

BOREKERNEN

Første spadestik
til Cityringen
- side 2



Samarbejde er
sagen
- side 2

Blandt moskus-
okser og metaller
- side 5

At redde skred
- side 6

Til bunds i
Caribien
- side 8

Samarbejde er sagen



Som du kan læse om på disse sider af Borekernen, er GEO gået sammen med entreprenørfirmaet Per Aarsleff A/S om at løse en meget stor opgave i forbindelse med etableringen af den nye Cityring i København. Ikke mindre end 350 borer i det centrale København med efterfølgende laboratorieforsøg og rapportering. Alt sammen afviklet på kun et år.

Det er en opgave af et omfang, som ingen af parterne kunne have påtaget sig alene uden at skubbe alt andet til side. En dårlig løsning for GEO, Per Aarsleff A/S og deres øvrige kunder. Det var derfor, vi lavede det nye partnerskab. Formaliseret som et joint venture GEO-Aarsleff JV. Man kan se mere om boringerne for Cityringen og om GEO-Aarsleff JV på hjemmesiden www.geo-aarsleff.dk.

I det hele taget er der meget af GEOs arbejde, der bygger på et løbende samarbejde med både kunder og konkurrenter. Det gælder i byggeri og anlæg, i energisektoren, på grundvandsområdet og hvor vi ellers arbejder.

Vi puljer vores kompetencer med andre specialister. Og det resulterer i, at vi sammen bliver endnu bedre og mere komplette, end vi er hver for sig. Sammen kommer vi til at stå stærkere i både den inden- og udenlandske konkurrence.

Gribende enkelt, men ikke altid ligetil. De gode erfaringer med det nævnte og med andre projekter lader vi dog meget gerne inspirere til nye perspektivrige samarbejder. Bolden er hermed givet op.

Kim Sillemann

Mandag den 13. august tog GEO og Per Aarsleff A/S hul på den første af flere hundrede geotekniske borer i København. Om godt 10 år vil københavnerne også være forbundet af en 15 kilometer lang undergrundsbane med 17 nye stationer.

Forud for den første boring var ikke kun gået flere års politiske forhandlinger. Da de "Geotekniske forundersøgelser for etablering af Cityringen" blev udbudt i EU-licitation, havde GEO sammen med entreprenørvirksomheden Per Aarsleff A/S dannet et joint venture (GEO-Aarsleff JV), der tilbød at udføre de 350 geotekniske borer inden for det første år af den indledende fase.

I begyndelsen af juli 2007 kunne GEOs direktør Kim Sillemann så på vegne af konsortiet underskrive kontrakten sammen med viceadministrerende direktør Anne-Grethe Foss, teknisk direktør Torben Johansen og projektleder Jens Gravgaard fra Ørestadsselskabet, som er bygherre på den nye Cityring.



Kun godt en måned senere gik det praktiske arbejde i gang – som de første synlige tegn på, at Cityringen i København er på vej.

Kerneboringer, hydrologiske borer og miljøboringer

Data fra de forskellige typer af geotekniske borer vil levere en væsentlig del af det videnmæssige grundlag, som projekteringen af tunneller og stationer skal baseres på.

Omkring 200 af de planlagte borer er 'dybe', dvs. at der bores til 35 – 50 meter under terræn – ned i de kalklag, som de to tunnelrør og stationer primært skal placeres i. Københavns undergrund består typisk af et 'historisk' fyldlag, der ligger oven på ler og sand; nederst ligger kalken, der er marine aflejringer og dannet for mange millioner år siden.



destik til Cityringen



GEO-Aarsleff JV skal gennemføre 352 borer i København.

Lagens styrke kan variere

Cityringen vil overvejende blive placeret i kalklagene, fordi disse lag giver relativt gode betingelser for det omfattende arbejde med at bore de to tunnelrør. I kalklagene udfører GEO- Aarsleffs folk blandt andet såkaldte kerneboringer, der giver geologerne kalkcylindre med en diameter på cirka 10 centimeter fra forskellige niveauer i undergrunden, som så efterfølgende kan analyseres.

Andre borer tjener primært hydrologiske formål – de bruges blandt andet til at kortlægge grundvandspejlet i de forskellige områder af København. Geofysiske undersøgelser i borerne og egentlige prøvepumpninger vil vise, hvor meget grundvand der er. Og hvor langt væk effekterne af grundvandssænkning under anlægsarbejdet kan forventes. Herved kan man forebygge skader på ejendomme i byen langs Cityringen.

