

news



letter

Vol. 9 No. 1 2003



## Offshore edition

- Kunstmatige eilanden in de Kaspische zee
- The use of drag embedment anchors in offshore mooring systems
- The decay of the liquid limit of clays with increasing salt concentration
- Trenching of offshore pipelines and cables using the Seajet Trencher

# Editorial

Dear Readers, Beste Lezers,

Met veel plezier presenteren wij de Offshore Edition van de Ingeokring newsletter. In dit nummer willen we de aandacht vestigen op de Mariene Ingenieursgeologie. Dankzij bijdragen vanuit verschillende bedrijfstakken geeft deze editie een ruim beeld van de werkzaamheden van ingenieursgeologen binnen de offshore industrie. Dit betreft zowel ingenieursbureau's als aannemers. Ernst Rob, werkzaam bij Witteveen & Bos heeft een artikel over Artificial Islands in Kazachstan geschreven. Robin Koster, werkzaam bij Ballast Ham heeft een bijdrage geleverd over de Subsea Pipe Trencher. Vanuit de Fugro is een artikel gekomen over diepe offshore Site Investigation technieken geschreven door Igor Rijnberg. Verder heeft Roderick Ruinen van Vrijhoff Ankers een bijdrage geleverd over de basisprincipes van de installatie en capaciteit van ankers en is er van Boskalis nog een bijdrage gekomen over de installatie van een pijpleiding. Kortom een veelzijdig editie.

Uiteraard houden we u ook op de hoogte over de Ingeokring activiteiten van de afgelopen tijd, en berichten we over het IAEG congres in Durban. Ook de veranderingen en de onzekere situatie voor de sectie ingenieursgeologie zullen niet onbesproken blijven. Wat verder niet mag ontbreken is het verkiezen van Niek Rengers tot President van de IAEG. In deze editie geeft hij een korte uitleg over de doelstellingen en activiteiten van de IAEG.

Ook kunt u kennis maken met een nieuwe rubriek: Engineering Geologist Abroad. Het is de bedoeling dat in iedere editie weer een andere Ingenieurs Geoloog aan het woord komt. Dit keer wordt dit ingevuld door Jeroen Dankelman, werkzaam in Suriname, en door Robrecht Schmitz die momenteel bezig is met een onderzoek in België. Een ander nieuw punt is de professoren column, ingevuld door Professor Molenkamp.

Ook de layout heeft een nieuw tintje gekregen dankzij de uitgebreide inzet van het DIG, met name Bart Fellingina en Gerben Groenewegen.

Ik wens u allen veel leesplezier!

Xander van Beusekom, Jacco Haasnoot en Robert Vuurens

## From the chairman of the ingeokring

### Is Engineering Geology invisible for society ?

Why do we only consider the behaviour of the subsurface to be important when a geotechnical problem arises during a building process or when a geotechnical dispute hits the national paper and major financial losses are involved? Damage in subsurface works can be unexpected and significant when risks and uncertainties are not identified before the construction period, ... and meanwhile the public is shocked when an accident occurs. The subsurface itself is often detected as the 'bad guy', but unfortunately the (innocent) subsurface can not speak for itself.

I am convinced that geo-specialists who want to explain and solve damage phenomena eventually damage their selves as well. The reason for this is that the scientific truth always losses from lawyers and juridical procedures. For obvious reasons it is therefore not very wise to get entangled in geo-damage discussions professionally (however some people consider this topic as their core business). Usually, it is never solved clearly whether the problem was caused by (1) 'difficult' ground, (2) the geotechnical design or (3) the construction method.

My advise to minimise damage in (underground) building activities is to invest in suitable site investigations combined with proper integral risk analysis. More site investigations does not mean more bore holes and CPT's, but better analysis of the reliability of the subsurface data is strongly recommended.

Therefore, it is advised to contractors and project organisations to hire engineering geologist and integrate them in the complete but relevant scope of a project activity. I was truly surprised to see that only 1 % of the engineering geologists of the INGEOKring is working for contractors. On the other hand more than 40 % is working for research institutes, geotechnical consultancy firms and universities. The effort in site investigations is significant, but what amount of this geo-wisdom effects finally the design concepts of contractor ?

