



Ingenieurs Geologische Kring  
Netherlands Section of Engineering Geology  
Secretaris: Dr. J.J.A. Hartevelt  
Postbus 63, 2260 AB Leidschendam (the Netherlands)  
Postgiro; 3342108, t.n.v. Penningmeester Ingeokring Delft.

I  
N  
G  
E  
O  
K  
R  
I  
N  
G

N I E U W S B R I E F

N  
G

NIEUWSBRIEF INGEOKRING

juli 1988

Inhoud:	pag.
Van de redactie	3
Verslag Symposium "Milieu en Aardwetenschappen" F. Bisschop, J.W. Nijdam en E. Zwerver	4
Block Punch Index Test Ir. J. v.d. Schrier	25
Book Review: Prediction and Performance in Geotechnical Engineering, Calgary, Canada, 1987 P.M. Maurenbrecher M.Sc.	35
Final Thesis Report of R. Berghuis and J.W. Rosingh Dr. N. Rengers	39
Verslag van de lezing: "Environmental Constraints Effecting the Construction of Interstate 70 in Colorado, U.S.A." van Prof. Dr. Keith Turner Ir. W. Zigterman	43
Conferences, Seminars en Symposia	48

Nieuwsbrief van de Ingenieursgeologische Kring

Redactie:

Drs. P.N.W. Verhoef

F. Bisschop

J.W. Nijdam

E. Zwerver



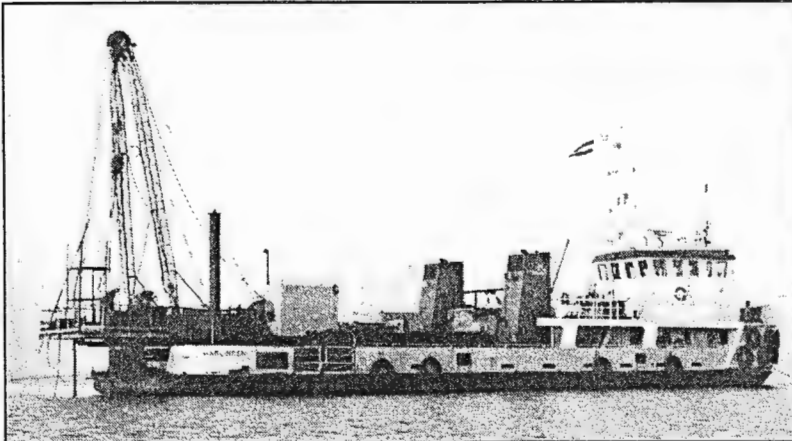
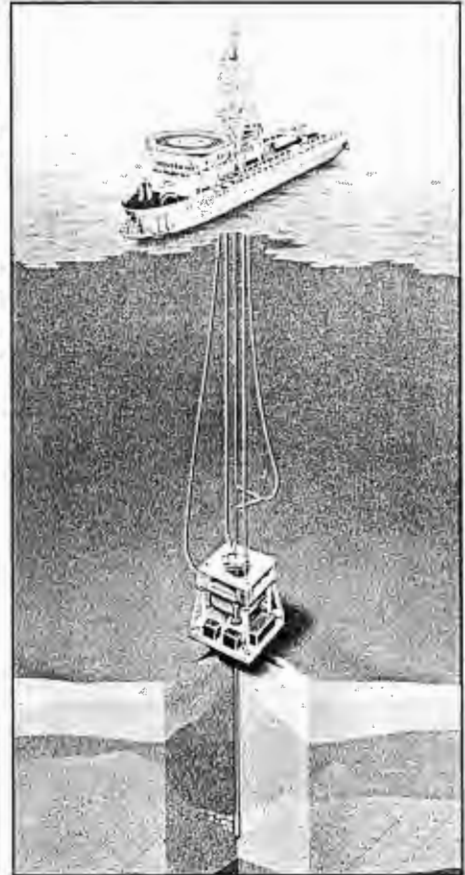
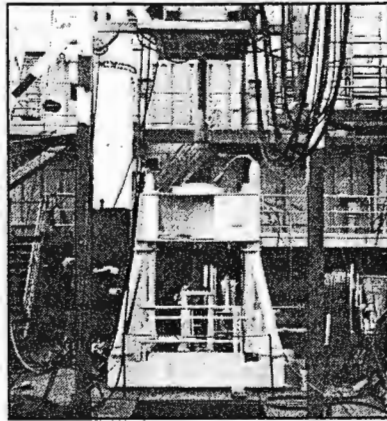
## ACTIVE IN ALL OFFSHORE AREAS

### SOIL INVESTIGATIONS

- Drilling and sampling
- Electric penetrometer testing
- In-Situ testing

### TESTING

- Soils laboratory
- Material testing laboratory
- Chemical laboratory



### ENGINEERING

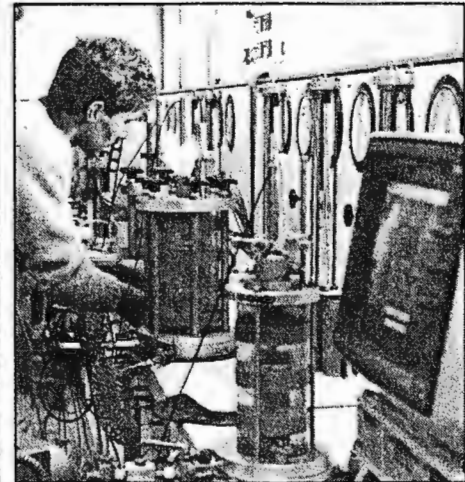
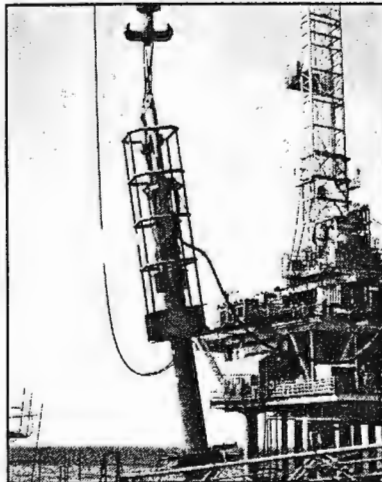
- Foundation engineering and engineering geology
- Earthquake engineering, seismology and soil dynamics
- Computer services

### CONSTRUCTION SUPERVISION

- Dynamic load testing of piles
- Pile-hammer monitoring
- Structural monitoring

### EQUIPMENT SALES

- Standard offshore soil investigation equipment can be offered for purchase or on lease, depending on clients wishes
- Special offshore equipment can be developed to meet clients requirements



**Fugro-McClelland B.V.**, 10 Veurse Achterweg,  
P.O. Box 41, 2260 AA Leidschendam, The Netherlands.  
Phone: 31-70-111422 - Telefax: 31-70-202703 - Telex: 33292.  
With offices in: The Netherlands - United Kingdom - U.S.A. -  
Australia - Canada - Equador - Hong Kong - Indonesia - Japan -  
Malaysia - Singapore - Saudi Arabia - U.A.E.

VAN DE REDAKTIE

Voor u ligt het tweede nummer van 1988. In dit nummer vindt u een verslag van het op 19 mei gehouden symposium "Milieu en Aardwetenschappen". Dit symposium, dat georganiseerd werd door het Dispuut IngenieursGeologie in samenwerking met de Mijnbouwkundige Vereniging en de Ingeokring is een groot succes geworden. Voor de geïnteresseerden, die niet op deze dag aanwezig konden zijn, zijn er aantal extra proeedings gedrukt. Een bestelformulier vindt u verderop in dit nummer.

De volgende nummers kunt u in oktober en december verwachten. Uiterste inlever data van de copij zijn: 14 september en 16 november.

Correspondentie adres:  
Redactie Nieuwsbrief Ingeokring,  
Faculteit der Mijnbouwkunde en Petroleumwinning,  
Sectie Ingenieursgeologie,  
Mijnbouwstraat 120,  
2628 RX Delft,  
Nederland.  
Telefoon: 015-782543

VERSLAG SYMPOSIUM "MILIEU EN AARDWETENSCHAPPEN"

Tweede symposium Dispuut IngenieursGeologie

Gehouden op 19 mei 1988, Aula TU Delft

Door: F. Bisschop  
J.W. Nijdam  
E. Zwerver

Het Dispuut IngenieursGeologie organiseert ieder jaar een symposium met een actueel thema. Verleden jaar had het symposium de titel "COMPUTERS EN AARDWETENSCHAPPEN". In het kader van het milieu-jaar, organiseerde het Dispuut IngenieursGeologie in samenwerking met de Mijnbouwkundige Vereniging en de Ingeokring het symposium "MILIEU EN AARDWETENSCHAPPEN".

PROGRAMMA

Opening door Ir. G. Ockeloen, Staatstoezicht op de mijnen.

1e sessie- Geologische Berging

Ir. B.P. Hageman, Oud Directeur RGD: Onderzoek naar de mogelijkheid voor de berging van radioactief afval.

Ir. L.H. Vons, ECN Petten: Sicherheit durch tiefen lagerung (de Asse zoutmijn).

Drs. P.J. van der Gaag: Complicaties bij opslag in zoutvoorkomens.

Dr. A.A. Bonne: Aspecten van design en lange termijn performances van de radioactive opslag in diepe kleilagen.

Drs. A. Willemse, Heidemij adviesbureau: Milieueffecten bij warmteopslag in aquifers.

2e sessie- Bodembescherming

Drs. P.J. de Bruin, DHV: Aardwetenschappen in de praktijk van de bodembescherming en bodemsanering.

Ing. P.J. van Driel, Fugro-McClelland: Milieumonitoring.

Dr. F.H. Mischofsky, Grondmechanica Delft: Gifruimen met de appelboor.

Ir. C. Mosmans, Mosmans Mineraal Techniek B.V.: Bodemreiniging met behulp van schuimscheiding.

3e sessie- Mijnbouw, vervuiler of verschoner?

Ir. A.G. Veltkamp, NAM: Bedrijfsmilieuzorg en de implementatie naar een deelbeleid.

Ir. H.M.C. Satijn, Iwaco: Biorestoratie, een techniek voor sanering.

Drs. M. Smies, S.I.P.M.: Toekomstige milieu aspecten van de winning van olie en gas.

Ir. C. Maugenest, TU Delft: Mijnbouwkunde in de milieu problematiek.

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEID VOOR DE BERGING VAN RADIO-ACTIEF AFVAL

door Ir.B.P. Hageman, oud-directeur RGD.

De eerste fase van het programma van onderzoek inzake geologische opberging van radio-actief afval in Nederland (OPLA-Programma) wordt dit jaar beeindigd. Dit programma maakt deel uit van het Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval, waarin naast geologische opberging ook andere opties worden bestudeerd.

Het OPLA-programma omvat studie van steenzout als mogelijk opberggesteente voor radio-actief afval, en is in drie fasen ingedeeld: Fase 1 bestaat uit bureaustudies en laboratoriumonderzoeken met het oog op de beoordeling van de wenselijkheid van voortzetting van dit programma in mogelijke volgende fasen met veldonderzoek; Fase 2 houdt zich bezig met verkennend veldonderzoek en verdere ontwikkeling van opbergtechniek; Fase 3 omvat diepgaande boven- en ondergrondse verkenning van een locatie.

Deze programmastructuur werd voor een belangrijk deel ingegeven door de politieke wens om over een aantal beslismomenten te beschikken.

Met de eerste fase van het OPLA-onderzoek werd in oktober 1984 begonnen.

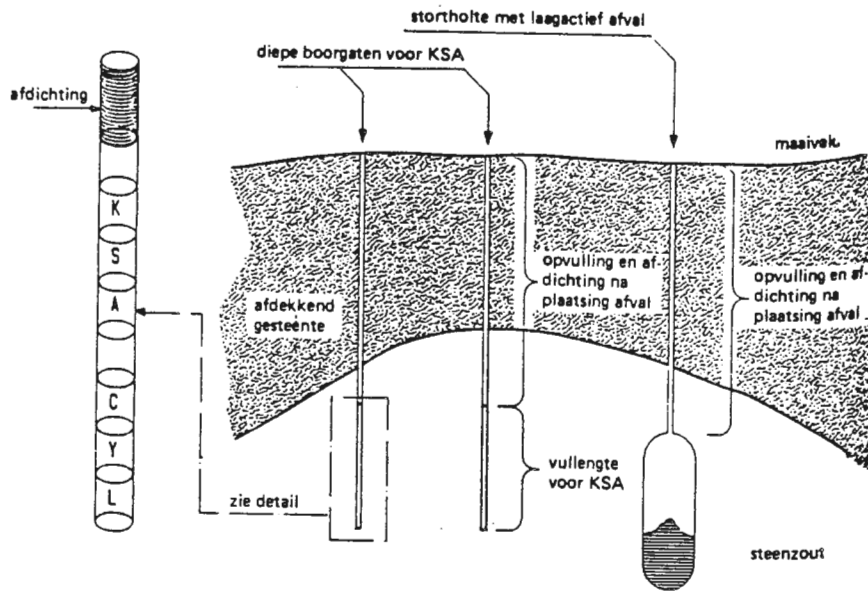
Deze fase van het onderzoek omvat:

- a. Studies omtrent een aantal geologische en geohydrologische kenmerken van Nederlandse zoutvoorkomens en hun directe geologische omgeving voor zover het gegevenspakket dit toelaat;
- b. Generieke studies met betrekking tot een zestal mijnbouwkundige opties;
- c. Laboratoriumonderzoeken naar alle vormen van het zoutgedrag in relatie tot de condities waaraan het zout bij de verschillende opbergconcepten zou worden onderworpen;
- d. Het ontwikkelen van veiligheidsberekeningen en gevoeligheidsanalyses aan de hand van de verschillende scenario's volgens welke radionucliden kunnen worden vrijgezet naar de biosfeer en met welke gebruikmaking van onder a, b en c verworven informatie.

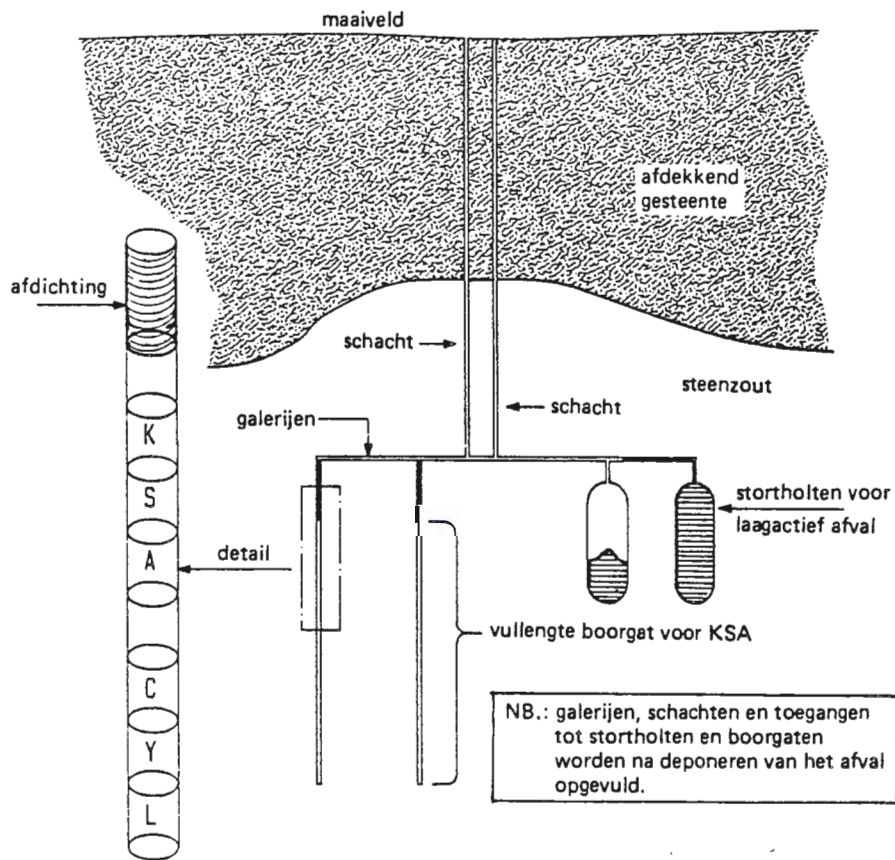
Fase 1 bestaat uit een twintigtal samenhangende onderzoeksprojecten. De centrale rol daarin wordt vervuld door de Veiligheidsstudie. In deze studie wordt nagegaan welke effecten voor mens en milieu kunnen optreden als radio-actief afval wordt opgeborgen in steenzout. In het bijzonder wordt berekend tot welke stralingsdosis dit voor de mensen (in de toekomst) kan leiden.