Endelig udføres der miljøboringer på de lokaliteter, hvor der skal arbejdes fra overfladen. Det gælder ved stationer og nødudgange og ved Cityringens serviceområde på baneterrænet ved Vasbygade. Hvis jorden ved en kommende station eksempelvis er forurenet på grund af en virksomhed, der har ligget der, skal der tages hensyn til det, når jorden skal bortskaffes.

Største i byens historie

Selvom borerne svarer til dem, der blev udført på Metroens første etape, er der alligevel tale om den største samlede geotekniske undersøgelse i Københavns historie. Det gælder både antallet af borer og mængden af borehulsundersøgelser – de såkaldte geofysiske logs.

Der er også tale om et omfattende koordineringsarbejde, når de mange borer skal gennemføres på kun et enkelt år.

Hver enkelt boring bliver håndteret som en selvstændig entreprise, hvor der først skal indhentes oplysninger fra adskillige ledningsejere (el, fjernvarme, gas, telefon, kloak, vand mm.), hvorefter boringsplanerne skal justeres ud fra de indhentede oplysninger.

Dernæst skal borerne afsættes i marken, der skal forgraves for at sikre, at der ikke mod forventning findes ledninger i jorden, boreområdet skal ryddes for biler, ligesom det skal tjekkes, at rummet over boringen er frit mindst 10 meter op, hvilket er boregrejets højde. Når en større afspærring er etableret, kan boreudstyr og andet grej køres ind – og op til en uges borearbejde kan begynde.

Ny viden under jorden

Som entreprenører på det store Cityring-projekt skal GEO-Aarsleff JV





dokumentere den indsamlede og analyserede viden i form af omfattende datarapporter. Det bliver formentlig til et datamateriale på mange tusinde sider, som de projekterende ingeniører kan hente oplysninger i gennem hele den ti år lange projekterings- og anlægsfase.

Fra en geologisk og geoteknisk synsvinkel er der også andre interessante aspekter ved den geotekniske forundersøgelse. Det er særligt den nordlige del af Cityringens linjeføring, som er spændende, fordi undergrunden i dette område er relativt ukendt. Men også arkæologerne forventer at

blive klogere på Københavns historie i forbindelse med anlæg af Cityringen. Arkæologiske udgravninger vil supplere de geotekniske borer og ved Gl. Strand, Rådhuspladsen, Marmorkirken, Nytorv og Nikolai Kirke.

De første tre år går blandt andet med projektering, miljøundersøgelser, offentlige høringer og entreprenørudbud. Herefter vil anlægsarbejdet tage seks til syv år. Til sidst kommer et års tid med test og prøvekørsler, før de første passagerer kan sætte sig i de nye metrotog og tage den 15 kilometer lange tur København og Frederiksberg rundt.

FAKTA OM CITYRINGEN

■ Regeringen, Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune indgik i juni 2007 endelig aftale om at udvide den nuværende Metro med etablering af en Cityring i København. Den skal drives af Ørestadsselskabet, der også har ansvaret for Metroen.

■ Cityringen skal gå i en tunnel under City, brokvartererne og Frederiksberg. Den får 17 underjordiske stationer af samme type, som kendes fra for eksempel Kongens Nytorv. Den eksisterende Metro vil krydse Cityringen og få fælles stationer på Kongens Nytorv og Frederiksberg. På København H, Østerport station og Nørrebro station kan man skifte til S-tog og Regionaltog.

■ Ligesom den eksisterende Metro vil der være hyppige afgangene på Cityringen. Driften vil være uden egentlig køreplan, og den gennemsnitlige rejsehastighed vil inklusive stop være 40 km/t. Det vil tage 24 minutter at køre hele ringen rundt, mens den længste tur tager 14 minutter.

■ Med den ny Cityring bliver København og Frederiksberg en banebetjent by, der er dækket af et finmasket banenet af metro og S-tog. Omkring 85 procent af alle boliger, arbejds- og studiepladser i de tætteste bydele ligger indenfor 600 meters afstand af en Metro eller S-togsstation. Langt de fleste vil have mindre end 10 minutters gang til den nærmeste station.