We have to ask ourselves, because the result and the profit of the project is the bottom line in society.

drs Richard Rijkers  
chairman INGEOKring

# OFFSHORE

## Kunstmatige eilanden in de Kaspische zee

Ir. E.H. Rob,

Witteveen+Bos, Postbus 233, 7400 AE Deventer, tel: +31 570697511

email: E.Rob@witbo.nl

### Inleiding

In het noordelijk deel van de Kaspische zee, waar de waterdiepte maximaal circa 8 meter bedraagt, wordt door een consortium van oliemaatschappijen, Agip KCO, een aantal kunstmatige eilanden aangelegd voor oliewinning. Het totale project is rond 1995 in gang gezet. De Kaspische zee wordt gezien als belangrijk natuurgebied, waar strenge milieueisen gelden.

Op dit moment is één eiland in gebruik voor exploratieboringen en zijn de twee volgende onder constructie. Witteveen+Bos levert de civiele ontwerpen en voert ook toezicht. Hiertoe is een kantoor in Kazakstan geopend (in Aktau).

In dit artikel wordt een beschrijving gegeven van een deel van de ontwerpactiviteiten voor het eerste eiland.

### Bodemgesteldheid

Voor drie "hoofd locaties" is in 1997 verkennend grondonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro Engineers BV en bestond uit sonderingen, boringen en verschillende laboratorium tests. In 2000 is aanvullend onderzoek uitgevoerd, op of rond de locaties waar de eilanden waren gepland. Dit onderzoek is eveneens door Fugro Engineers uitgevoerd.

Uit het grondonderzoek bleek dat de bodem van de Kaspische zee als volgt is te karakteriseren.

- Waterdiepte circa 2 – 5 meter;
- Toplagen bestaande uit jonge, mariene afzettingen, bestaande uit klei, silt en zand. De dikte van de toplagen is rond 3 à 4 meter;
- Basis, vooral bestaande uit stijve klei met een laagdikte van 40 à 50 meter.

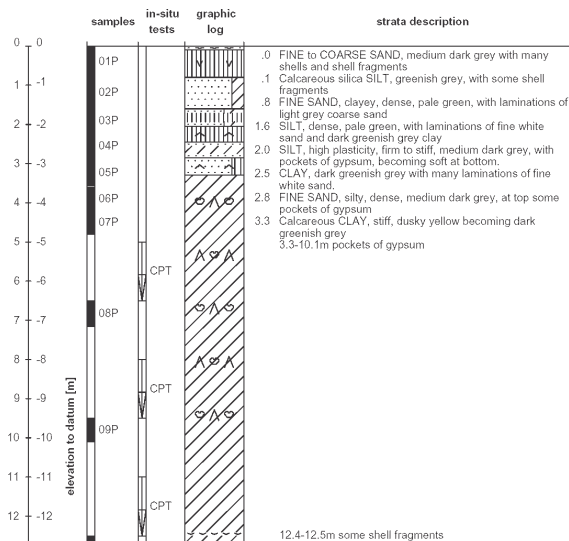
De toplagen zijn vrijwel alle overgeconsolideerd. Dit is te verklaren door de jaarlijkse aanwezigheid van grote ijsmassa's in dit deel van de Kaspische zee. De ijsmassa's lopen aan de grond, waardoor deze wordt verstoord en een heterogene toplaag ontstaat. Door het gewicht van het ijs zijn de grondlagen overgeconsolideerd geraakt.



### Ontwerp KE-F eiland

Op de zogenaamde KE F locatie is het eerste eiland gebouwd. De waterdiepte bedraagt circa 4 m. De lokale bodemopbouw is als volgt te beschrijven:

- zand met veel schelpen, dikte 0,4 m;
- slappe klei, dikte 1 m;
- vast, siltig zand, dikte 1,7 m;
- stijve tot harde klei.



De afmetingen van het eiland zijn circa 100 ´ 160 m<sup>2</sup>. De bovenzijde van het eiland ligt op 4 m boven gemiddeld waterniveau (= ORL, lokaal referentie niveau). Het eiland wordt aan drie zijden begrensd door een ‘dynamic slope’, bestaande uit een steen-bestorting. De vierde zijde is uitgevoerd in stalen damwand. Deze damwand fungeert als kade.