Teneinde deze Veiligheidsstudie naar behoren te kunnen uitvoeren wordt ondersteunend onderzoek uitgevoerd op de vakgebieden Geologie, Hydrologie, Rheologie en Mijnbouwtechniek.

Met behulp van de gegevens uit deze ondersteunende onderzoeken met het dan mogelijk zijn een aantal zoutvoorkomens te selecteren, die in aanmerking kunnen komen voor nader (veld)onderzoek en een afweging te maken van de voor- en nadelen van de verschillende opbergtechnieken voor het vaststellen van die aspecten waarop een eventueel vervolgonderzoek zich zou moeten richten.



Afb. 1 Opslag van radio-actief afval d.m.v. constructies vanaf het maaiveld



Afb. 2 Principe van het mijnontwerp bij opslag van kernsplijtingsafval en laagactief afval

## DE ASSE-MIJN EN DE OPSLAG VAN RADIO-ACTIEF AFVAL

door Ir.L.H. Vons, ECN.

Bij de studies naar de mogelijkheden voor een definitieve opberging van radio-actief afval in steenzout, neemt de Asse-mijn in de Duitse Bondsrepubliek (BRD) als in-situ testfaciliteit een vooraanstaande plaats in. In deze mijn worden technieken beproefd voor het deponeren in holruimten van laag- en middelactief afval, afkomstig van centrales, laboratoria en opwerkingsfabrieken. Tevens worden experimenten uitgevoerd aan het warmteproducerend KernSplijtingsAfval (KSA), die sterk gericht zijn op de verificatie van rekenmodellen voor de lange-termijnveiligheidsanalyses van de opberging.

Bij berging van radio-actief afval in zoutformaties kunnen in beginsel twee opbergssystemen in aanmerking komen:

1. Constructies vanaf het maaiveld (afbeelding 1).  
Voor het warmteproducerend hoogactief afval, het zogenaamde KernSplijtingsAfval (KSA), wordt gedacht aan diepboorgaten die "nat" vanaf het maaiveld tot in de zoutformaties worden geboord. Voor het resterende afval kunnen vanaf het maaiveld uitgeloogde cavernen worden aangelegd.
2. De conventionele mijn (afbeelding 2).  
Na het afdiepen van de schachten tot diep in de zoutformatie worden galerijen gedreven, waarna met behulp van een droogboortechniek op ruime afstand van elkaar (50 ... 80 m) honderden meters diepe boorgaten worden aangelegd. Hierin wordt het KSA geplaatst. Het overige afval zal in kamers of in droog aangelegde cavernes worden opgeslagen.

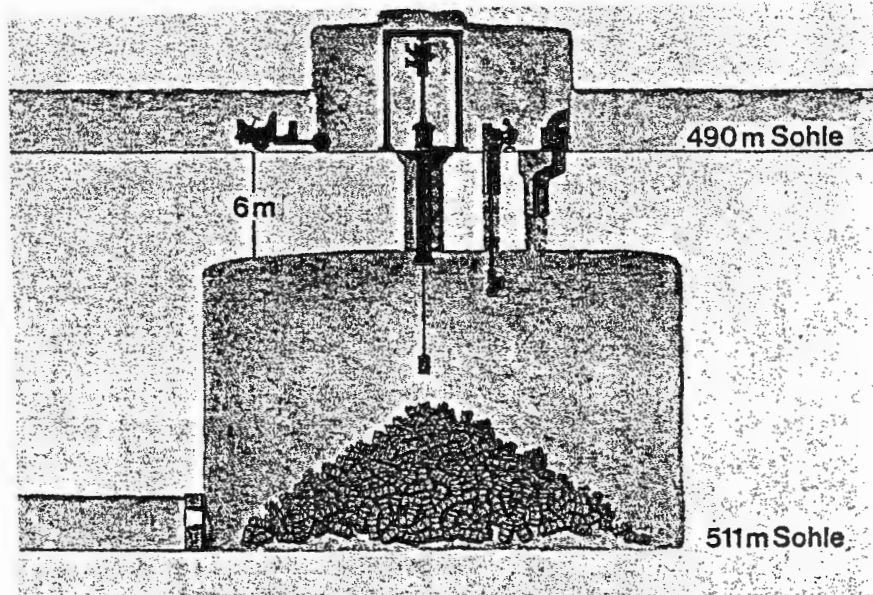
Voor beide opties geldt dat na het deponeren van het afval zo snel mogelijk de overgebleven ruimten worden opgevuld met adequate materialen. Voor de mijnoptie is dit hoofdzakelijk gemalen steenzout. Uit een "feasibility study" is vastgesteld dat vrijwel alle beschouwde concepten realiseerbaar zijn.

### ONDERZOEKPROGRAMMA

Voor de opslag van laag-actief afval is de zogenaamde "Abkipp-techniek" ontwikkeld. Men maakte allereerst een talud van zoutgruis, rolde de vaten omlaag, stortte hier vervolgens weer zout overheen en herhaalde de cyclus tot de kamer was gevuld. Deze methode heeft het voordeel dat een goede vullingsgraad van de holruimte wordt bereikt. De vaten met middel-actief afval worden in een afgeschermd container geplaatst. Hierdoor wordt de omgeving beter beschermd vanwege het grotere stralingsniveau dan bij het laag-actief afval.

In afbeelding 3 is het principe van de opbergtechniek aangegeven. In een van het mijngebouw geïsoleerde kamer worden van bovenaf vaten neergelaten. Na vulling van de kamer met radio-actief afval wordt deze verder opgevuld met steengruis of met een ander daarvoor geschikt materiaal.





Afb. 3 Opbergtechniek van middelactief afval (op 490 m- en 511 m-niveau)

Een andere veelbelovende methode die thans met overigens inactief materiaal wordt onderzocht, is het zogenaamde in-situ "vastmaken" van zowel laag- als middelactief afval. Hierbij wordt bovengronds het afval in granulaatvorm gebracht, daarna vermengd met cement en via een pijp vanaf het maaiveld in een caverne gestort. Deze techniek heeft veiligheidstechnisch aantrekkelijke kanten daar de holruimte volledig wordt opgevuld.

Het stralingsniveau van hoog-actief afval ligt enkele orden van grootte hoger dan het overige afval. Er vindt onderzoek plaats naar de wisselwerking tussen het afval en het steenzout. De eigenschappen waarop het onderzoek zich richt, zijn ondermeer: de thermomechanische effecten, de convergentie (dichtkruipen) van het zout, de vrijzetting van de geringe hoeveelheid water in het steenzout (0,05 gew. %) ten gevolge van temperatuurverhogingen, de porositeit, de doorlaatbaarheid en de invloed van straling op het steenzout. Een belangrijke doelstelling van het experimentele werk is de verificatie van de rekenprogramma's en het leveren van databestanden hiervoor, ten einde het lange-termijngedrag van deponeren van radio-actief afval goed te kunnen beschrijven. Ten behoeve van dit onderzoek wordt op dit moment onderzocht wat de invloed van radio-actieve bronnen, in de vorm van cobalt-60 staven, is op de pekelmigratie.

Bij de uiteindelijke veiligheidsanalyse, voor het vaststellen van een stralingsbelasting van de mens, is het noodzakelijk de volgende elementen te bekijken: het contact tussen water/pekkel en het opgeborgen afval en het nuclidentransport tot in de biosfeer.

#### COMPLICATIES BIJ OPSLAG IN ZOUTKOEPELS

door Drs. P.J. van der Gaag, Groundcontrol

Het onderzoek van zoutkoepels en zoutstructuren met name in Duitsland is verder gevorderd dan in Nederland. Het moge dan ook niet verwonderlijk zijn dat veel van de projecten van OPLA direct gebruik maken van resultaten en gegevens van Duitse onderzoekers. Voor de Nederlandse situatie is het van belang dat mogelijke effecten van de verschillen met de Duitse zoutkoepels worden onderzocht. De Nederlandse zoutkoepels zijn over het algemeen kleiner dan die in het Noorden van Duitsland. In het uiterste noorden van Duitsland worden de zoutstructuren vaak gevormd door continue zoutruggen welke tientallen kilometers vervolgd kunnen worden. De zoutkoepels in Nederland bevinden zich op een relatief kleine oppervlakte en worden door steile breuken begrensd. De Nederlandse zoutkoepels hebben ook nog tijdens het Kwartair bewogen (Schoonloo). De Duitse zoutkoepels ten zuiden van Hamburg zijn over het algemeen niet alleen groter, maar het steenzout wordt ook veelal door harde gesteenten bedekt. Verwacht mag worden dat kleine steile zoutkoepels intern meer gedeformeerd zijn dan grotere met alle gevolgen voor de interne geometrie van de verschillende zoutlagen. Een ander verschil met de Duitse situatie is de grote hoeveelheid aardgas die onder de Nederlandse Zechstein zoutstructuren wordt aangetroffen. De aanwezigheid van gasinsluitels in steenzout moet gezien worden als een complicatie bij mijnbouw gezien de kans dat de holttes bezwijken door de hoge druk van het gas.

Bij het onderzoek naar opslag van afval in zoutmijnen moet rekening gehouden worden met een aantal verschijnselen, die veelal voorkomen bij zoutkoepels:

- de aanwezigheid van caprock;
- opwaartse snelheid van zoutvloeï;
- aardschokken.

De meest gangbare theorie over het ontstaan van caprock is dat caprock het residu is dat achterblijft zodra de top van de zoutkoepel een waterdragende laag bereikt. Hierbij wordt steenzout gemakkelijk opgelost en in oplossing weggevoerd. Vaak bestaat de caprock uit een van de slecht oplosbare calciumsulfaten met name gips en/of anhydriet. De caprock boven zoutstructuren kan variëren van nul tot vele honderden meters afhankelijk van de geologische omstandigheden.

Bij hoge temperatuur en druk of waterinstroming kan anhydriet omgezet worden in gips. Dit geeft in theorie een volumevermeerdering van 60%. Uit de praktijk is gebleken dat een volumetoename mogelijk is van 20% - 50%. Hier kan gipsvorming hetzelfde effect hebben als diapirisme (opwaartse zoutvloeï), namelijk bodemstijging.

Omzetting van gips naar anhydriet is mogelijk na verwarming. In het OPLA project zou dus bekeken moeten worden welke temperatuursverhogingen kunnen optreden bijvoorbeeld door mogelijke stralingsschade. Het kristal gebonden water in gips is vrij van verontreiniging (zoet water) zodat bij vrijkomen van dit water een grote hoeveelheid zout kan worden opgelost. De volumereductie bij deze transformatie zal dan tot inzakking aan de oppervlakte kunnen leiden.

Een implicatie van het niet herkennen van gips-anhydriet transformaties is dat een van de criteria van het OPLA project, n.l. dat in de jongste geologische geschiedenis geen zoutvloeï meer opgetreden mag zijn, opnieuw bekeken moet worden. De anhydriet-gips transformatie kan namelijk ook een deel van de zoutkoepelstijging voor zijn rekening nemen.

Het is bekend dat boven zoutkoepels aardschokken voorkomen. Dit wordt geweten aan de al eerder genoemde subrosie aan de top van de zoutspiegel. Wanneer de onstane oplossingsholte niet door opwaartse zoutvloeï gecompenseerd wordt kan dit tot instorting leiden.

Uit het bovenstaande moet niet afgeleid worden dat constructies door anhydriet of gips onmogelijk zijn. Er moet echter wel rekening gehouden worden met effecten die mogelijk kunnen plaatsvinden. Ook zou het herkennen van processen in caprock mogelijk tot een andere beoordeling van de snelheid van zoutvloeï kunnen leiden.

Verder moet er een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen de opslag van chemisch en radioactief afval. Bij opslag van chemisch afval of aardgas komt geen warmte vrij en blijft de exploitatie beperkt tot enige generaties. Voor opslag van radioactief afval zou misschien gekeken moeten worden naar een zoutlaag of een zoutkussen. Bij opslag van radioactief afval in een zoutkoepel zou er dan ook gekeken moeten naar:

- wanneer de koepel een gips-caprock heeft of het gips door de warmtestraling niet omzet in anhydriet;
- wanneer er een dikke anhydriet-caprock op het steenzout ligt of de hydratatie van anhydriet op lange termijn ongewenste en niet beheersbare effecten zou kunnen veroorzaken.

Samenvattend kan gezegd worden dat de uiteindelijke berging van radioactief afval in zoutkoepels nog veraf is. Vanwege de zeer lange halfwaardetijd van het radioactieve afval is een zorgvuldig onderzoek naar deze mogelijkheden van opslag zeer belangrijk.

In veel landen vindt onderzoek plaats naar deze vorm van geologische berging. Het is dan ook zeer belangrijk dat er internationaal een goede informatie uitwisseling plaats vindt. Hierbij moet dan niet vergeten worden dat lokale afwijkingen ten opzichte van het buitenlandse beeld van zoutvoorkomens niet uit het oog verloren mogen worden.

#### ASPECTEN VAN DESIGN EN LANGE TERMIJN PERFORMANCES VAN RADIOACTIEVE OPSLAG IN DIEPE KLEILAGEN.

door Arnold A. Bonne, Dr. Sc., SCK/CEN, Studie Centrum Kernenergie, Mol België.

De attractieve eigenschappen van klei voor de opslag van geconditioneerd radioactief afval zijn:

- het ionenuitwisselingsvermogen;
- de zeer lage doorlatendheid;
- de onoplosbaarheid;
- de geochemische stabiliteit;
- het zelfhelend vermogen door plasticiteit;
- het zeer frekvent voorkomen;
- het voorkomen in stabiele geocontext;

Er wordt verwacht dat kleilagen een zeer efficiënte barrière kunnen vormen voor de confinering van radioactief afval omwille van de hierboven vermelde eigenschappen, mits daarbij aan een aantal gepaste geologische situerings- en selectie criteria wordt voldaan.

Het ontwerp van diepe finale opslagstructuren wordt bepaald door de volgende factoren:

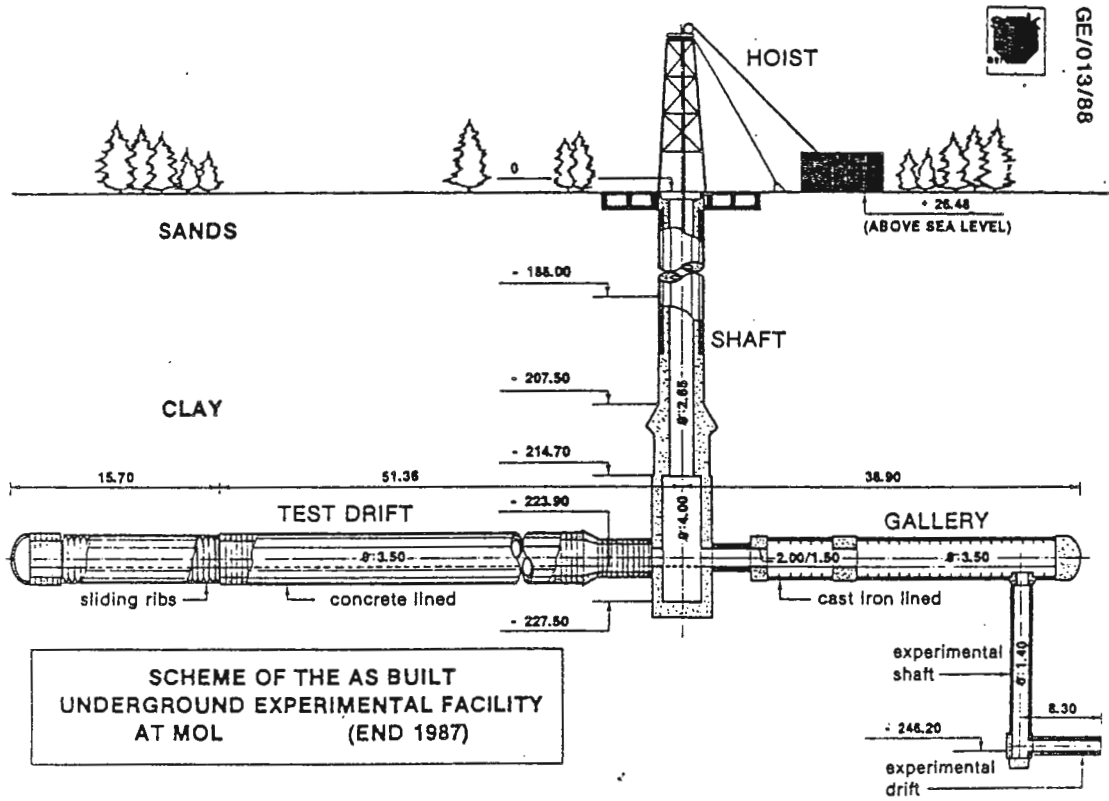
- de wettelijke verordeningen en richtlijnen;
- de afvalstroom en de karakteristieken van het afval;
- terrein- en formatiespecifieke karakteristieken;
- technologische mogelijkheden;
- kosten.