(Kilde: Metroens hjemmeside – læs mere på www.m.dk)

At arbejde for GEO kan betyde, at kontoret i Lyngby midlertidigt bliver skiftet ud med teltelejr og underskøn natur i Nordøstgrønland. Christian Helweg hjælper et canadisk mineselskab med at forebygge forurening fra en ny mine.

Christian Helweg, GEO, placerer en akustisk Cloppler i en elv i Schuchertdalen.





Blandt moskusokser og metaller

Et nyt mineeventyr kan begynde nord for den nordligste bygd i Grønland.

En ny mineralrus er på vej i Grønland. Det store land rummer enorme naturrigdomme – ikke mindst inden for mineraler og metaller. Molybdæn er et metal, der blandt andet bruges i legeringer til værktøj og som bestanddel i smøremidler. Og nok så interessant: Prisen på molybdæn er steget med en faktor seks de seneste fem år.

Derfor har det canadiske selskab Quadra Mining Inc. startet et omfattende forstudie, der har løbet et par år. Alene fra sommeren 2007 og ét år frem lyder Quadras budget på 83 millioner dollars. Forstudiet skal afgøre om udvinding af molybdæn i Grønland er bæredygtigt – både økonomisk og miljømæssigt. Og det er her, at GEO og Christian Hel-

weg kommer ind i det grønlandske billede: "Jeg har boet i Grønland i tre år og arbejdet med hydrologiske forhold over hele Grønland. Så vi skulle bidrage til en analyse af forureningsrisikoen fra en mine, som Quadra Mining overvejer at anlægge i Schuchertdalen nær Scoresbysund, nord for den nordligste grønlandske bygd på østkysten."

600 m³ i sekundet

Her gennemførte Christian Helweg hydrologiske undersøgelser sammen med ingeniør Dorthe Petersen fra Asiaq, der er den grønlandske parallel til danske vidensinstitutioner som GEUS og DMI. Målet var blandt andet at afgøre, hvor meget vand der løber igennem den rivende og 1½ kilometer brede Schuchertdalen Elv.

I runde tal bliver det til ikke mindre end 600 kubikmeter ved elvens udmunding – i sekundet. Efterfølgende modelleringer skal så fortælle, hvordan vandstrømningen arter sig, ikke kun i løbet af de forskellige årstider, men også på 20-30 års sigt.

"Det er vigtigt at vide for mineselskabet, for det har betydning for fortyndingen af eventuelle forureninger. Det kan blot være, hvis der sker afvaskning fra slagger, og når regnen rammer deponerede metalholdige klippestykker. Her skal man vide, hvor meget og hvor hurtigt metallet bliver fortyndet. Det er vigtigt af hensyn til plante- og dyreliv i floden – og senere også i fjorden."

→

De to ingeniører boede i telt, der meget praktisk er omkranset af bjørnealarm. Om natten sov de med en riffel imellem sig. "Men vi så nu ikke meget til bjørnene. Til gengæld kunne vi nyde den fantastiske natur deroppe – og nu og da et glimt af moskusokse og polarræv," slutter Christian Helweg, der tager tilbage til Nordgrønland i efteråret.

FAKTA

■ Minedrift er et stærkt voksende forretningsområde i Grønland. Råstofdirektoratet oplyser, at der sandsynligvis vil åbne fire nye miner i Grønland de kommende fem år.

■ Ifølge Dagbladet Børsen er det specielt selskaber fra Canada og Australien, der er aktive. I disse lande har man tradition for 'junior-projekter' med geologiske forstudier, som så sælges videre til større virksomheder. Interessen gælder metaller som molybdæn, der er hvidt som sølv og meget hårdt. Metallet reagerer hverken med ilt eller vand (ruster eller korroderer ikke) og udvider sig ikke, når det bliver varmt. Så sent som i 2002 kostede molybdæn 10.000 dollars pr. ton, mens det i dag koster over 65.000; for to år siden var det oppe over 100.000 dollars pr. ton.

■ Alt dette mærker GEO også. Foruden det omtalte projekt i Schuchertdalen er GEO for øjeblikket blandt andet involveret i mineprojekter i Citronen Fjord (se Borekernen, juni 2007) og Nuuk. Det drejer sig typisk om forprojekter, hvor fx den geotekniske eller miljømæssige bæredygtighed af projektet bliver afprøvet.