Het geotechnisch ontwerp van het eiland was vooral gericht op de kademuur, de stabiliteit van de taluds, zettingen als gevolg van de bouw van het eiland, fundering van diverse gebouwen op het eiland en de verticale deformaties van de boorstelling.

### Lime stone

Wat een lastig aspect was, is dat het eiland gemaakt is van ‘lime stone’ –kalk steen uit een naburige groeve. De eigenschappen van dit gesteente waren slechts bij benadering bekend. Vooral de verwachte cementatie (na verdichting) was lastig te voorspellen. Op basis van enkele proeven zijn de geotechnische eigenschappen van het materiaal vastgesteld.

Vanwege de cementatie kon worden uitgegaan van zowel een hoge wrijvingshoek als van een hoge cohesie. De hoge cohesie is echter alleen aanwezig bij geringe deformaties. Bij relatief grote deformaties zal de binding door cementatie verdwijnen. Gerekend is met een wrijvingshoek van 35° en een cohesie van 20 kPa, voor de –goed verdichte laag boven de gemiddelde waterstand.

### Damwandontwerp

Belangrijke randvoorwaarden voor de kade waren sterk wisselende waterstanden door ‘upsurges’ en ‘downsurges’, als gevolg van wisselende windrichtingen en stromingen in het bekken en relatief grote kraanbelastingen op de kade (150 ton). De kraanbelasting bleek maatgevend voor de verankering te zijn,

Grote ijsbelastingen welke op de constructie werken zijn voor het ontwerp van de verankering niet als maatgevend beschouwd, aangezien deze belasting tegen de grond indrukt (welke ook bevroren is). Voor het buigend moment bleek de ijsbelasting wel maatgevend te zijn.

Voor het damwandontwerp is rekening gehouden met het effect van verdichting door de actieve en neutrale gronddrukcoëfficiënten met een factor drie te vermenigvuldigen.

De bovenzijde van de damwand bevindt zich op 3,3 m boven ORL water lengte van de damwanden is 15 meter, waarbij de voet van de damwanden circa 4,5 meter in de stijve klei staat.

Door de verdichting van de aanvulling wordt de verankering relatief zwaar belast. De uiteindelijke verankering bestaat uit 3” ankers (ø76 mm), hart op hart 2,4 m. De ankers zijn verbonden aan een 4 m hoge ankerwand op 16 m achter de voorwand.

### Zettingen

Er waren relatief weinig samen-drukkings-proeven uitgevoerd, waardoor de zettingen slechts met een beperkte zekerheid waren te voorspellen. De berekende zettingen van het eiland lagen in de orde van 0,1 à 0,15 m.



De vereiste nauwkeurigheid van de voorspelling van de deformaties door het gewicht van de boorstelling ligt in een heel andere orde van grootte; verschilzettingen van maximaal enkele centimeters werden acceptabel geacht. De maximaal berekende zettingen bedragen 63 mm, met verschilzettingen van 43 mm.

Voor de predictie van deze zettingen is gebruik gemaakt van het eindige elementen pakket Plaxis. De fundering van de boorstelling bestaat uit twee parallelle balken met een lengte van circa 20 m. Vanwege de grote belastingen (tot 500 kN/m) is de spreiding in de bodem in twee richtingen gemodelleerd. Eerst is de spreiding in dwarsrichting bepaald, waarna de gereduceerde belasting is ingevoerd in het model waarbij de langsspreiding is gemodelleerd.

### Voorzieningen

Vanwege de strenge milieueisen is op 1 meter boven de gemiddelde waterstand een vloeistof-dicht folie aangebracht. De folie levert voor sommige constructies

lastige details op. Elke doorvoer in de folie verdient speciale aandacht. Dit was bijvoorbeeld de reden dat er geen paalfunderingen op het eiland zijn toegepast en dat de paalfunderingen welke noodzakelijk waren buiten het eiland zijn gerealiseerd. Dit geldt bijvoorbeeld voor de 'flare booms, waarmee overtollig gas wordt afgefakkeld. Verder zijn alle constructies op staal gefundeerd, soms op grote funderingsvoeten.