Voor de uiteindelijke opslag van radioactief afval in diepere kleilagen op de continenten bestaan ontwerpen voor:

- matrix van diepe voorgaten;
- gemijnde opslagstructuur met stapelling in tunnels of in boorgaten vanuit tunnels.

Het bouwen van de opslagstructuren, de exploitatie van deze ruimten en de karakteristieke invloeden van het afval zullen op het onmiddellijk omgevend gesteente een beïnvloeding tot gevolg hebben (bijvoorbeeld fracturatie, opwarming, radiolyse, etc.).

Lange termijn performance studies tonen aan, dat wanneer deze effecten binnen zekere grenzen gehouden worden, er geen noemenswaardige gevolgen te verwachten zijn voor confinering van het radioactief afval in klei.



Het onderzoeksprogramma op de berging van geconditioneerd lang levend en hoog radioactief afval in de Boomse klei te Mol in België heeft reeds toegelaten om een aantal belangrijke vaststellingen te doen en zelfs een aantal directe demonstraties aan te pakken. Niet in het minst onbelangrijk in dit geheel zijn de testen en experimenten die gerealiseerd kunnen worden in de ondergrondse onderzoeksinstallatie. De bouw van een test gallerij in deze kleilaag en een hieraan gekoppelde mine-by test vormen een directe demonstratie van de mijnbouwkundige mogelijkheden voor het realiseren van tunnels in een plastische kleilaag en van de economische haalbaarheid. Ter documentatie is hieronder een schematische voorstelling van de ondergronds onderzoeksinstallatie van het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol weergegeven.

#### MILIEU-EFFECTEN VAN WARMTE-OPSLAG

door Drs. A. Willemsen, Heidemij Adviesbureau b.v.

Benutting van restwarmte kan een belangrijke besparing leveren op het energieverbruik in Nederland. Aanbod van en vraag naar warmte lopen echter meestal niet gelijk op. Buffering van warmte door opslag in aquifers kan het nuttig gebruik van restwarmte in belangrijke mate vergroten. Bij toepassing van warmtekracht koppeling (WKK) bijvoorbeeld, kan de opwekking van electriciteit bepalend zijn voor de inzet van de installatie. Zonder buffering van warmte zal dan 's zomers veel warmte weggekoeld moeten worden. Opslag van deze warmte in aquifers en benutting in de winter kan het overall rendement van de installatie sterk vergroten en levert een belangrijke energiebesparing. Opslag van warmte in aquifers heeft daardoor positieve milieu-effect nl. besparing op het gebruik van fossiele brandstof.

Opslag van warmte in aquifers heeft echter ook negatieve effecten. Het water rond de opslag wordt "thermisch verontreinigd". Er treden reacties op tussen sediment en water waardoor de waterkwaliteit verandert en veelal zal waterbehandeling noodzakelijk zijn teneinde kalkneerslag bij verwarming te voorkomen. Afhankelijk van de behandelingstechniek kan met name de waterbehandeling een belangrijke negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit. Momenteel wordt daarom studie verricht naar deze aspecten van warmteopslag. Getracht wordt inzicht te krijgen in de optredende processen en milieuvriendelijke behandelingstechnieken te ontwikkelen.

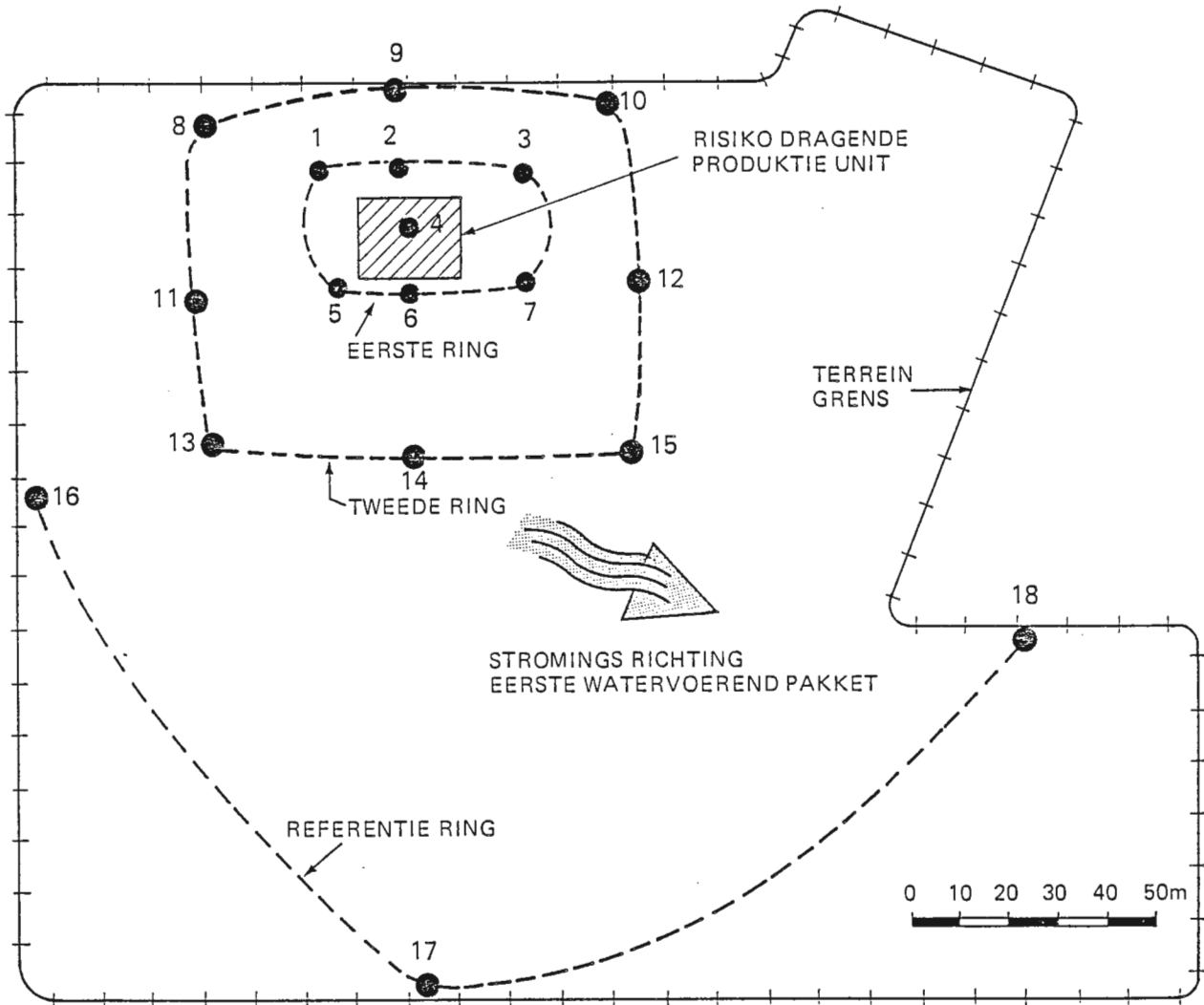


Fig. Lay-out monitoring systeem

## AARDWETENSCHAPPEN IN DE PRAKTIJK VAN BODEMBESCHERMING EN BODEMSANERING.

door Ir. P.J. de Bruin, D.H.V. Raadgevend Ingenieursbureau B.V.

De adviesgroep bodem van de sector Energie en Milieu van D.H.V. richt zich bij bodembescherming vooral op het onderzoek, en wel het verkennend onderzoek, ontwerp en evaluatie van de saneringsvarianten. Bij de uitvoering assisteert D.H.V. in de begeleiding en/of de directievoering. Bij het onderzoek namen de aardwetenschappen een belangrijke plaats in. De verschillende vakdisciplines, die hier van toepassing zijn, zijn:

- geotechniek, de bepaling van de eigenschappen van de bodem en het grondwater, de monsternamen en de analyse van de bodem en het grondwater;
- geologie, voor de vorming van een beeld van de bodem betreffende de structurele, fysische, chemische en geohydrologische kenmerken;
- geohydrologie, de vaststelling, de interpretatie en voorspelling van de grondwaterbeweging;
- geochemie, identificatie van mogelijke verontreinigingen.

Bij de uitvoering van de sanering zijn de aardwetenschappen niet zo expliciet betrokken, doch meer ondergebracht bij de civiele techniek en de procestechnologie.

De bodembescherming valt uiteen in twee delen: het effectgerichte deel (formuleren van kwaliteitsdoelstellingen) en het brongerichte deel (maatregelen bij de bron). De raakvlakken van de aardwetenschappen met de twee delen zijn:

- het opstellen van kwaliteitsdoelstellingen met betrekking tot de bodemkenmerken;
- het aanwijzen van bijzondere beschermingsgebieden;
- inventariseren van bedreigingen;
- het effectueren van de beschermingsmaatregelen;

Hieruit blijkt dat de aardwetenschappen een belangrijke bijdrage leveren aan de bodembescherming en de bodemsanering.

## MILIEU MONITORING VAN DE BODEM

door Ing. P.J. van Driel, Fugro-McClelland B.V.

De laatste tijd groeit de behoefte om te weten wat de milieuhygiënische staat van de bodem is en wat de verandering met de tijd is. Een manier om deze gegevens te bepalen is de aanleg van een monitoring systeem. Fugro Geotechniek adviseert, beschikt over en installeert monitoring systemen.

Het opzetten van een monitoring programma omvat de volgende onderdelen:

- verzamelen van gegevens over de historie van het terreingebruik;
- opname van de nulsituatie;
- analyse van de geplande bedrijfsactiviteiten;
- ontwerp en installatie van een monitoring systeem;
- het nemen van maatregelen.

Monitoring is een goede investering, zeker in het licht van de kosten van een te laat opgemerkte verontreiniging. De nevenstaande figuur is een lay-out van een monitoring systeem.



SAFE EXCAVATION OF THE DIOXINE CONTAINING HYDE PARK LANDFILL IN  
NIAGARA FALLS, NEW YORK, U.S.A.

door Dr. F.H. Mischofsky, Grondmechanica Delft

Recentelijk verschenen er berichten in de landelijke pers over een nieuwe methode om zeer gevaarlijke verontreinigingen op te ruimen. De methode kreeg al snel de benaming van de "appelboortechneik", hoewel de eigenlijke naam container pijler is. De heer F.H. Mischofsky is een van de bedenkers van deze nieuwe techniek. Het project waar deze techniek voor ontworpen is, is het met 0,9 ton dioxine verontreinigde Hyde Park. Naast de dioxine is er ook nog ongeveer 70.000 ton chemisch afval aanwezig. Deze verontreinigingen vormen een grote bedreiging voor de drinkwaterkwaliteit van het Ontariomeer waar 6 miljoen mensen hun drinkwater van betrekken.

Het grootste probleem zijn de verontreinigde stofdeeltjes die vrij zouden komen bij traditionele excavatie van de landfill. Het tweede grote probleem is de opslag van de verontreinigde grond, want er is op dit moment geen goede reinigingsmethode voorhanden om deze grond te zuiveren van de verontreiniging. Het stofprobleem blijkt met een S.T.A.R.S. (sage, temporary, airtight, regulated-atmosphere) overkapping op te lossen. Met behulp van (uit de petroleum industrie bekende) holle pijpen, hier container pijlers genaamd, kan de excavatie en het opslag probleem opgelost worden, en wel zodanig dat het waarschijnlijk goedkoper is dan de gewone ontgravingsmethoden.

De voordelen van de container pijlers zijn:

- ze dienen gelijk als fundering voor de S.T.A.R.S. overkapping en de machinerien;
- ze vormen een gestructureerde wand zodat de kans op instorting vrijwel nihil is;
- ze isoleren de verontreinigde grond van de schone grond;
- ze vormen, van onderen en van boven afgesloten, een goede transport en opslag verpakking.

Verder is het een voordeel dat alle technieken, methoden en apparaten al in gebruik zijn of toegepast worden in andere werkgebieden.

De heer F.H. Mischofsky concludeerde aan het einde van zijn voordracht dat er nog wel gedetailleerd onderzoek gedaan moet worden naar de kosten en toepasbaarheid van de S.T.A.R.S. overkapping en de zogenaamde "appelboortechneik".

BODEMREINIGING MET BEHULP VAN SCHUIMSCHIEDING

door Ir. C. Mosmans, Mosmans Mineraaltechniek B.V.

Schuimscheiding is een techniek die in de mijnbouw veel wordt toegepast om het waardevolle mineraal te scheiden van het waardeloze gesteente. Ook voor grondreiniging blijkt deze techniek goed toepasbaar. De grond wordt dan allereerst nat afgezeefd van puin en grind. Er worden grensvlak actieve stoffen (zepen) toegevoegd die specifiek absorberen aan de verontreinigingen. Deze verontreinigingen zijn dan hydrofoob, dat wil zeggen dat de deeltjes zich hechten aan passerende luchtballen, die in het grondwatermengsel waar de verontreinigingen in zitten. Deze

schuimlaag kan afgeschept worden. Het gereinigde grondwatermengsel wordt ontwaterd. Het water kan weer aan het begin van de volgende reinigingscyclus worden gebruikt.

Er zijn echter een paar beperkingen:

- de verontreinigingsdeeltjes mogen niet te groot zijn anders blijven ze niet aan de luchtbelletjes hangen;
- de verontreinigingen mogen niet aan de gronddeeltjes gehecht zijn. Is dit wel het geval, dan dienen deze hechtingen verbroken te worden. Dit moet dan op kostbare mechanische wijze gebeuren;
- niet van elke verontreiniging is de specifieke grensvlakactieve stof bekend.

Voor veel verontreinigingen zal nog veel laboratoriumwerk verricht moeten worden voordat de schuimscheidingsmethode op deze deeltjes toegepast kan worden.

Toch blijkt dat binnen de gegeven beperkingen veel verontreinigde gronden aangepakt kunnen worden.

#### BEDRIJFSMILIEUZORG EN DE IMPLEMENTATIE NAAR EEN DEELBELEID

door Ir. A.G. Veltkamp, milieukundige NAM

#### TOEKOMSTIGE MILIEU-ASPECTEN VAN DE WINNING VAN OLIE EN GAS

door Drs. M. Smies, SIPM

Het beleid van de NAM en de SIPM ten aanzien van het milieu is in het beginsel gericht op een preventieve milieuzorg ten einde belastingen in de vorm van verontreinigingen of verstoringen van lucht, water en bodem te voorkomen of te beperken waarbij de maatschappij zich tot doel stelt haar activiteiten zodanig uit te voeren, dat ze voldoen aan de wettelijke bepalingen.

Deze preventie bestaat niet alleen uit de voor de hand liggende aspecten als die van het vrijkomen van grotere en kleinere hoeveelheden olie bij ongevallen en bij normale operaties. De zorg bestaat ook uit het beheersen van afvalstromen vooral als gevolg van booroperaties. De oliemaatschappijen zijn zich nog meer dan voorheen bewust van hun verantwoordelijkheden voor de kwaliteit van het milieu. Deze krijgt vorm in milieuzorgsystemen, die voorzien in milieu-effectstudies voor de ontwikkeling van nieuwe velden en de milieukundige bewaking van de bestaande operaties. Tegelijkertijd is er een begin gemaakt met de sanering van milieu-erfenissen uit het verleden.

BIORESTORATIE, EEN TECHNIEK VOOR SANERING

door Ir. H.M.C. Satijn, Iwaco

Biorestoratie is het reinigen van de vervuilde grond met behulp van micro-organismen.

De belangrijkste voordelen van biorestoratie ten opzichte van andere in-situ technieken zijn, dat de vervuilde grond niet verplaatst hoeft te worden en de kosten vrij laag zijn. Nadeel is echter dat de reiniging met biorestoratie lang kan duren (enkele jaren). Biorestoratie is dus niet een techniek die gebruikt wordt bij acute problemen.

