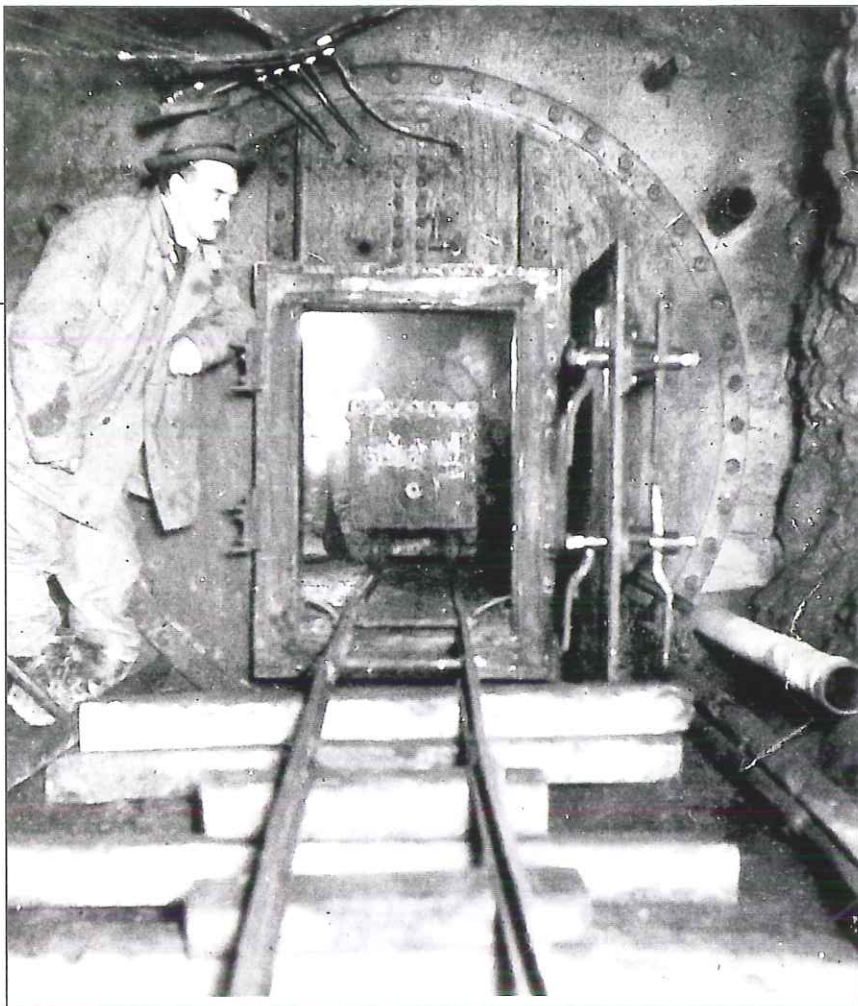
Da Oslo kommune ved vann og avløpsetaten valgte entreprenør Olimb med Østegaard som underentreprenør til første etappe av Midgardsormen, fikk vi innsikt i deres metode for å hindre grunnvannsinntrengning gjennom trykksetting av gravefronten ved bruk av et slusesystem. Vi ble imponert, dette var ikke en utprøvet metode for å bygge vann- og avløpstunneler i Oslo. Trodde vi.

I Oslo vann- og avløpsetat har vi et aktivt miljø, som jobber med etatens historie, og vi i Midgardsormenprosjektet ble gjort oppmerksom på, at trykksatt gravefront er en metode, som våre forgjengere i Oslo tok i bruk så tidlig som i 1923. Og dette pionerprosjektet vil vi gjerne gjenoppfriske kunnskapen om her i NoDig info.

I Oslo hadde byutviklingen på begynnelsen av 1900-tallet medført et stort problem med kloakkforurensning av byvassdrag og fjordbassenget. I 1920 ble en ny kloakkplan vedtatt, planen gikk ut på å samle deler av byens kloakker og føre utslippet et stykke ut i Oslofjorden. Planen innbefattet bygging av flere store tunneler med kulverter i Oslo sentrum, herunder en parsell, som ble kalt Vestre arm.