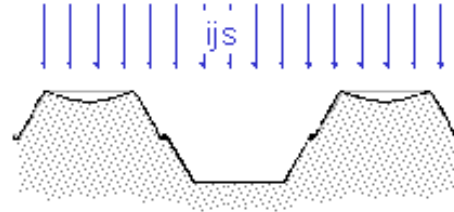
Op het eiland worden opslagloodsen in de vorm van grote tenten gebruikt. Deze tenten hebben afmetingen van bijvoorbeeld 20 ´ 50 m<sup>2</sup>. De funderingsbelastingen zijn aanzienlijk. Vooral een horizontale belasting, in combinatie met een opwaartse kracht leidt tot grote, zware funderingsblokken, bijvoorbeeld 1,2 ´ 0,6 ´ 4,5 m<sup>3</sup> per steunpunt.

De eerder genoemde 'flare booms' zijn op een paalfundering buiten het eiland geplaatst. Voor deze fundering was niet zozeer de belasting uit de 'boom' maatgevend, maar meer de horizontale ijsbelasting.

### Winter 2001-2002

Tijdens de winter van 2001-2002 waren de ijscondities tamelijk extreem. Naar aanleiding van de ervaringen met het gedrag van het eiland zijn verschillende aanpassingen en studies verricht. Op de hoeken van het eiland zijn de taluds flauwer gemaakt door extra steen te storten.

De damwanden hebben de winter goed doorstaan, echter is er een verschijnsel opgetreden waar in de Nederlandse praktijk nooit rekening mee wordt gehouden en in het Engels 'denting' wordt genoemd: Het vervormen van het damwandprofiel.



Het mechanisme is met behulp van een raamwerkprogramma nagerekend, waarbij inderdaad plastische vervormingen konden worden gemodelleerd.

### Besluit

De opgedane ervaringen zijn vastgelegd in een 'design-report', waarin alle ontwerpnotities en -rapporten zijn vastgelegd, samen met de 'as built' tekeningen en een evaluatie van de uitvoering. Deze kennis zal zeker worden ingezet bij de ontwerpen van de volgende constructies in de Kaspische zee.

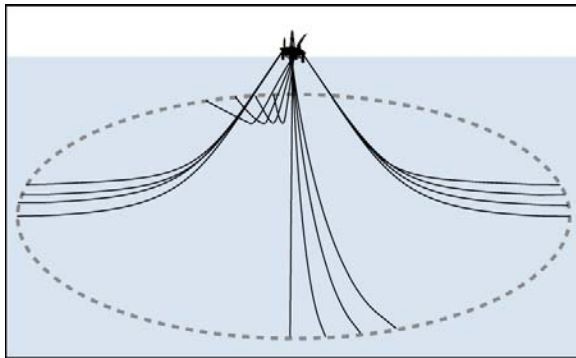


## OFFSHORE

# The use of drag embedment anchors in offshore mooring systems

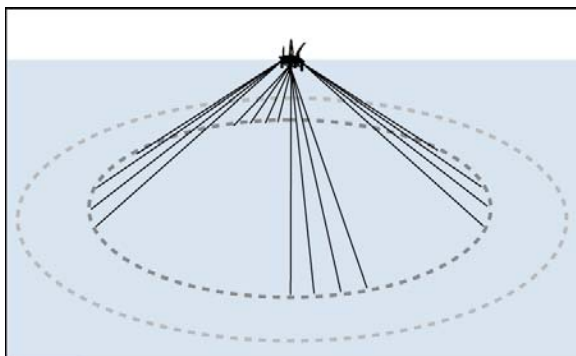
*Ir. R.M. Ruinen, Application Engineer  
Vryhof Anchors BV, Krimpen aan den IJssel, The Netherlands*

For the past 30 years Vryhof Anchors BV has been a leading supplier of drag embedment anchors for the offshore industry. During this time a number of innovative types of anchor have been developed for the anchoring of mobile offshore drilling units (MODUs) and floating production and or storage units (FPSO / FSO). These anchors have been used in all areas of the world, various soil conditions and waterdepths exceeding 1500 m. This article will give a brief description of the different anchor types, their application and the challenges involved with selecting an anchor for a specific type of soil.