Biorestoratie kan alleen met succes worden toegepast als:

- de mate van verontreiniging niet bijzonder hoog is;
- micro-organismen beschikbaar zijn;
- milieu condities optimaal zijn;
- als de vervuilde grond een hoge mate van permeabiliteit heeft;

Om de milieu condities te verbeteren zijn de volgende mogelijkheden voorhanden:

- verhoging vochtgehalte;
- toevoeging van zuurstof en nitraat;
- toevoeging van micro-organismen;
- optimalisatie van het mineraal gehalte en PH;
- toevoeging van warmte.

Biorestoratie en biologische grondwaterbehandeling zijn twee veel belovende reinigingsmethoden. Over twee jaar, wanneer de alle proeven beëindigd zijn, zal moeten blijken of biorestoratie op grote schaal kan worden toegepast.

## MIJNBOUWKUNDE EN DE MILIEUPROBLEMATIEK

Ir. Chr. Maugenest.

EEN TERUGBLIK OP DE DAG (Symposium Milieu en Aardwetenschappen).

Aan de hand van alles wat er vandaag is gezegd, kan de conclusie worden getrokken dat de aardwetenschappen en het milieu bijzonder nauw met elkaar zijn verbonden. Ieder op zijn manier heeft de bodem bij zijn verhaal betrokken; de ene bekeek de bodem met het oog op toekomstig gebruik, de ander zette daarbij juist zijn kanttekeningen. Ook werd gesproken over het beleid over de bodem en ervaringen bij het opruimen van de bodem en onderzoeken bij deze opruiming. Alle sprekers hebben aangegeven, min of meer met succes, dat kennis van deze bodem onmisbaar is bij het verrichten van hun werk.

Toch krijg ik de indruk dat het niet altijd even duidelijk is welke plaats de aardwetenschappen moeten krijgen in onze werkzaamheden. Het is mij opgevallen dat de vele grafieken alle een bijzonder eenvoudige voorstelling van de ondergrond weergaven; alle kleipakketten, zandlichamen en zoutformaties lijken daardoor bijzonder homogene eenheden te zijn. Alhoewel een vereenvoudiging van de natuur nodig is voor het toepassen van het huidig aangeboden rekenkundig gereedschap, zou een wat meer natuurgetrouwe afbeelding van de bodem wat meer inzicht kunnen geven in de daadwerkelijke situatie. De randvoorwaarden van deze methoden en de tekortkomingen die daarbij horen, zouden dan visueel veel duidelijker zijn. Dit prikkelt de nieuwsgierigheid en geeft ruimte voor het verder ontdekken van nieuwe technieken, of tot het verfijnen van de reeds bestaande methodes.

Dat de bodem mijns inziens te eenvoudig wordt weergegeven is niet geheel onbegrijpelijk aangezien de bodem, op zijn oppervlakte na, aan het oog is onttrokken. De morfologie van het land dat Nederland is, is niet bepaald bevorderlijk voor het bestuderen van deze bodem: als een Nederlander 's ochtends zijn gordijnen opentrekt dan kijkt hij direct over zijn land heen! In Zwitserland is dat anders, men kijkt daar tegen het land aan!

In Nederland houden verschillende disciplines zich bezig met het gebruik van de bodem. Iedere discipline heeft dan ook voor zijn behoefte een eigen taal ontwikkeld. Deze vaktalen hebben veel met elkaar gemeen maar vaak liggen de nuances zodanig anders dat een babylonische spraakverwarring onvermijdelijk is. Het resultaat is dan dat vaak onbegrip ontstaat over zaken waarin de verschillende kampen het eigenlijk met elkaar eens zijn. Voorbeelden zijn legio;

Als ingenieursgeoloog deel ik mijn werkzaamheden met een geoloog. De term gesteente levert gelijk al een probleem; voor mij bestaat de bodem uit grond en gesteente. De eigenschappen van deze twee elementen zijn zo verschillend dat verschillende methodes nodig zijn om deze te ontleden. Voor mijn collega geoloog is alles dat in de bodem zit gewoon gesteente.

Zo bestaat ook een zekere onduidelijkheid over de term "zout"; een term die vandaag veel is voorgekomen. De zoutpijlers, kussens en lagen van de Zechstein- en Rotformaties zijn niet de homogene eenheden die de term "zout" doet verbeelden. In een indampingscyclus van de zouten in zowel de Zechstein- als in de Rottijd, zijn niet minder dan zes verschillende zouten afgezet. Van deze zouten is eigenlijk alleen het haliet interessant om afval in op te bergen omdat, onder andere, in de indampingsgeschiedenis van het zeewater het haliet de grootste en dikste homogene eenheid vormt. Het zijn juist een aantal geotechnische eigenschappen van het haliet die het opbergen van milieugevaarlijke stoffen in een zoutkoepel aantrekkelijk maken. Waar naar gezocht wordt is dan niet zozeer een geschikte zoutkoepel of -kussen, maar het grootste homogene brok haliet. Het is te verwachten dat deze zich zal bevinden in een zoutkoepel of kussen. In een zoutkoepel of -kussen bevinden zich ook andere zouten: gips, anhydriet, K- en Mg-zouten alsmede de carbonaten, kalksteen en dolomiet. Deze zouten hebben andere geotechnische eigenschappen die in het algemeen veel minder gunstig voor het opbergen van deze milieugevaarlijke stoffen lijken te zijn. De verdeling van deze zouten binnen een koepel wordt dan een belangrijk punt van onderzoek. Het probleem wordt door een goede benaming en door een interdisciplinaire overeenstemming over deze benaming, duidelijker.

Wat moet men denken van de term bodem? De landbouwkundigen denken aan het vruchtbare gedeelte, de civiel-ingenieurs denken aan dat deel van de aardkorst waarop of waarin zij de fundamenten van hun bouwwerken plaatsen, de geologen denken aan alles van de hoogste bergtop tot aan het centrum van de aardbol en mijnningenieurs denken aan dat deel van de aardkorst waarop of waarin zij de fundamenten van hun bouwwerken plaatsen, de geologen denken aan alles van de hoogste bergtop tot aan het centrum van de aardbol en mijnningenieurs denken aan dat deel van de aardkorst waaruit iets kan worden gehaald (Waar liggen deze waardevolle dingen en hoe haal ik het eruit?) De vindingrijkheid van de mens bij het gebruiken van de aarde, om zijn voedsel te telen, om zijn huis op te bouwen en zijn huis van te bouwen, is zowel zijn kracht als zijn kruis.

Het is duidelijk dat wij de kracht hebben om de aarde te ontdekken. Ons vernuft heeft ons zover gebracht dat wij de middelen en het inzicht min of meer hebben verworven om de aarde naar onze eigen hand te zetten. Men kan het zo gek niet bedenken of, gegeven genoeg geld, wij kunnen alles bouwen waar wij ook willen, wij kunnen laten groeien wat wij willen en waar wij willen en wij kunnen uit de aarde halen wat wij willen. Met deze kennis is het verwonderlijk dat er eigenlijk een milieuprobleem bestaat! Dit sluit aan bij de opmerking van de heer Smies, dat als men de beste technologie gebruikt men eigenlijk geen milieuprobleem zou moeten hebben!

Wat is dan de oorzaak van ons milieuprobleem? Wie heeft het gereedschap en de kennis, bewust of onbewust, onzorgvuldig gebruikt. Duizenden vingers zijn te wijzen naar duizenden mensen maar dat lijkt weinig zinnig. Ik permitteer mij om een Engels gezegde te citeren - "The man who never made a mistake never made anything!" Maar fouten kunnen hersteld worden en daarom is het al een hele stap dat men heeft erkent dat een probleem is ontstaan; als er niet snel iets gebeurt, gaan wij ten onder aan ons eigen vernuft!

De sprekers op deze bijeenkomst, alsmede de aanwezige belangstellenden en alle niet-aanwezige denkers zijn allen getuige van dit besef. Meer nog, zij hebben het daar niet bij gelaten. Zij hebben op hun schouders nu al een grote taak durven nemen, ieder op zijn eigen manier, met zijn eigen kennis en zijn eigen verantwoordelijkheidsbesef. Zij hebben door vandaag op dit symposium aanwezig te zijn, de welwillendheid getoond om met elkaar van gedachten te wisselen.

## MIJNBOW EN MILIEU

De mijnbouw heeft in de loop der eeuwen misschien het meest intensief gebruik gemaakt van het vernuft van de mens. Het gevolg is dan ook duidelijk: de mijnbouw en het gevolg van het gebruik van de ontgonnen bodemschatten hebben dan ook misschien wel de grootste verandering aan de aarde toegebracht die menselijk mogelijk is. Dit alles was niet mogelijk geweest zonder een gedegen kennis van de aarde. De tijd is nu rijp om juist deze kennis te gebruiken voor het verlichten van de milieuproblemen die met deze kracht zijn meegekomen.

De studie voor de mijn ingenieur begint met het leren kennen van de aarde. In het eerste jaar van de studie hebben niet minder dan zes van de veertien vakken direct te maken met de aardwetenschappen, de geologie.

In het tweede jaar is dit verminderd tot vier van de veertien vakken. Wel ziet men een toename in vakken waarin delen van de aardwetenschappelijke kennis wordt toegepast. Afhankelijk van de gekozen afstudeerrichting, een keuze die aan het einde van het tweede jaar wordt gemaakt, omvat het aardwetenschappelijke deel een kwart tot de helft van de studie; de opleiding voor grondstoffenverwerking en technische geofysica zijn het minst toebedeeld met vakken die direct aan de geologie zijn verwant, terwijl bij ingenieursgeologie de geologie-  
verwante vakken ongeveer de helft beslaan.

Het is verheugend om te weten dat deze faculteit een werkbare studiecollectie in de vorm van een museum handhaaft. Nog meer verheugend is dat studenten van dit bezit intensief gebruik kunnen maken en velen dat ook doen. Dit alles vanuit een besef, bewust of misschien vaker onbewust, dat men de aarde niet kan toepassen als men niet weet wat het is.

Het volgende kan als voorbeeld aangehaald worden:

In de huidige discussie over het wel of niet opslaan van radio-actief afval in zout is het handig om tenminste een keer natuurzout in al zijn gedaantes te hebben gezien. De Engelsen hebben een gezegde, "One picture is worth a thousand words"; wat is dan niet de waarde van een steen, een voelbare entiteit in drie dimensies?

Tegelijkertijd richt de studie zich ook op het gereedschap dat men nodig heeft om op de aarde toe te passen. Daarbij wordt niet louter gedacht aan het verwerven van de kennis van de materiele gereedschappen zoals de graafmachines en de boorinstallaties. Van nog groter belang is het wetenschappelijk gereedschap, de wis-, natuur- en scheikunde. Zonder inzicht in- en vakbekwaamheid met het aangeboden gereedschap is een verantwoorde toepassing van de aardkorst in al zijn verscheidenheid niet mogelijk.

Bijzonder opvallend van deze studie is de verscheidenheid van vakken die bij de andere faculteiten aan de universiteit kunnen worden gelopen; mijntechnologen moeten nu eenmaal een gedegen kennis van werktuigbouwkunde bezitten, ingenieursgeologen kunnen onmogelijk terreinen gaan onderzoeken voor civiel projecten als zij geen kennis hebben van de civiele techniek, grondstoffenverwerken is bijzonder moeilijk als men geen gedegen kennis van de scheikundige technologie heeft, over de verwantschap tussen petroleumwinning, scheikunde, werktuigbouwkunde en natuurkunde maar te zwijgen!

De werkterreinen van de mijnningenieur zijn dan zo uiteenlopend als de verschillende disciplines waarmee hij in aanraking is gekomen.

Omdat het gebruiken van de aarde voorafgaat aan alle andere bezigheden van de mens, en de mijnningenieur hier als eerste mee te maken te krijgt, zo ook de zorg voor de aarde een eerste prioriteit moeten krijgen binnen zijn beeldvorming. Met al zijn kennis, die tot nu grotendeels ten dienste heeft gestaan van de welvaart van de mensheid, zou hem niets in de weg moeten staan om met evenveel kracht dezelfde kennis ten dienste te stellen van het welzijn van de mensheid. Het welzijn is ons milieu!

De eerste kleine schreden in deze richting zijn door de Faculteit al gezet. Een blik in de lijst van onderzoeksprojecten van de Faculteit der Mijnbouwkunde en Petroleumwinning in het Wetenschappelijk Jaarverslag van de T.U. Delft, laat zien dat er aantal projecten duidelijk verbonden zijn met de zorg voor het milieu. Bij de vakgroepen Petroleumwinning en Technische Geofysica lopen veertien projecten, waarvan vier duidelijk op de zorg voor het milieu van toepassing zijn. Bij de vakgroepenexploitatie Grondstoffenverwerking en IngenieursGeologie hebben 5 van de 16 projecten te maken met grondstoffenverwerking (concentreren, recycling enz.) en 4 met actuele milieuvraagstukken.

Rest ons nog de vraag "Mijnbouw, Vervuiler of Verschoner?". Indien men de mijnbouw aanziet als de GROTE vervuiler, is dan juist de mijnbouw in staat om de GROTE verschoner te zijn!

**BESTEL FORMULIER**



**Dispuut IngenieursGeologie**

FACULTEIT DER MIJNBOUWKUNDE EN PETROLEUMWINNING  
TU DELFT  
POSTBUS 5028 MIJNBOUWSTRAAT 120  
2600 GA DELFT 2628 RX DELFT  
TELEFOON: 015 78 5192/4751  
GIRO NUMMER DIG: 5780457

Datum: \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_

Naam en adres: \_\_\_\_\_

Dhr/Mevr \_\_\_\_\_

Adres \_\_\_\_\_

Postcode \_\_\_\_\_ Plaats \_\_\_\_\_

Omschrijving:

*Proceedings: Symposium "Milieu en Aardwetenschappen"*  
*19 mei 1988,* Dfl 15,00

*Handbook: Symposium "The use of personal computers*  
*in earth technology" 11 februari 1987,* Dfl 15,00

*IngeoKring publicaties: "Nieuwsbrief" oude nummers*

Aantal: \_\_\_\_\_ a Dfl 10.00 ieder Dfl \_\_\_\_\_

Totaal bedrag: Dfl \_\_\_\_\_

Betaling instructies:

Gaarne per giro betalen op: Giro Rekening 5780457  
op naam van: Dispuut IngenieursGeologie,  
adres: Mijnbouwstraat 120, 2628 RX Delft  
onder vermelding van:  
"Symposium Proceedings" en/of "Symposium Handbook" en/of "Nieuwsbrief"

Kwitantie gewenst ja/nee?