Vestre arm ble påbegynt med tunnel under Wessels plass i desember 1922. I løpet av våren 1923 var sjakten etablert, og tunnelen drevet





frem ca. 50 meter. Fjellet bestod av alunskifer, som var sterkt vannførende. Vannsiget økte til slutt til henimot 10 m³ pr. dag.

Ut fra tidligere erfaringene fant man det betenkelig å fortsette med ytterligere pumping av vann, som kunne forårsake setninger i kvartalet mellom Akers gaten og Nedre Voll gate hvor flere av eiendommene kun delvis var fundamentert til fjell. Det ble derfor besluttet, at man skulle drive tunnelen videre frem under overtrykk for å presse det inntrengende vann tilbake.

Den følgende beskrivelsen av, hvordan våre forgjengere gikk fram, er hentet fra boken: Store Norske ingeniørbragder, skrevet av Georg Brochmann og utgitt på Gyldendahl i 1926:

På Wessels plass reiste man så det skur som vakte slik opsikt blant publikum, og her installerte man kompressorer og annet anleggsmaskineri. Dessuten var der plass til et spiserum for arbeiderne. I maskinrummet blev der installert to elektromotorer, en på 30 og en på 60 hk., og drevet av disse, høitrykkskompressorer til drift av trykkluftborr, og lavtrykkskompressorer til å holde tunnelen under trykk natt og dag. Da det var meget viktig, at der ikke her inntraff driftsforstyrrelser, hadde man en reserve lavtrykkskompressor, og innrettet sig dess-

uten slik, at en hvilken som helst av motorene kunde drive hvilken som helst av kompressorene. Slusekammeret blev så gjort ferdig på Vulkans mekaniske Verksted i Oslo. Det bestod av en stålcylinder med 8 mm. platetykkelse, 4,8 meter lang og 1,85 m. innvendig diameter. Den var delt op i tre seksjoner, boltet sammen ved flensker med mellemliggende pakning. Endeveggene var bueformet og festet på med bolter og muttere, så de kunde tas av. I hver av endeveggene var der en dør 0,60 x 0,90 meter, hvor der var anbragt en cirkelformet tykk glasrute av 10 cm. diameter. Hele slusen blev senket ned på plass og støpt godt fast med betong, så den lå absolutt tett og godt. For at arbeiderne kunde få sitte ned, mens de ventet på trykkforandringen inne i slusekammeret, var der anbragt to benker. Det tok i regelen 15 til 20 minutter å gå over fra normalt lufttrykk til det, som hersket i tunnelen, og omvendt. Hvis en arbeider vilde forsøke å åpne døren til tunnelen med det samme, han var kommet ned i slusekammeret, vilde han være nokså forhindret, for overtrykket gjorde, at der hvilte et trykk av fem tonn på døren, som selvfølgelig var hengslet på en slik måte, at lufttrykket i tunnelen klemte den igjen.

Inn i tunnelen førtes en hel masse ledninger av forskjellig slags: Trykkluftsledninger til luftbørrerne, elektriske lysledninger og telefonledninger. Der var gjort alt for å sikre arbeiderne mot ulykkestilfeller. På mange steder i tunnelen var der telefoner med direkte forbindelse til maskinhuset, likeledes i slusen. Like utenfor glasruten i døren var det et manometer – trykkmåler – så at man fra kammeret kunde iaktta, hvorledes trykket var utenfor og innenfor. Alle arbeidere og ingeniører, som hadde noe å gjøre nedi trykkluftstunnelen, blev undersøkt av to læger, før de fikk lov å gå inn i slusen. En læge undersøkte først hjerte og nyrer, og dem, han godkjente, blev sendt til en ørespesialist. Det viste sig, at den siste kasserte flere arbeidere på grunn av, at de hadde hatt eller hadde fremdeles ørelidelser, som vilde bli farlige i det sterke overtrykk.