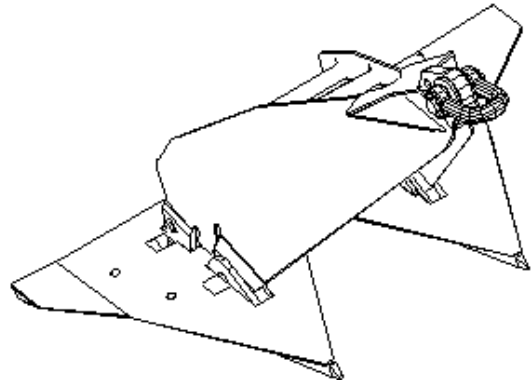
Figuur 1. Catenary mooring.

The most common mooring line configuration in waterdepths of up to 1000 m is the catenary mooring line consisting of chain and wire rope (Fig. 1). For exploration and production in waterdepths beyond 1000 m, the weight of the mooring line starts to become a limiting factor in the design of the floater. To overcome this problem new solutions have been devised consisting of synthetic ropes in the mooring line (less weight) and/or a taut leg mooring system (Fig. 2).



Figuur 2. Taut leg mooring.

The major difference between a catenary mooring and a taut leg mooring is that where the catenary mooring arrives at the seabed horizontally, the taut leg mooring arrives at the seabed at an angle. This means that in a taut leg mooring the anchor point has to be capable of resisting both horizontal and vertical forces, while in a catenary mooring the anchor point is only subjected to horizontal forces at the seabed.

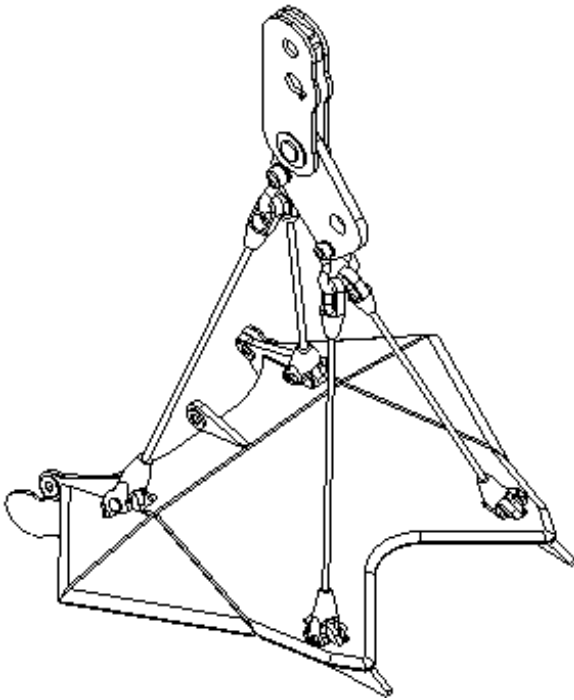


Figuur 3. Stevpris Mk5 anchor.

For use in catenary mooring systems, Vryhof has developed the Stevpris anchor (Fig. 3). This is a very versatile anchor as it can be used in a wide range of soil conditions ranging from normally consolidated clays (typical for deepwater areas) to overconsolidated clays (typical for the North Sea area), sandy seabeds and even cemented seabed conditions (calcarenite, corals) which for example are encountered offshore Australia. By changing the angle between the fluke and the shank of the anchor, it is capable of penetrating into different seabed conditions. As a rule of thumb, the larger the angle the softer the soil conditions have to be to allow the anchor to penetrate into the soil.

For taut leg mooring systems, the Stevmanta vertical loaded anchor (Fig. 4) has been developed. To generate the required vertical resistance, deep penetration into the seabed is required, which makes this anchor especially suitable in very soft clay soil conditions.

After installation of the Stevmanta VLA anchor to the required depth, the anchor is triggered to the normal loading mode, in which the anchor is then capable of withstanding both horizontal and vertical loads without any further movement in the seabed.