At redde skred

Usædvanlige vejrforhold giver også nye problemer med jord og vand. De store regnmængder har mange steder ført til ubehagelige jordskred – blandt andet for Banedanmark. Og så rykker GEO ud.

Sidste år fik Banedanmark rapporter om et 'uroligt spor' ved Børkop, der ligger nord for Fredericia. Det viste sig, at der var tale om et meget omfattende jordskred i jernbanedæmningen ved Børkop.

Sporet blev straks lukket, men i løbet af et par døgn var skredet fuldt udviklet med en sætning ved skråningens top på over halvanden meter. GEO blev tilkaldt og indledte undersøgelser. Dæmningen var anlagt på meget fedt plastisk ler, der er skredfarlig. Ifølge GEOs vurderinger var en af årsagerne til, at skredet opstod, forøget vandtryk i dæmningsunderlaget.

Under et meget stort tidspres – togene skal jo frem – designede GEO et forstærkningsprojekt. Projektet omfattede

- regulering af skråningssiderne til et fladere anlæg,

- udlægning af sandfyld ved dæmningsfod (kontrabanket),
- ramning af et antal stabiliserende stålspæle.

Forstærkningsprojektet blev udført ved at arbejde i døgndrift. Eksempelvis var grusgravene i området åbne hele weekenden.

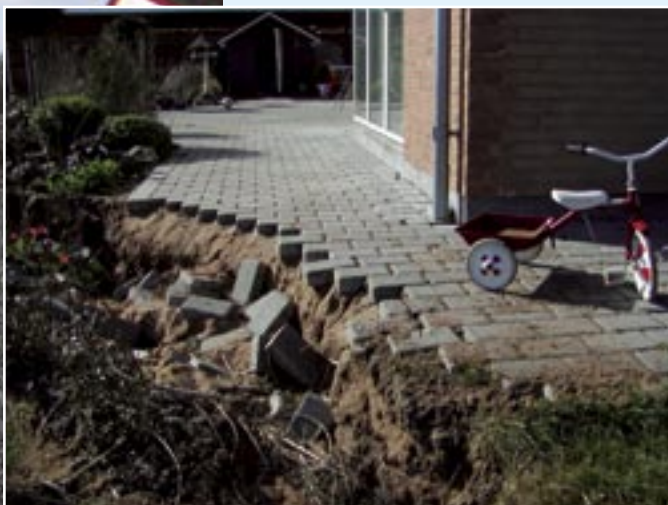
Specialsoftware

Til design af et sådant forstærkningsprojekt anvender GEO specialsoftware som fx GEO-SLOPE eller finite element programmer som fx Plaxis. Beregningerne bygger på en analyse af det opståede skred, men også geoteknikerens erfaring og viden fra geotekniske borer indgår.

For at indbygge den krævede sikkerhed i designet reduceres de fundne styrkeparametre. Herefter udformes forstærkningsprojektet – og tjekkes, så også beregningerne viser, at der opnås tilfredsstillende stabilitet. Ifølge projektleder Torben Thorsen er det snarere



Øget nedbør og jordskred generer både transport og private.



Typisk vil dette betyde, at store områder må drænes til fx 1,5 m under terræn ved at nedgrave drænstrengene som sikrer, at grundvandspejlet ikke kan stige til op over et kritisk niveau. For ligesom forøgede vandtryk virker destabiliserende, virker formindskede vandtryk stabiliserende."

reglen end undtagelsen, at opretning af skrånninger foregår under vanskelige forhold:

"Den geoteknisk undersøgelse må normalt udføres under ganske vanskelige adgangsforhold. Men det er klart, at denne type arbejde for Banedanmark kræver særlig omfattende planlægning. For eksempel skal borearbejde på toppen af en jernbaneskråning udføres under sporspærring og med assistance fra jernbanemateriel. Arbejdet skal ofte udføres om natten for at genere togdriften mindst muligt."

Få parametre styrer

Der er normalt nogle ganske få parametre som igangsætter et jordskred:

1. Forøgede vandtryk fra stigende grundvandspejl eller intensiv nedbør
2. Merbelastning på dæmningens top og sider
3. Afgravning ved dæmningens fod.

I mange sager indgår mindst én af følgende problemjordarter:

- Fedt ler
- Blød bund af fx tørv eller gytje
- Lerfyld.