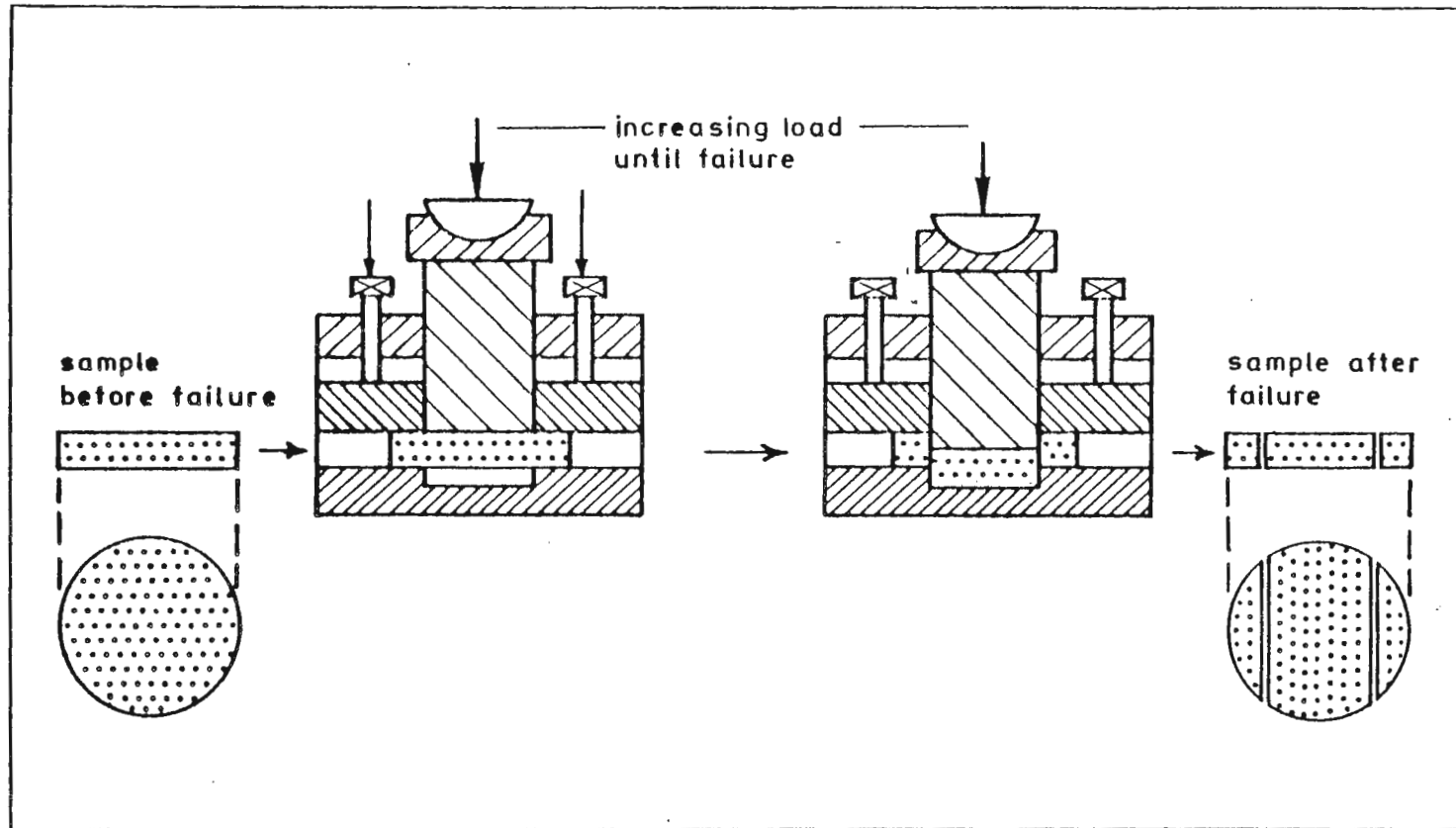


Fig. 1: Design of the Block Punch Index test apparatus.

BLOCK PUNCH INDEX TEST  
Ir. J.v.d.Schrier.

Summary

Measurements of rock strength require testing which must be undertaken on test specimens of particular sizes and dimensions in order to fulfill testing standards. This limits the testing of highly broken cores. A Block Punch Index test apparatus has been developed requiring only a small flat sample which can easily be prepared. In the course of the development of this test a total of over 1150 rock specimens have been tested and the results are presented in a number of correlation diagrams. For engineering purposes the Block Punch Index test seems to be as good as the other tests in indirectly assessing strength, especially if only little rock material is available.

Introduction

Some form of strength measurement is considered to be necessary for the design of structures in rock as well as for the strength classification of rock materials. The tests developed to measure rock strength properties, whether "true" or index tests, are limited by sample availability. If only rock cores are available, the core size and shape is often too small to allow the preparation of specimens big enough to comply with the test standards. Accordingly it is useful to develop rock strength index tests which give reasonable results using as small a sample as possible.

Vutukuri et al (1974) and Stacey (1980) have suggested the use of a simple device for the measurement of direct shear strength in which the test specimen is a thin plate of rock. The work of these authors has been extended at Delft University of Technology by Taselaar (1982) and the author, and has led to the development of the Block Punch Index test. Size and shape requirements for existing strength tests and the Block Punch Index test are given in Table 1.

The Block Punch Index test

The prototype of the Block Punch Index test apparatus was first developed in 1982 in the Engineering Geological Laboratory in the University of Technology at Delft. The design of the apparatus is given in Fig. 1.

The flat disk shaped specimen is fastened symmetrically in a clamp and the band of rock between the supports is vertically loaded by a rectangular rigid punch block. Fracturing is thus forced to take place along two parallel planes on which the normal stress is considered to be zero while the tensile stresses caused by bending are reduced to a minimum. After failure, theoretically, the specimen is broken into three parts, the two ends which are fixed in the apparatus and the band, consisting of the middle part of the specimen, which is punched out. The index value is calculated by dividing the maximum applied load (kN) by the area through which the shearing takes place (m<sup>2</sup>).

The apparatus is designed to fit in the frame of a point load strength device and thus is suitable, if required, for field laboratory use (fig. 2).

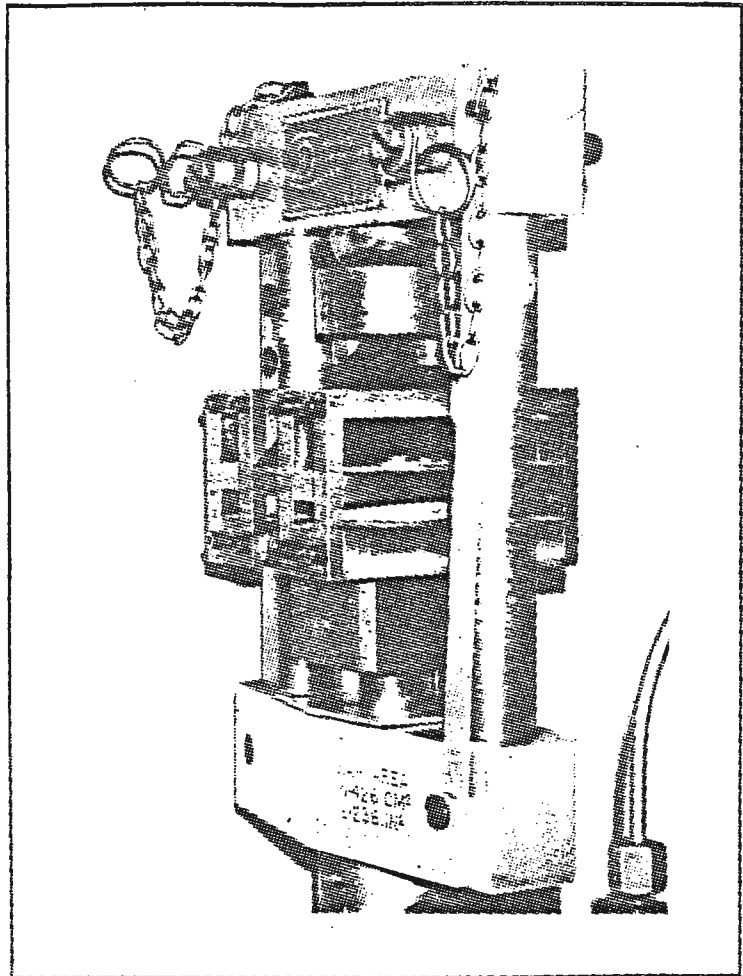


Fig. 2: The Block Punch Index test apparatus fitted in a point load test frame.

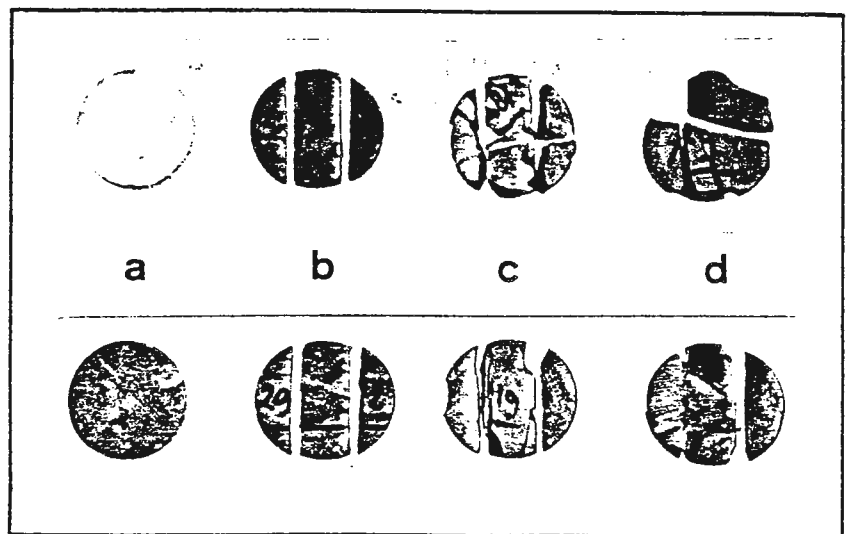


Fig. 3: Specimens before (a) and after testing (b,c and d).

### Specimen preparation and failure pattern

Specimens of about 10 mm thickness are cut from core samples by diamond sawing perpendicular to the core-axis. Although nearly all of the specimens which were tested were prepared without special treatment, care should be taken to ensure that the plate faces are as parallel as possible and free of irregularities. Normally, these conditions will be fulfilled if the core is firmly held perpendicular to the direction of sawing during cutting with a simple circular diamond saw.

Fig. 3 shows some specimens after preparation (a) as well as after testing (b,c and d). Specimens (d) could be considered to give invalid results since the parallel fracture planes are either absent or not fully developed.

### Test results

Table 2 shows the rock types which have been tested with the test results as well as the test statistics, where applicable. From each rock type sample test specimen were prepared and tested for uniaxial compression strength, Brazilian tensile strength and Block Punch Index value. These results have been obtained under routine work conditions but within the testing requirements as stated by the ISRM (1985) and/or the ASTM (1987). The Block Punch Index test results do not include values obtained on specimens which failed in an irregular manner (as in Fig. 3d).

Most of the cores were obtained from a cored borehole sunk in South Limburg (Netherlands) as part of the site investigation for an underground power station.

In Fig. 4 the correlations between the results of the different strength tests are depicted. Fig. 4 b. is derived from the ISRM Suggested Method for Determining Point Load Strength (1985) and gives a constant of proportionality of 22 for a wide variety of rocktypes, but gives no further test statistics.

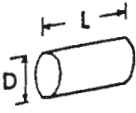
According to Brook(1985) and the ISRM Suggested Method for Determining Point Load Strength (1985) the correlation of 22 between point load strength and compressive strength is near to the generally accepted value.

However, diversity of the "constant" of proportionality between the two strength tests is frequently reported and values between 10 and 50 are published (Brook, 1985).

According to the ISRM Suggested Method for Determining Point Load Strength (1985), the point load strength  $I_s(50)$  equals about 0.8 times the Brazilian tensile strength.

### Applications of the Block Punch Index (BPI) test

Taselaar (1982) presented a diagram showing the BPI-value as a function of the angle between punch direction and bedding for a layered but rather inhomogenous siltstone (a quartzitic layer was reported for an angle of 90 degrees) (fig. 5). Similar results have been obtained by Stacey (1980). It thus seems possible that, with the help of the Block Punch Index apparatus, a measure for anisotropy may be obtained by dividing the highest by the lowest BPI-value.

TEST		SPECIMEN SHAPE/SIZE REQUIREMENTS		REMARKS
		ISRM <sup>1)</sup>	ASTM <sup>2)</sup>	
POINT LOAD STRENGTH TEST  1) DIAMETRAL 2) AXIAL 3) IRREGULAR		$L/D > 1.0$ $L/D = 0.3-1.0$ $L/D \approx 1.0$		NO ASTM STANDARD AVAILABLE  ISRM (1985)  IRREGULAR PIECES AS SQUARE AS POSSIBLE SIZE: $50 \pm 35$ mm
BRAZIL TEST (ISRM)  SPLITTING TENSILE STRENGTH TEST (ASTM)		$L/D \approx 0.5$ $D \geq 54$ mm	$L/D = 2.0-2.5$ $D \geq 47$ mm	ASTM D 3967-86 ASTM D 4543-85
UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH TEST (ISRM)  UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST (ASTM)		$L/D = 2.5-3.0$ $D \geq 54$ mm	$L/D = 2.0-2.5$ $D \geq 47$ mm	ASTM D 2938-86 ASTM D 4543-85
BLOCK PUNCH INDEX		STACEY (1980)  $L \approx 5-10$ mm	DELFT (1987)  $L \approx 10$ mm	NO ASTM OR ISRM STANDARD AVAILABLE
<sup>1)</sup> ISRM = INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS <sup>2)</sup> ASTM = AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS				

Tab. 1: Specimen size and shape requirements for existing strength tests as well as for the Block Punch Index test.

ROCKTYPE	UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH [MPa]			BRAZILIAN TENSILE STRENGTH [MPa]			BLOCK PUNCH INDEX VALUE [MPa]			
	AVERAGE	STD <sup>1)</sup>	N <sup>2)</sup>	AVERAGE	STD <sup>1)</sup>	N <sup>2)</sup>	AVERAGE	STD <sup>1)</sup>	N <sup>2)</sup>	
BRECCIA	154.7		1	14.9	4.2	3	28.9	5.0	3	
CALCARENITE	3.0	.0	4	.4	.0	8	.8	.1	8	
	3.5	.4	6	.4	.2	6	.7	.2	6	
	4.2	.4	3	.6	.1	8	1.0	.2	7	
	6.5	.7	4	.8	.1	9	2.3	.3	11	
	12.8	1.8	6	1.9	.6	6	5.1	1.4	6	
	22.6	5.0	6	2.7	.9	8	10.8	1.8	6	
CALCILUTITE	57.4	18.0	6	5.8	1.1	6	15.6	2.4	6	
DUNITE	133	.5	3	8.7	1.1	6	38.8	5.3	12	
GNEISS	137.0			4.2			17.5	2.9		
	240.0			11.5			42.9	3.4		
LIMESTONE  RANGING FROM SILURIAN TO CARBONIFEROUS	75.5	3.6	6	6.0	.6	6	16.9	4.4	6	
	89.4	17.3	6	6.4	.9	6	24.0	4.2	6	
	97.3	11.0	5	6.2	.5	6	16.9	3.3	6	
	105.4	48.4	4	7.7	1.8	6	20.2	3.4	6	
	116.9	19.4	6	6.9	1.0	6	16.0	2.1	6	
	132.2		1	14.5	4.0	5	26.8	10.3	3	
	138.8	33.9	3	13.7	3.5	12	27.3	8.1	9	
	157.1	5.1	6	8.4	1.7	6	18.4	1.4	6	
	157.5	12.2	6	9.1	1.0	6	18.5	1.8	6	
	170.9	88.0	3	15.8	3.0	5	28.4		1	
	177.9	45.4	5	15.3	3.2	18	26.3	5.7	9	
	183.5	55.0	8	13.0	4.1	27	26.9	9.4	16	
	190.4	4.5	6	7.3	.6	6	21.7	2.9	5	
	192.5	52.9	16	14.2	3.9	32	28.1	9.2	16	
	195.2	.6	2	13.0	2.6	11	28.3	8.3	6	
	196.6	69.9	12	16.3	3.7	37	29.7	8.8	18	
	198.5	76.4	6	13.6	3.9	28	23.0	7.7	14	
	206.2	87.8	8	15.6	3.6	66	26.3	5.5	34	
	212.1	71.0	27	14.7	4.3	76	27.8	7.7	45	
	212.7	17.2	2	14.5	2.2	22	27.4	6.5	12	
			15.0	5.1	15	26.5	8.3	7		
			17.4	3.6	3	38.0	18.8	2		
MARBLE	77.7	.9	3	5.9	.9	9	22.2	6.5	11	
	100.3	1.8	3	7.1	1.0	10	23.0	5.0	13	
MUDSTONE	38.3		1	6.8		1	10.4	2.9	3	
	68.3	19.9	11	8.6	2.1	22	15.5	5.2	29	
	177.3	121.1	5	17.1	4.7	9	26.4	11.8	12	
	196.2		1	17.1	4.1	2	22.6	3.3	4	
SANDSTONE	8.7	.2	5	1.6	.0	5	4.4	1.0	10	
	9.1	2.8	2				9.0		1	
	33.0		1	.4	.1	2	1.7		1	
	80.3	12.1	2	6.8	1.4	2	23.6	.6	2	
	103.6	1.2	4	8.4	.8	5	22.3	3.0	23	
	145.2	37.5	4	13.9	2.6	15	23.6	9.3	6	
TOTAL NUMBER OF TESTS:			219				547			
<sup>1)</sup> N = NUMBER OF SPECIMENS TESTED <sup>2)</sup> STD = STANDARD DEVIATION										

Tab. 2: Rock types tested, test results and test statistics.