>>

Tunnelering under tryk, Odense. Se yderligere i NoDig info 3/2009.

Th. Midgardsormen begynner å røre på sig, Oslo. Se yderligere i NoDig info 3/2010



Da samtlige maskiner var prøvekjørt og alle apparater kontrollert på det omhyggeligste, blev anlegget tatt i bruk.

Overingeniør Hartvig og en av hans ingeniører gikk ned i slusen, mens arbeiderne stod i flokk omkring og så på, takknemlige over at de slapp å være forsøksobjekter. Da ingeniørene hadde lukket døren etter sig, gav de i telefonen ordre om å sette lavtrykkskompressoren i gang. Gjennom ruten i slusedøren kunde de følge viseren på manometret. Eiendommelig måtte det være å iaktta, hvordan vannpyttene på gulvet i tunnelen blev mindre og mindre, mens vanddryppet fra vegger og tak ophørte.

Da manometret utenfor slusen viste 7 kg. overtrykk inne i tunnelen, gikk ingeniørene inn i den. De var selvfølgelig spente på, hvordan "vannkilden", som hadde vært medvirkende til hele dette store og kostbare anlegg, tok det. Den var like ved krysset mellom Akersgaten og Prinsensgate, og da den blev slått hull på, hadde den sendt en sterk vannstråle rett ut i luften.

Nu var den temmet. Den gav en dråpe vann hvert annet sekund, det var det hele. Men, tenkte byggelederen, siden vi først har midler til å stoppe den, så kan vi også gjøre det helt. Han telefonerte derfor op og gav ordre til å øke trykket til 0,8 kg./cm. Da kilden fikk den bekomst "forstummet" den helt, og kompressoren blev nu innstillet på 0,8 atmosfærers trykk, som blev bibeholdt hele tiden under anlegget. Tunnelarbeidet kunde nu fortsette som før. Der anvendtes maskinboring med trykkluft, avfyringen av sprengladningene foregikk ved elektrisk tending, røkgassene blev sluppet ut. Spøitning, isolering og påstøpning gikk fullstendig rutinemessig. Betongen blev blannet ute i fri luft, fylt i særskilt konstruerte vagger, og blev transportert på skinner ned gjennom slusen og inn i tunnelen.

Det høie lufttrykk i tunnelen viste sig dog å ha sin virkning på arbeiderne, de blev hurtig trettede, og man innrettet sig derfor med skift på tre timer, idet to skift avløste hinannen. I ma-



skinhuset gikk kompressorene natt og dag, tre maskinister avløste hinannen med otte timers vakter døgnet rundt. Først da fugningen av klinerskiftet var utført og arbeidet dermed avsluttet, blev trykkluften avslått, og slusedørene åpnet. Det viste sig da, at tunnelen var tett, og ikke det alene, men det vanskelige arbeide var utført uten et eneste uhell.

Tunnelen er 145 meter lang, og 102 meter er utført under trykkluft. Under arbeidet var man selvfølgelig meget spent på, om de foranstaltninger, som blev gjort, virkelig svarte til sin hensikt, og ingeniørene målte de bygninger, som lå i "farezonen" en eller to ganger i uken med nivellerkikkert, uten at man kunde konstatere den ringeste synkning. Målet var med andre ord nådd.

Arbeidet med synken blev påbegynt den 7. september 1922, og den 5. juli 1924 blev den siste sluttsten innmuret i den ferdige tunnel. Tunnelanlegget, som var det første i sitt slags i Norge, muligens også i Skandinavien, vakte almindelig interesse i ingeniørkretser. Som rimelig kan være blev anlegget besøkt av studenter fra Norges tekniske Høiskole, av Vassdragsingeniørenes Forening og mange lignende korporasjoner og interesserte enkeltmenn. Innenfor slusen slapp de dog ikke, da der var "adgang forbudt" uten behørig lægeattest.



Tunnelen er fortsatt i drift i dag.

Og neste gang vi har en komplisert teknisk utfordring, starter vi planleggingen med å lese i etatens historiebok. ■