I meget regnfulde perioder fx vinter 2006-2007 har GEO haft adskillige sager, hvor den udløsende årsag alene kan tilskrives forøgede vandtryk i skrånningen. Vandtrykkene reducerer de stabiliserende forskydningskræfter i jorden og virker derudover drivende.

Problemer viser sig sent

Et helt særligt område, hvor GEO gennem mange år har oparbejdet en unik ekspertise, er stabilitet af naturlige skrånninger i meget fedt plastisk ler, fortæller Torben Thorsen:

"Vi ser af og til planlagte nye byggemodninger fx på Djursland og i Østjylland, hvor det først viser sig sent i byggeprocessen, at et smukt skrånende og kupe-ret terræn byder på ganske betydelige geotekniske og økonomiske udfordringer. I områder med meget fedt plastisk ler liggende nær terræn er sådanne skrånninger ofte kun lige netop stabile."

"Det betyder, at selv små ændringer i form af afgravninger eller påfyldninger kan udløse et skred med skader på bygninger til følge. Det betyder endvidere, at når nyt byggeri opføres på et sådant areal skal terrænet - selv for byggeri som ikke ændrer på skrånningernes stabilitetsforhold - sikres mod skred i henhold til retningslinierne i funderingsnormen.

F A K T A

■ Hvert år er GEO involveret i et betydeligt antal sager hvor der er sket skred i skrånninger (jordskred). Der kan være tale om skred i

- Opbyggede skrånninger som ved fx vej- og jernbanedæmninger
- Afgravede skrånninger som ved eksempelvis vejunderføringer
- Naturlige skrånninger ned til kyststrækninger o.lign.

■ GEO har gennem mange år opbygget en solid viden og erfaring på området og bistår kunderne med at undersøge, vurdere og forstærke skrånninger som har været i skred. Omkostningerne til udbedningsprojekterne løber let op i adskillige hundrede tusinde kroner og kan for de større forstærkningsprojekter beløbe sig til flere millioner kr.

■ Udover det nævnte eksempel fra Banedanmarks område, har GEO sager med jordskred på stejle skrånninger fx langs den sjællandske nordkyst som følge af forøgede vandtryk fra stigende nedbørmængder. Endvidere skred som følge af sideudvidelse af landevej med en cykelsti (dvs. merbelastning af dæmningens top og sider) samt skred i forbindelse med etablering af regnvandsbassin og kloakledningsgrave ved foden af en skråning (afgravning ved fod).

Til bunds i Caribien

Det danske entreprenørfirma E. Pihl & Søn A.S. er i gang med at anlægge en ny havn på den caribiske ø, Trinidad. For at sikre en ordentlig fundering er GEO hyret til at føre tilsyn med de borer, som et lokalt firma gennemfører.

Der er både tale om borer til lands og til vands, sidstnævnte ned til 28 meter under havbunden. Efterfølgende skal GEO lave laboratorieforsøg på det opborede materiale og komme med anbefalinger til, om den planlagte fundering skal justeres.

Der er ler i alle borerne fra terræn og til bunden af borerne. I leren findes der indlejrede og hærdede lag af naturligt forekommende bitumen. Ifølge projektleder Lars-Henrik Nordvig Larsen skyldes det, at én af verdens få naturlige asfaltsøer ligger i umiddelbar nærhed af borelokaliteten: "Der er tale om en 'naturlig forurening', som er presset op fra olielag i undergrunden og altså har fundet vej til vandet under den nye havn."



Udgiver:
GEO

Redaktion:
Kim Sillemann, Lone Wiegandt,
Plus PR

Redaktion afsluttet:
30.10.07

Grafisk tilrettelæggelse:
Plus PR

Tryk:
Fihl Jensen Grafisk Produktion

Oplag:
3.000

GEO 
EKSPERTER I JORD OG VAND

Maglebjergvej 1
2800 Kgs. Lyngby
Telefon: 45 88 44 44
Telefax: 45 88 12 40

Saralyst Allé 52
8270 Højbjerg
Telefon: 86 27 31 11
Telefax: 86 27 67 06

Danalien 1
9000 Aalborg
Telefon: 98 18 91 44
Telefax: 45 88 12 40

geo@geo.dk
www.geo.dk