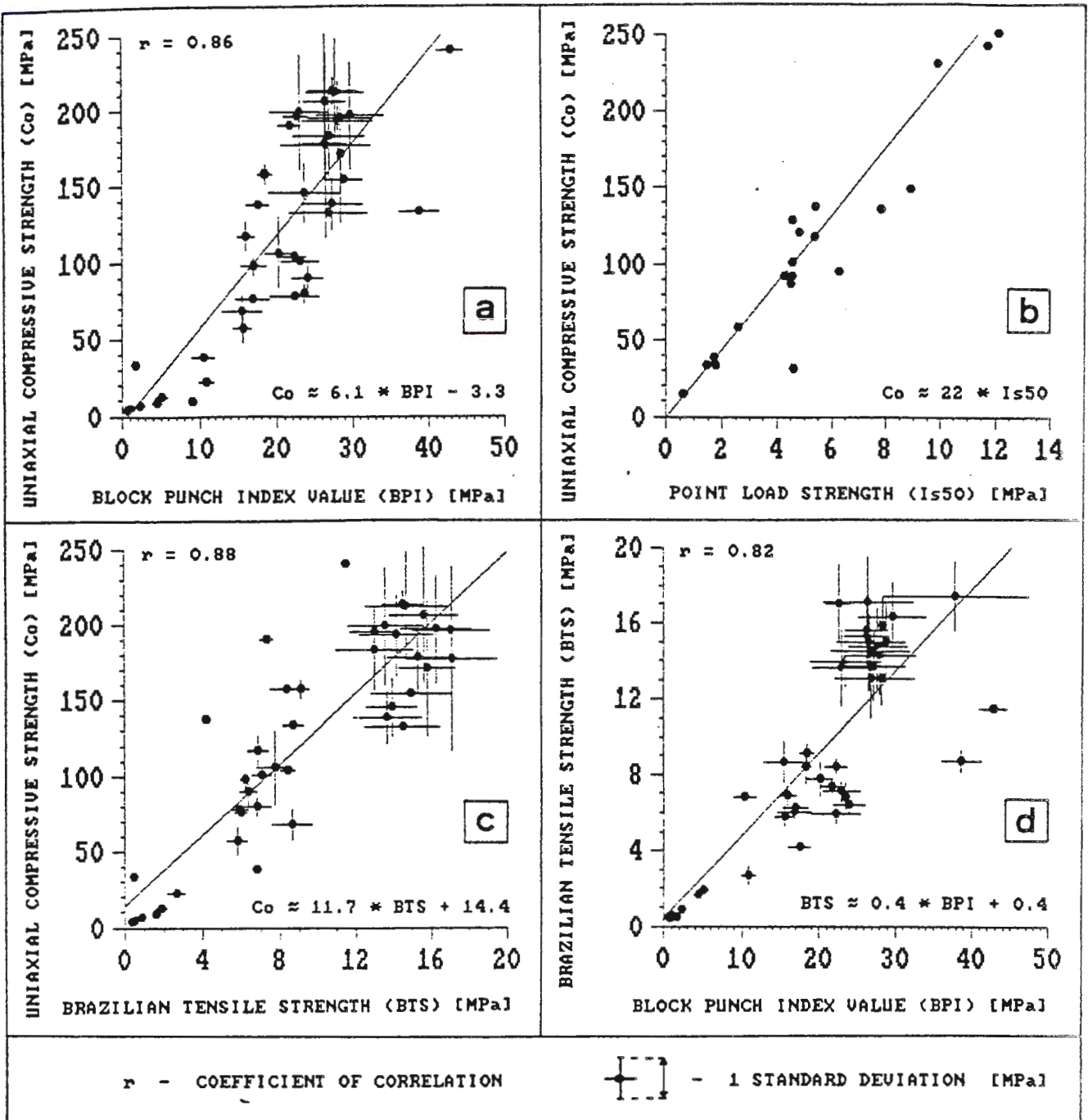


Fig. 4: Graphical presentation of the test results.

Up to now only circular disk shaped specimens have been tested in the Block Punch Index apparatus. The test is also appropriate to slices of rock of regular or irregular shape, provided that they are not too thick (not more than about 10 mm) and fit symmetrically into the apparatus.

### Conclusions

1. The specimen dimensions required to fulfill the standards for unconfined compressive strength, Brazilian tensile strength and point load strength tests limit the application of these tests on highly lbroken core samples.
2. The Block Punch Index test is undertaken on a plate of rock (a disk if cut from a core sample) which should be about 10 mm thick. This means that the rock sample should be big enough to be held firmly in the sawing machine in order to prepare the test specimen and that the test specimen should be wide enough to be clamped in the Block Punch Index apparatus.
3. The correlations established between unconfined compressive strength, Brazilian tensile strength and Block Punch Index value and published for the relationship between unconfined compressive strength and point load strength indicate that the Block Punch Index is as good a means of assessing unconfined compressive strength as the other tests.
4. Although the initial work done on similar apparatus was aimed at determining direct shear strength the author recognizes that the application of the test for this purpose may be considered to be of doubtful validity because the test result may be affected by bending stresses (Everling, 1964). Accordingly the test is recommended only as an "index test" and not as a means of determining "shear strength". The test offers the opportunity to establish an anisotropy index without the need to recore specimens.
5. The results presented have been provided by a prototype test apparatus, the design of which is being improved, in particular with regard to increased stiffness.

### References

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1987): Annual book of ASTM standards, vol. 04.08, Soil and Rock; Building Stones. Easton M.D., U.S.A. D.2938-86; D.3967-81; D.4543-85.
- BROOK N. (1985): The Equivalent Core Diameter Method of Size and Shape Correction in Point Load Testing. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 22, No 2, p.61-70.
- BROWN E.T. (1981): Rock Characterizing Testing and Monitoring; ISRM Suggested Methods, part 2: Laboratory and Field Testing. Pergamon Press. p. 113-114 and p.120-121.



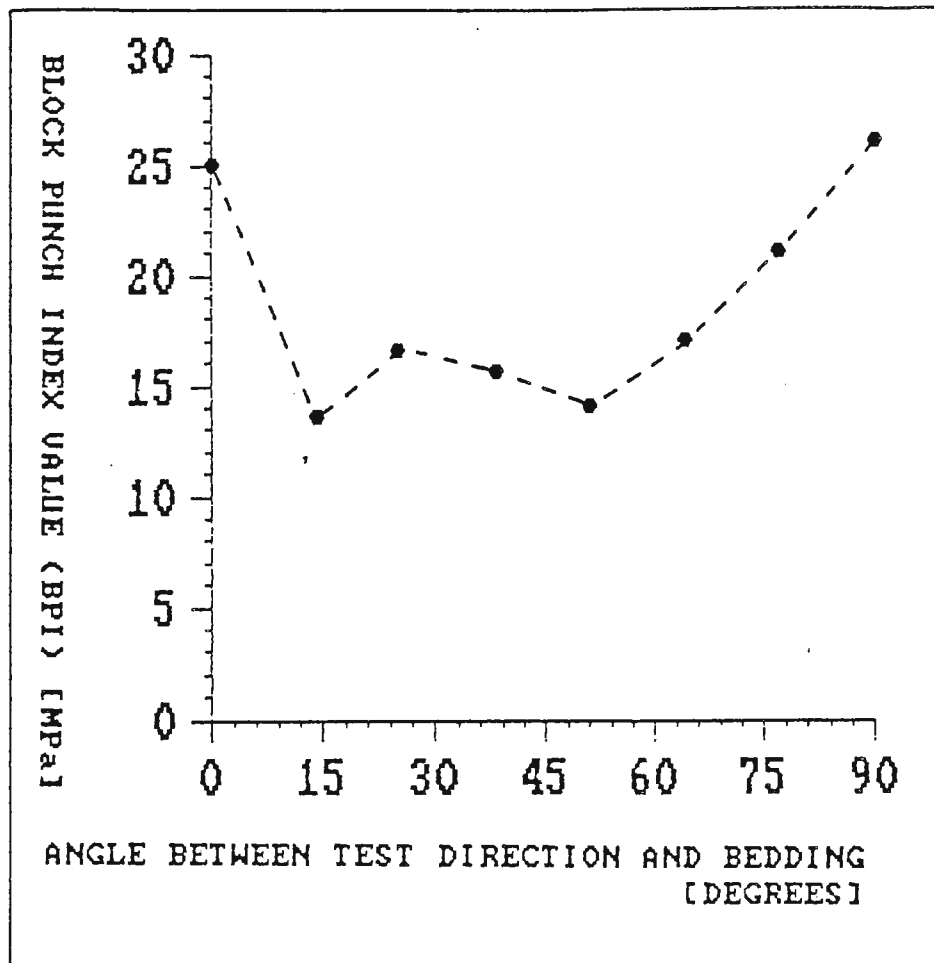


Fig. 5: After Taselaar (1982) - BPI-value as a function of the inclination to the bedding direction for a layered siltstone.

EVERLING G. (1964): Comments upon the definition of shear strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol. 1, p.145-154.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS (1985): Suggested Method for Determining Point Load Strength. International Journal of Rock mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 22, No. 2, p.52-60.

STACEY T.R. (1980): A simple device for the direct shear strength testing of intact rock. J. South Afr. Inst. Min. Met., vol. 3, p. 129-130.

TASELAAR F. (1982): Report of the development of a rock punch apparatus. (International publication: University of Technology, Faculty of Mining and Petroleum Engineering, section Engineering Geology, University of Technology Delft, the Netherlands).

VUTUKURI V.S., LAMA R.D. and SALUJA S.S. (1974): Handbook on mechanical properties of rocks, vol. 1. Trans. Tech. Publications. p. 146-148.

**COMMUNICATE with GEOCOM**  
FIRST in ENGINEERING GEOLOGY  
**FOR:**

**FEASIBILITY and SITE EVALUATION**

- Desk Studies
- Literature Reviews
- Site Reconnaissance

**SITE INVESTIGATIONS &  
(HYDRO)GEOLOGY PROJECTS**

- Planning, Contract Documents
- Management
- Supervision, Client's Representative

**ENGINEERING GEOLOGY**

- (Hydro)geological / Geotechnical Surveys
- Sample Description, Core Logging
- Geophysical Interpretations

**CONSULTANCY & TUITION**

- Evaluate Potential Geotechnical Hazards
- Lecturing, Training
- Arbitration

**GEOTECHNICAL ANALYSIS & DESIGN**

- Soil & Rock Mechanics
- Earthworks, Drainage
- Foundations, Slope Stability

**REPRESENTATION**

GEOCOM is representative for:

**géomécanique**

(une division de Technip Géoproduction):  
Manufacturer of Geophysical Equipment

GEOCOM is a small group of independent engineering geological and geotechnical consultants who provide, on a personal basis, a rapid and efficient service for the needs of the client and his project.

GEOCOM specialises in co-ordinating and improving understanding of engineering, geological and computing aspects for civil engineering projects.

GEOCOM:  
Noordeinde 18 a  
P.O. Box 621  
2501 CP The Hague  
The Netherlands

Tel.: 070 - 650 795/  
455 255  
Telex: 34349 palys nl

Review:

Prediction and performance in geotechnical engineering

Proc. of the International Symposium on Prediction and Performance in Geotechnical Engineering,

Editors: Ramesh C. Joshi & Fred J. Griffiths

Calgary, 17-19 June 1987 1987,  
Published by A.A. Balkema, Rotterdam 1987.

One volume: 11 sessions, 51 papers, 452 pages  
Cost: £ 100.70 incl 6% BTW

#### FOREWORD

Most, if not all *geotechnical engineering* is prediction and performance. Hence one wonders the purpose of such a symposium. R.C. Joshi in his foreword to the symposium justifies the theme by stating that *over the last few years much research has been conducted in the area of prediction of properties and performance of soils, in which significant advances have been made resulting in improvements to predictive techniques.*

Note that the word *soils* is used in the sentence above and hence the symposium does not cover rock mechanics except for two papers. As for the rest of the statement one develops the impression that a renaissance in soil mechanics is taking place. What can this renaissance be: more complex analytical methods and testing methods? better instrumentation? or is there a return to the empirical simplicity of the days of Terzaghi and Peck with slight adaptations to allow predictions to be made with lower factors of safety?

The symposium has quite an impressive list of geotechnical engineering heavy weights as authors; one assumes they have kept abreast of their fields of interest and not, as many of their contemporaries, become more involved with administrative matters.

With this slightly cynical viewpoint one becomes sufficiently curious to find out what the old hands of soil mechanics have to say for themselves after all these years and are there really significant new advances in soil mechanics (as opposed to the up-tienth method for analyzing a slope stability or a settlement problem) making such a symposium and, hence, such a book worthwhile.

#### CONTENT

The session titles are as follows:

Keynote addresses	7 papers
Prediction and performance of pile foundations	8 papers
Soil improvement	6 papers
General prediction and performance of soils	7 papers
Prediction and performance of unique soils	6 papers
Prediction and performance of retaining structure behaviour	3 papers
Prediction and performance of tunnels	2 papers

#### KEYNOTE PREDICTIONS AND PERFORMANCES

The keynote addresses indicate that the title of the symposium has had little effect in setting a specific theme to the symposium. The papers are interesting and varied;

The first paper one reads with mixed feelings; written by K. Arulanandan on *Non-destructive characterization of particulate systems for soil classification and in-situ prediction of soil properties and soil performance* the author suggests that the electrical properties such as conductivity are basic to soil properties such as mineralogy, water content and particle size distribution. The testing method is not described but one can refer to at least two patent applications by the author. If the correlations hold true as the author claims and if the equipment used to measure the electrical properties is easy to use and non destructive (including down-hole logging) then the method holds much promise. To have his techniques accepted by the geotechnical community is another matter as many a universal test seldom makes a break-through with the exception of the Atterberg Test which Arulanandan would like to replace.

The remaining papers of the session deal with icebergs scouring the seabed, a (yet another?) statement on soft clay reaction to loading, earthquake loading in centrifuge modelling, stress paths in expansive soils, effectiveness of vertical drains (they are effective but their installation causes soil disturbance which slows process with respect to predictions and they can be used very effectively in peats), and a progress report from Cambridge on arctic simulation in the centrifuge (ice stacking).

#### PILE DYNAMICS

The session on piles deals mainly with effects of dynamic loading on piles and pile groups; laterally loaded piles receive the most attention including a paper by J.H. Long and L.C. Reese. It is the *Reese and Matlock* combination back in 1956 who pioneered analysis of laterally loaded piles, hence the series of papers in this session would form the latest state of the art in pile design.

One exception to the above theme of papers is by T.J. Kaderabek, D. Barreiro & M. Call. *T.J. Kaderabek* has written many case histories with regard to a 3 m thick oolitic Miami Limestone overlying sands. His jointly authored paper adds yet another to this series and hence for the engineer or geologist concerned with foundations in a cemented layer over a non-cemented layer should read *Kaderabek's* papers .

#### SOIL IMPROVEMENT

Soil improvement can be achieved by compaction, drainage, re-reinforcement and chemical additives. All themes are covered by various papers in this session; compaction is by vibro-dynamic compaction, a variant of vibro-flotation where in a hole is hammered into the ground by either a falling hammer or driving a probe. The hole is back-filled with gravel and compacted by either the hammer or the probe. Drainage is by vertical drains and a Cam-Clay and a 2-D plain strain model are used to predict their performance for a case study at Changi Airport, Singapore. Re-reinforcement test methods in the laboratory using the triaxial and shear box are discussed for metal and polymer strips and meshes. One field case history is presented for an embankment overlying alluvial deposits reinforced by steel bars and cement powder piles. The paper discussing chemical additives is for lime and cement strengthening of African lateritic soils for building purposes.

## PREDICTION AND PERFORMANCE

Four session titles use the symposium theme title which has been applied to "General", "Unique", "Retaining structures" and "Tunnels" (besides the earlier session on piles). The "General" session allows for a varied agglomeration of papers. They vary considerably covering subjects on soil pavement engineering, compaction influence on the permeability in clays, dilatancy in sands and slope stability under the influence of cyclic pore water pressures.

The "Unique" session offers case histories on land and one offshore. The land case histories cover muskeg soils, black cotton soils, gas-exsolution in soils, and the soft sensitive Champlain clays of Quebec. The offshore case history examines the compressibility and cementation characteristics of some calcareous sea-floor oozes sampled from a location midway between the Galapagos islands and Ecuador. One conclusion is worth mentioning for this review is that *secondary consolidation dominates the total compressibility of the calcareous soil*. This can be considered significant as it is the secondary settlement in the much more consolidated carbonate sediments of the Ekofisk oilfield that caused excessive settlement of the seabed.

The "Retaining structures" session consists of three case histories. One paper by *T.H. Wu & N.N.S. Chou* on Glenwood Canyon, Colorado may be of interest to those members of the IngeoKring who attended the meeting last April on *Prof. Keith Turner's* presentation on Interstate Highway 70, (see article in this Nieuwsbrief). In this paper design and performance data are given for tying back the road embankment retention structure into the foundation talus slope.

The "Tunnel" session considers the effects of stress changes in the ground (rock mass) as a result of underground excavations and ground (soil mass) movements above shallow tunnels.

## ENVIRONMENTAL GEOTECHNOLOGY

The term *environmental* is often attached to words such as *geology*, and *planning*. Hence now seeing it being applied to *geotechnology* for the first time it is an opportune moment to establish its definition. Three papers may not be sufficient as no clear definition appears: it could be the effects of soda contamination on bentonite clay, treatment of sludge with powdery wastes, or the beach morphology in tailings dams. Geotechnical operations could ofcourse contaminate the environment using chemical grouts or borehole muds. Similarly methods can be used to process waste materials such as sludge. The third paper could possibly fall into a new geotechnical science known as engineering sedimentation and cover not only tailings dams but also infilled quarries, mine tips, landfill and coastal/river sedimentation under influence of engineering works.

## TESTING

Two sessions are devoted to testing: one on Triaxial and the other on centrifugal. Papers on this type of testing have been presented in earlier sessions. Only two papers are given in the triaxial session. The first paper presents the derivation of the plain strain friction angle is derived from triaxial test. The second consists on a multi-axial high pressure test method on shales especially to investigate the anisotropy due to layering effects as a result of compaction.

In the centrifuge session the second paper in the symposium concerning rock mechanics makes an appearance in this session concerning crown pillar stability of underground excavations with respect to backfill support. The three remaining papers deal with eccentric/concentric loading on sand, anchors in sand and seismic response of pile foundations in sand with end bearing on a hard layer.

#### BRISKS ANALYSIS

This session could be considered the area where the renaissance of geotechnical engineering is taking place. A method is presented to determine spacial variation of soil properties in one dimension for regularly spaced data. The data in this example are cone penetration tests and hence could be applied in the Netherlands. The objectives for determining such a variation is not given in the paper so that a reader not entirely conversant with statistical methods is left suspended in mid-air wondering how the results of the study could be further applied for, say, designing foundations or estimating settlements. The two remaining papers appear to be more specific: "Risk updating for triggered spoil failures" to aid the prediction of instability and "Probabilistic analysis of shallow foundation settlements" considers the accuracy of input parameters and the resultant measurable uncertainty on the prediction of settlement (this example uses *Schmertmann's* method for sand and hence, again, applies to cone penetration testing!).

#### CONCLUSION

The publication can be considered an "update on the state of the art" in geotechnical engineering. Most of the subjects covered have been around for some time and hence, as so often is the case at present in geotechnical publications, researchers appear to resolve anomalies or refine predictive methods in geotechnical engineering. The book contains valuable performance data, and comparisons of this data with predictive methods. Any publication containing such combinations are invaluable to geotechnical engineering, though it is the field performance with respect to analytical or modelling predictions that should form theme of all geotechnical papers. The only fault of the symposium is that some papers (though still of interest) tended not to fit the theme of the symposium. For the engineering geologist (to quote Prof. David Price) *who specialises in not being a specialist* the book covers a considerable variation of specialisms to be a useful, if not essential companion in his/her personal library.

P.M. Maurenbrecher

R. Berghuis:

"The possibilities of the construction of an engineering geological map from oblique aerial photographs with the stereocord apparatus".

Final thesis at Delft University of Technology, October 1987.

J.W. Rosingh:

"Use of photogrammetry in engineering geological mapping of steep slopes"

Final thesis at Delft University of Technology, November 1987.

Review by Dr. N. Rengers (Thesis supervisor).

The objective of both studies was to investigate the possibilities for non-photogrammetrists of producing a basemap for engineering geological surveys of steep slopes at a large scale of 1:250 to 1:3000 from stereophotography with help of simple photogrammetric equipment. During these studies a comparison was made between photography from various types of cameras operated from the ground as well as from the air from different types of aircraft. 3 different types of photogrammetric equipment were used to prepare the maps.

The studies were carried out in cooperation with the International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) in Enschede and Delft, Rijkswaterstaat and the Faculty of Geodesy of Delft University.

Berghuis used the Zeiss Stereocord G2 (a simple, transportable analytical plotting instrument) to prepare a 1:1000 scale horizontal map of an area of 700m x 500m in the Quarry Curfs (near Berg and Terblijt) in South Limburg. In this quarry Cretaceous and lower Tertiary chinks are overlain by sandy and gravelly deposits.

The quarry is excavated with a maximum depth of 80m below average terrain level. Oblique aerial photography was made with a Zeiss RMK A 15/23 aerial camera mounted vertically in the ITC Navajo Chieftain aircraft. During the exposure of the stereophotography the plane was rotated approximately 40° around its length axis to reach the required obliqueness. Flying height was approximately 200m and average photo scale 1:2000.

The main problem of the work with the Stereocord showed to be that the software installed in the stereocord computer does not enable the determination of the necessary rotation angle of the oblique axes system of the photography to the geographic axes system over the large angles of 30° to 40°. This was solved by a method of checked trial and error. After this determination of the rotation angles necessary for the absolute orientation a large number of points which characterise the terrain form (280 in total) were measured in the co-ordinate system of the Stereocord and separately rotated to the geographic coordinate system with a special rotation program based on Lotus software. The construction of the required 1:1000 scale topographical base map from 280 points was done with help of the CPS-1 computer system made available by Shell for this purpose. After construction of the topographic base map a further 250 points were digitised, rotated and plotted into this map to locate geological boundaries and outline areas of engineering geological interest in their exact position in the map, some 250 more point coordinates were measured on the Stereocord rotated and plotted in the map.



The final engineering geological map contains geological boundaries; outlines of unstable areas; erosion gullies and rills; earth flow, slump and creep phenomena; presence of man-made fills and vegetation.

Rosingh used the Stereocord G2 to measure point coordinates in oblique aerial photography of a part of the Nekami quarry (E of Maastricht) in South Limburg. The photography was made during the same flight as the Curfs photography for Berghuis.

For comparison Rosingh also used the Planicomp Analytical stereoplotter to plot maps from quarry Curfs using the same photography as was used for the work with the Stereocord G2 by Berghuis. A comparison shows that the Planicomp offers more possibilities, such as rotation of coordinate axes systems and plotting of contourlines interpolated between point measurements. The result is of higher accuracy than the work with the Stereocord, however the Planicomp is an order of magnitude more expensive than the Stereocord, is not portable and cannot be used without thorough photogrammetric knowledge.

Rosingh also used a new analytical measuring system, the portable MPS Micro Photogrammetric System from ADAM Technology.

The MPS-2 can be connected with a Personal Computer. The software for the MPS-2, compatible for MS-DOS operating system shows a number of characteristics which makes the system both very versatile and user friendly. The MPS-2 is designed for use with 70mm professional or 35 mm consumer camera.

Terrestrial stereophotography were taken from quarries in Upper Devonian sandstones along the river Bocq with a Wild P32 metric phototheodolite camera. These photographs were used for measurements in the Stereocord and in the MPS-2. In order to be able to take aerial photographs without having to be dependent on specially equipped aircraft, Rosingh tested a selfbuilt photographic system which consists of a professional (Hasselblad) 70 mm camera, a consumer type Canon F1 35 mm camera mounted at an oblique angle of 45° below a light weight aircraft Devonia H36. Cameras are remotely controlled from inside the aircraft, the field of vision of the cameras was determined with help of a parallel mounted videocamera with a monitor inside the aeroplane.

The most important conclusions from the work by Berghuis and Rosingh are:

1. The most versatile and user friendly of the photogrammetric systems tested is the MPS-2; after very short instruction it can be used by non-photogrammetrists. The Stereocord G2 can be employed in those cases where vertical or horizontal photography is used. However, only point coordinates can be obtained, which have to be fed into another computer for contouring or other graphical procedures.
2. If the face of the slope is not obscured by bushes and if suitable camera locations can be found for stereocoverage, then use of a phototheodolite to make terrestrial stereophotography yields the best results. Very good results can also be expected from photography made with a 70 mm professional camera.
3. If the slope is not well visible from its foot and no suitable camera locations can be found elsewhere, photographs can be taken from a lightweight aircraft with a handheld or provisionally mounted professional camera.

4. The inaccuracy which can be expected for point measurement using terrestrial or aerial photography with a metric or professional camera is in the order of 0.2 to 0.4% of the distance between camera and rock slopes. An inaccuracy of point measurements of 25cm was observed in the case of the river Bocq quarries where photographs were taken at a distance of 80m, an inaccuracy of 1m in the case of the South Limburg quarries where the aircraft had a distance of 200-300 m from the quarry wall when the photos were taken.

5. Photography with non-metric consumer type 35 mm cameras is useful for interpretation purposes. High accuracy cannot, however be expected.

(Examples of the maps and plans produced by Berghuis and Rosingh are not presented here as the size reduction will not yield good results. Interested persons can borrow a copy of both reports from N.Rengers - ITC, Postbus 6, 7500 AA Enschede).

# LOGISTERION BRENGT ARC/INFO HET KRACHTIGSTE GEOGRAFISCHE INFORMATIE SYSTEEM VOOR MINI EN PC.

PLANNING EN

BEHEER VAN

NATUURGEBIEDEN

BOSBOUW

ARC/INFO, wereldwijd het meest toegepaste Geografische Informatie Systeem (GIS), is beschikbaar voor minicomputers, workstations en PC's. Met dit modulaire pakket is het mogelijk geografische en gerelateerde gegevens in een database in te voeren, te verwerken, te analyseren en weer te geven op beeldscherm en plotter. De flexibele, universele structuur maakt toepassing ideaal in alle sectoren waar geografische gegevens zijn gekoppeld aan alfanumerieke gegevens. ARC/INFO is bijzonder gemakkelijk te



gebruiken. De functies zijn als commando aan te roepen en kunnen in macro's worden samengevoegd tot menu gestuurde applicaties. De krachtige mogelijkheden van ARC/INFO zijn gebaseerd op de unieke structuur van de database: topologisch en relationeel.



LANDGEBRUIK

BODEMKARTERING

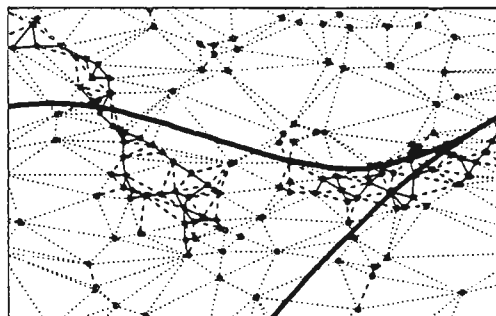
MILIEU-

ZONERING

RUILVER-

KAVELING

Hierdoor is volledige integratie van geografische en gerelateerde gegevens tot stand gebracht. Nooit worden gegevens dubbel opgeslagen. Ook is voorzien in het genereren en manipuleren van 3D-oppervlaktemodellen. Behalve geografische hoogten kunnen hier ook andere aan de topografie gekoppelde variabelen worden weergegeven, zoals bevolkingsdichtheid of gemiddelde neerslag.



Het ARC/INFO systeem draait zowel stand-alone op een PC of workstation als in een netwerk met andere micro- of minicomputers.

Gedeelten van de centrale GIS-database op de host-computer kunnen dan worden gedistribueerd naar de werkplek en lokaal worden geraadpleegd en

bewerkt. In combinatie met een digitizer en plotter beschikt u met ARC/INFO over een krachtig geografisch gereedschap.

Afhankelijk van de configuratie nu binnen uw bereik voor een zeer aantrekkelijke prijs.

**Logisterion b.v.**

Stationsplein 45, 3013 AK Rotterdam.  
Telefoon 010-4118855

ARC/INFO is een produkt van ESRI, Redlands, USA.

"ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS EFFECTING THE CONSTRUCTION OF INTERSTATE 70  
IN COLORADO, U.S.A."

a lecture by Prof.Dr.Keith Turner (Colorado School of Mines, U.S.A.).

On 21st April, 1988 the InGeo-kring and the Dispuut Ingenieursgeologie organised a lecture with the title and lecturer mentioned above.

Interstate 70 runs in an east-west direction through the State of Colorado (U.S.A.). To the west of Denver (Colorado) it has to cross the north-south running high (> 4000 m) mountain ranges of the Rocky Mountains. Two parts of the route through the mountains are very interesting from engineering point of view, and are discussed below. The route of this Interstate has been a subject of public debate for almost 30 years, and many alternative designs were made. In the final design aesthetic wishes and environmental protection played an important role.

Vail Pass route

In this part of the route the designs of the bridges and retaining walls were fixed by aesthetic standards. Most bridges e.g. are formed by a prestressed concrete box girder with a cantilevered top slab, all in a colour which was adapted to the colour of rock outcrops. The bridges had to be constructed in such a way that the area between the piers was not disturbed.

As the slopes along the road consist of highly erodable silty soil the revegetation of the slopes of the cuts was rather difficult. Over large areas jute mats had to be used to prevent erosion. Due to the altitude of about 2000 m only a short summer is available for the new vegetation to grow. For environmental reasons high cut slopes were not allowed. Together with the required revegetation this has the advantage that the erosion along the road now turns out to be smaller as on many places along other roads.

Big parts of the alignment follow a dip slope and gave many problems during construction. Several parts were constructed on bridges at a small height above the ground level.

As earth retaining structures prefabricated concrete bracket structures were used and reinforced earth. The last structure has been finished with different types of panels.

At one place the river bed had to be relocated. This was done in such a way that the man-made river bed looks like the natural bed. The replantation also was done with those plants and trees which are found in the nature next to the road.

At one place a big slide occurred. This was caused by a waterbearing layer below the fill. The slope was stabilized with horizontal drains which prevent in future the developing of high pore water pressures in this layer.

Due to the new Interstate Vail and Aspen have become good accessible ski resorts, and are increasingly important for wintersports.

### Glenwood Canyon

This canyon, which is located west of Vail Pass, was created by the Colorado River. It is approximately 20 km long and up to 1000 m deep, and runs in an east-west direction. Both the U.S. Highway 6 and the Denver and Rio Grande Western Railroad pass through the canyon.

The steep topography and rocky canyon walls give the impressions that geological problems would be primarily related to the bedrock. But largely due to environmental considerations, the highway was designed to minimize the amount of rock cutting required. Except at two tunnels the major geologic problems have involved recent, unconsolidated deposits of talus and fine-grained, compressible sediments.

The oldest rocks are found in the middle of the canyon and are of Precambrian age. This formation dips downwards to the west and to the east. The younger rocks consist of thick hard beds of quartzite, dolomite and limestone which are separated by occasional thin beds of softer shale. Rapid weathering of the shales undercuts the harder overlying beds and results in rockfalls. The thickness of this sedimentary rocks is more than 300 m.

The young deposits in the canyon are Pleistocene to Recent in age and include river terraces and alluvium, talus slopes, and also a thick sequence of fine-grained lake deposits below the river bed in the eastern half of the canyon. The later have caused the biggest problems during design and construction of the highway. The lacustrine deposits were formed by the blocking of the river by a large rockfall in the middle of the canyon at the end of the Pleistocene, which formed a dam up to 60 m high. At that time large quantities of erosion products were being washed out of the mountains by the melting of glacial ice, and about 25 m of clay, silt and sand were deposited in the lake to the east of the dam. Close to the dam mainly clayey deposits are found, more to the east silt and sand are dominating.

The lacustrine deposits have been covered by coarser floodplain deposits (up to boulder-size) which in turn are at many places overlain by extremely soft silt and fine sand (S.P.T.'s gave  $N = 1$ ).

Since 1958 there has been a debate in which many groups participated about the environmental impact of several route proposals. In 1978 the actual work began and it is expected to be completed in 1991. The most characteristic results of the long design period are the use of cantilevered road slabs in terraces with many tiedback retaining walls and the large number of bridges. In this stadium the geotechnical limitations were not used as a basis for the design of the constructions.

There will in total be an enormous length of retaining walls. Five major types have been designed:

1. Cantilever walls using precast double tee sections, which are post-tensioned to the cast-in-place concrete footings (maximum height 10 m).
2. Tiedback walls using precast concrete panels and soil anchors (max. height 6 m).
3. Tiedback walls for temporary support using precast concrete panels and soil anchors. At some places applied in three levels.
4. Reinforced earthfill systems have been built on compressible subsoil. The final facing with precast panels was made after most of the settlements had taken place.
5. For temporary situations fabric-reinforced walls using geotextiles as earth-reinforcing medium and shotcrete facing have been designed.

In design 1 the pavement slab is post-tensioned too. It will be clear that this wall-type is not suitable for areas with big settlements, as encountered in the eastern part of the canyon. In that area settlements are possible ranging from 0.2 to 0.65 m, and the design 4 is better. Despite the settlements it was possible to use full-height concrete panels. Different types of flexible construction have been tested, amongst others a wire mesh facing with filter cloth backing in combination with reinforcing strips. After primary settlement is completed permanent precast panels will be installed.

About 40 bridges have to be constructed varying in length from less than 30 m to over 2100 m. Some of these bridges are located in environmentally sensitive areas which require special construction techniques without disturbance of the vegetation except at pier locations.

The construction of bridge piers and abutments on loose talus required a special foundation. Instead of gradual increasing settlements sudden movements due to collapsing of void spaces was predicted as soon as the superstructure would load the pier. Since deep foundations such as caissons or piles were ruled out due to prohibitive costs and adverse environmental effects, a method of stabilizing the talus was carried out to make a spread footing possible. To achieve this compaction grouting was carried out, which involved the injection, at high pressure, of a cement grout mixture into the talus, allowing it to fill all voids and then set up. In this way a large homogeneous mass was created that can withstand any loads from the bridge structures. At a location where this type of settlement had not been anticipated an abutment began to settle as soon as the load of the bridge girder was transferred to it. Immediately compaction grouting was done in order to stop the settlement. After completion of the grouting, all settlements ceased, and the structures were stabilized.

Ir. Wolter Zigterman, ITC-Delft.

Ed. note: See book review in this Nieuwsbrief "Prediction & Performance in Geotechnical Engineering" in which a reference is made to a paper on Glenwood Canyon by T.H. Wu & N.S.S. Chou.

**REPLY FORM****« ROCK AT GREAT DEPTH »**

To be returned to the secretary of the Symposium c/o ELF AQUITAINE - CSTCS - 64018 PAU CEDEX (FRANCE)

Name (Mr, Mrs, Miss, Dr, Prof.) : \_\_\_\_\_

Organization : \_\_\_\_\_

Address : \_\_\_\_\_

*x Please check the appropriate boxes*

- I WISH TO RECEIVE THE SECOND CIRCULAR  
 I EXPECT TO ATTEND THE SYMPOSIUM  
 I PLAN TO EXHIBIT MATERIALS OR PRODUCTS  
 I SHOULD BE INTERESTED IN A TOUR PRE  OR POST  SYMPOSIUM  
 I EXPECT TO BE ACCOMPANIED  
 I INTEND TO SUBMIT AN ABSTRACT ON THE FOLLOWING TOPIC : \_\_\_\_\_

**EXHIBITION, TECHNICAL TOURS**

An exhibition will be organized for the display of data acquisition and measuring devices, in situ or laboratory applications and of technical documentation related to the Symposium themes. Open air presentations will be possible.

These presentations will take place during half-day sessions reserved for technical tours.

**PRE- AND POST-SYMPOSIUM TOURS**

Tours will be organized in France and Western Europe, with visits to large scale experimental sites (underground storage laboratory, mining operations, underground openings, oil production sites for drilling or production) or to natural sites.

**PAPERS**

The Executive Committee would be grateful if you could indicate your intention regarding this symposium, by using the attached reply form.

Abstract of 250-300 words, with one or two figures, should be submitted before September, 1988.

For accepted abstracts, the completed manuscripts will be required in December, 1988.

**REGISTRATION - SECOND CIRCULAR**

If you wish to receive the second circular for this symposium, please return the attached reply form.

Details concerning scientific and other programmes will be given in the second circular.

**FOR FURTHER ENQUIRIES, PLEASE CONTACT :**

Vincent MAURY, Honorary Chairman  
 (Tel. : 33.59.83.43.18)  
 Dominique FOURMAINTRAUX, Executive Chairman  
 (Tel. : 33.59.83.40.24)  
 Christiane LABORDE, Secretary  
 (Tel. : 33.59.83.43.31)

Address : SYMPOSIUM « ROCK AT GREAT DEPTH »  
 ELF AQUITAINE  
 CSTCS - Bât. L5  
 64018 PAU CEDEX (FRANCE)

Telex : 560 804 F

Telecopy : 33.59.83.68.29

**DATE AND VENUE**

The COMITE FRANÇAIS DE MECANIQUE DES ROCHES (French National Group of the International Society for Rock Mechanics) is organizing an International Symposium on ROCK MECHANICS AND ROCK PHYSICS AT GREAT DEPTH. This Symposium is co-sponsored by the ISRM (International Society for Rock Mechanics) and the SPE (Society of Petroleum Engineers) and will be held in PAU (FRANCE) from August 28 to August 31, 1989.

**OBJECTIVE**

The main objective of this Symposium is to offer an opportunity to meet engineers working in various fields of Research and Development (mining, underground engineering, oil and gas production and exploration, tectonophysics, geothermal energy, underground storage) and scientists dealing with rock mechanics, physics or rheology. The aim is, by comparing the different approaches used in the laboratory, in situ or with theoretical models, to gain a better understanding of similar phenomena appearing in extremely different fields of application. The Executive Committee will work to facilitate these exchanges, for promoting unexpected comparison and comprehensive cooperation, and for stimulating new approaches.

**THEMES AND FIELDS OF APPLICATIONS**

- Mechanical behaviour of rocks exposed in a permanent or transient manner to high confining stresses or loading conditions, exceeding the conventional strength of the material, like those encountered at great depth or under dynamic loading.
- In situ or laboratory determination of physical characteristics of the rock matrix and the porous or fissured space, and related properties : porosity, permeability, seismic wave velocity or attenuation, thermal expansion, conductivity, diffusivity...
- In situ or laboratory investigation of rock deformability and of the conditions of rupture initiation, propagation and localization of deformations ; related theoretical or numerical approaches.
- The description of actual case histories will be particularly taken into consideration.

**LANGUAGES**

The papers and the oral presentation may be given in either French, English or German.

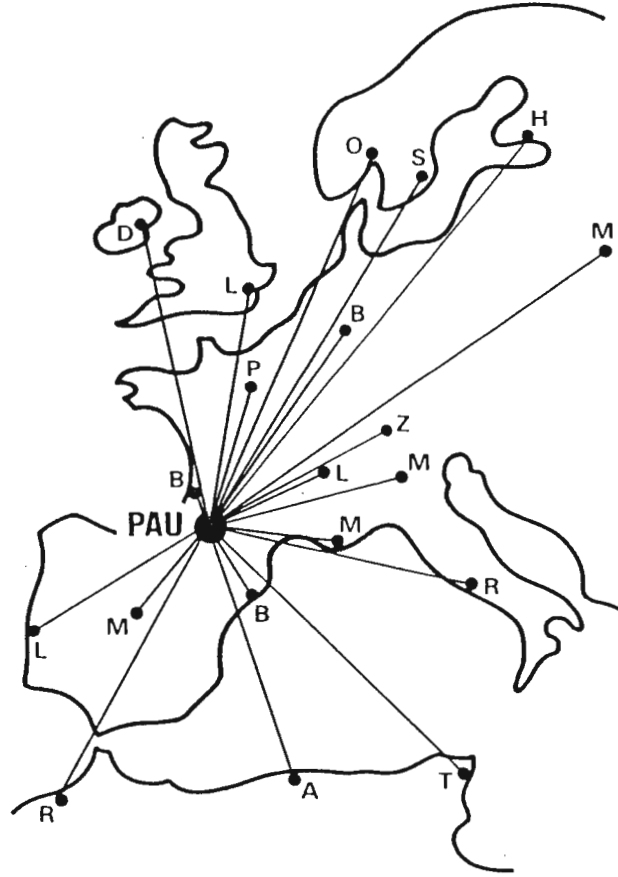
Simultaneous translation will take place during the session into French, English, German and Spanish.

PAR AVION  
AIR MAIL

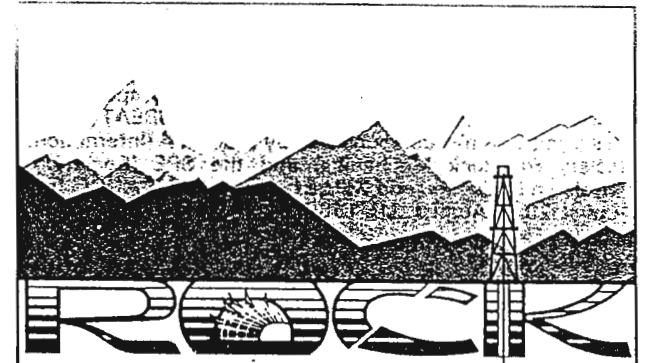
PLEASE  
AFFIX  
STAMP

**SYMPOSIUM « ROCK AT GREAT DEPTH »**

Dr Dominique FOURMAINTRAUX, Chairman  
C/o ELF AQUITAINE  
Centre Scientifique et Technique du Cami-Salié  
64018 PAU CEDEX (FRANCE)



Imp. 7477 A SNEA(P)



**ROCK**  
AT GREAT DEPTH

**ROCK MECHANICS AND ROCK PHYSICS**  
at great depth

INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
28<sup>th</sup> August - 31<sup>st</sup> August, 1989  
PAU (FRANCE)

organized by  
the Comité Français de Mécanique des Roches

jointly with  
the Association Française des Techniciens du Pétrole  
and  
the French Section of the Society of Petroleum Engineers

Co-sponsored by

THE INTERNATIONAL SOCIETY  
FOR ROCK MECHANICS

THE SOCIETY  
OF PETROLEUM ENGINEERS



**SPE**

First circular



CONFERENCES, SEMINARS AND SYMPOSIA

1988:

- 26-28 july 5th International Symposium on Ground Freezing.  
Nottingham, England.  
The Civil Engineering Dept. (ISGF 88), University of  
Nottingham, University Park, Nottingham NG7 2RD.  
England. Tel: 0602-506101
- 11-15 august International Conference on Engineering Problems on  
Regional Soils.  
Beijing, China.  
Prof. Jing Zhou, Secretary ISMFE-CCES, China Academy  
of Railway Sciences, XI ZHI MEN WAI, Beijing, China.
- 14-18 august ASCE Geotechnical Speciality Conference on Hydraulic  
Fill Structures.  
Colorado, USA.  
Janet Lee Montera, Dept. of Civil Engineering, Colorado  
State University, Fort Collins, CO 80523 USA
- 22-26 august 5th ANZ Conference on Geomechanics.  
Sydney, Australia.  
Mr. M.J. Thom, c/o D.J. Douglas & Partners ltd.,  
322 Victoria road, Rydalmere, NSW 2116, Australia.
- 29- 2 september Int. Symp. on Modelling Soil-water-structure  
Interactions.  
Delft, The Netherlands.  
SOWAS '88 c/o KIVI, P.O. Box 30424, 2500 GK, The Hague,  
The Netherlands.
- 1- 6 september The 3rd. Int. Conference on Undergroud Space and Earth-  
sheltered Buildings.  
Shanghai, China.  
Prof. Hou Xueyuan, Dept. of Geotechnical Engineering,  
Tongji University, Shanghai, China.
- 4- 9 september 24th Annual Conference: Field Testing in Engineering  
Geology.  
Sunderland Polytechnic, England.  
Dr. F.G. Bell, Engineering Group, The Geological  
Society, Burlington House, Piccadilly, Londen W1V 0JU  
England.
- 12-16 september 2th Young Geotechnical Engineers Conference.  
Oxford, England.  
Dr. H.J. Burd, Dept. of Engineering Science, Parks Road,  
Oxford OX1 3PJ England.

- 12-16 september Rock Mechanics and Power Plants (ISRM Symp.).  
Madrid, Spain.  
Sociedad Espagnola de Mechanica de las Rocas, Paseo Bajo  
de la Virgen del Puerto 3 E-28005 Madrid, Spain.
- 12-17 september Int. Conference on Rheology and Soil Mechanics.  
Coventry, England.  
Dr. M.J. Keedwell, Dept. of Civil Engineering and Building,  
Coventry Lanchester Poly, Coventry CV7 7DW  
England.
- 19-23 september Engineering Geology as Related on the Study,  
Preservation and Protection of Ancient Works, Monuments  
and Historical Sites.  
Athens, Greece.  
Greek Committee of Engineering Geology, 1988 Symposium  
Secretariat, P.O. Box 19140, GR-11710, Athens, Greece.
- 19-23 september Int. Conf. on Computer Modelling in Ocean Engineering.  
Venice, Italy.  
Prof. B.A. Schrefler, Instituto di Scienza e Tecnica  
delle Costruzioni, Via Marzolo 9, 35131 Padova, Italy.
- 5- 7 october International Geotechnical Symposium on the Theory and  
Practice of Earth Reinforcement.  
Kyusku, Japan.  
Prof. N. Miura, Dept. of Civil Engineering, Saga University,  
Saga 840 Japan.
- 14-18 november UN/EEC Seminar on the Prediction of Earthquakes.  
Lisbon, Portugal.  
Dr. Carlos Oliveira, Laboratorio Nacional de Engenharia  
Civil, Av. do Brasil 101, 1799 Lisboa Codex, Portugal.
- 8- 9 december 1st. Indian Geotextiles Conferences.  
Bombay, India.  
Dr. J.M. Mandal, Organising Secretary, FIGC-88, Civil  
Engineering Dept., I.I.T., Powai, Bombay-400 076, India.
- 12-14 december 2nd. Int. Conf. on Geomechanics in Tropical Soils.  
Singapore.  
The Conference Administrator, Engr. J.S.Y. Tan, 2 ICOTS  
Conference, 150 Orchard Road 07-14, Orchard Plaza,  
Singapore 0923.
- 1989:
- 13-17 march Int. Symp. on Frost in Geotechnical Engineering.  
Helsinki, Finland.  
Finnish Geotechnical Society-FGE89, Seppo Saarelainen,  
c/o VTT, Geotechnical Lab., SF-021150 Espoo, Finland.

- 3- 5 april      Conf. of Geotechnical Instrumentation in Civil  
Engineering Projects.  
Nottingham, England.  
Conf. Office, Inst. of Civil Engineers, 1-7 Great  
George Street, London SW1P 3AA England.
- 15-17 may      2nd. Int. Symp. on Environmental Geotechnology.  
Shanghai, China.  
Prof. S. Pamukcu, Dept. of Civil Engineering, Lehigh  
University, Bldg 13, Bethlehem, Pennsylvania 18015 USA.
- 19-22 june      8th. Int. Strata Control Conf.  
Dusseldorf, Germany.  
8 IGDT, Stein kohlen berg bauverein, 4300 Essen 13,  
Germany.
- 25-28 june      Int. Conf. on Storage of Gasses in Rock Caverns.  
Trondheim, Norway.  
The Norwegian Institute of Technology, Studies Admini-  
stration, N-7034 Trondheim, Norway.
- 26-29 june      Int. Conf. on Engineering Geology in Tropical Terrains.  
Selangor Darul Ehsan, Malaysia.  
Dept. of Geology, University Kebangsaan Malaysia,  
43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.
- 13-18 august    12th. Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation  
Engineering.  
Rio de Janeiro, Brazil.  
Dr. L.J. de Moraes, 12th. ICSMFE, Caixa Postal,  
1559, 20.001 - Rio de Janeiro, Brazil.
- 28-31 august    Symp. on Rock at Great Depth.  
Pau, France.  
Dr. D. Fourmaintraux, c/o Elf Aquitaine, Centre  
Scientifique et Technique du Cami-Salie, 64018 Pau  
Cedex, France.
- 10-14 september Conf. on Quaternary Engineering Geology.  
Edinburgh, Scotland.  
Dr. J.A. Little, Dept. of Civil Engineering, Heriot-  
Watt University, Edinburgh EH14 4AS, Scotland.
- 1990:
- 6-10 august      6th. Int. Congress of the IAEG.  
Amsterdam, The Netherlands.  
Dr. L. Primel, Secretary General IAEG, Laboratoire  
Central des Ponts et Chausees, 58 Boulevard Lefebvre,  
75732 Paris Cedex 15, France.