Figuur 4. Stevmanta VLA anchor

When designing drag embedment anchors for an offshore mooring application, there are two main differences between a drag embedment anchor and other anchoring solutions (gravity bases, piles, suction piles). These being:

- 1) A drag embedment anchor is installed into the seabed by applying a (horizontal) force to the mooring line connected to the anchor, this force typically being equal to the maximum design load.
- 2) There are no general design rules for drag embedment anchors, while for other anchoring solutions accepted geotechnical design rules are more or less available.

These differences will be explained in more detail below.

#### **Anchor installation.**

When a pile (or gravity base / suction pile) is designed, the location of the pile in the horizontal plane is known. Generally this will be on (or close to) the location of the soil investigation. This means that the soil parameters for the design of a pile can be related directly to the results of the soil investigation.

When a drag embedment anchor is installed, it penetrates into the seabed due to the load being applied to the mooring line. The anchor will continue to penetrate into the soil until it reaches a depth where the soil gives a resistance equal to the required installation load. When the anchor is penetrating into the seabed, it is not only moving vertically but also horizontally. The horizontal component being called the drag length of the anchor. Typical drag lengths of anchors are between 10 m (sands and hard clays) and

60 m - 70 m (very soft clay). This means that when the anchor is deployed on the location of the soil investigation, it will be moving away from this location during the installation process. Experience has shown (especially in shallow water locations) that the anchor may encounter variations in the soil conditions when being installed, resulting in the anchor being designed based on upper and lower bound soil profiles to take this variation into account.

#### **Geotechnical design**

Drag embedment anchors are generally designed based on empirical relationships between the type of anchor and the soil conditions, due to the lack of general design rules for these types of anchors. These relationships are based on test data that the anchor manufacturers have gathered over the years. The use of these empirical relationships is an accepted practice in the industry. For example Vryhof Anchors has an extensive database that holds the results of anchor installations in various different soil conditions and with different anchor types. Based on the soil data that is received for a project, the anchor is designed based on the empirical relationships and the results from the database for similar soil conditions.

As can be imagined, the large displacements that the anchors go through during the installation phase, make it difficult to model this in a finite element program. This can be (and sometimes is) done for an anchor after it has been installed in the seabed and the position is known. There are some programs on the market today that allow the calculation of the trajectory of a drag embedment anchor in soft clays. These are based on advancing the anchor in the soil for a fixed increment and calculation of the equilibrium position of the anchor at each step. The results of these programs show good a relationship with the results of actual anchor installations. However most of these programs are not suitable for use in sands (or variable soil profiles) as they do not allow the modelling of the resistance that the anchor encounters in the sand. Current research is partly focussed on generating a model for the anchor in sand and combining this with the clay model. This will allow the drag embedment anchor performance to be calculated in varying soil conditions, based on accepted geotechnical principles.

One thing that should always be taken into account when using these programs to design the anchors for an application is the variation in the soil conditions. Suitable upper and lower bound soil profiles should be used in the design. This is not only to take into account the drag length of the anchors, but also the fact that the soil investigation is generally not performed at all anchor locations. In some applications, the anchor design is based on a single soil investigation that has been performed a number of kilometres from the intended anchoring location.



### **Conclusion**

In the previous text, the author has tried to give an introduction into considerations that go into the design of drag embedment anchors for offshore mooring applications. Even with some of the uncertainties that are inherent to this type of anchoring solution, using sound engineering judgement with regards to the soil conditions will lead to a safe solution. This can be illustrated by the fact that Vryhof Anchors has sold more than 6000 anchors for use in offshore mooring applications over the past 30 years.

## OFFSHORE

# The decay of the liquid limit of clays with increasing salt concentration

R. M. Schmitz<sup>1,3</sup> L. A. van Paassen<sup>2</sup>

1. GéomaC, Université de Liège, Chemin des Chevreuils 1 - Bât.B52/3, B-4000 Liège, Belgique, RM.Schmitz@ulg.ac.be
2. Geodelft, Stieltjesweg 2, NL-2628 AB Delft, The Netherlands, L.A.vanPaassen@geodelft.nl
3. Aspirant FNRS

### Abstract

Clays show, depending on their mineralogy, considerable changes in properties when they are exposed to salt solutions. In this contribution 4 different clays and one clay data set from the literature were exposed to various salt concentrations. An empirical formulation describing the decay of the liquid limit as a function of the fraction of clay minerals and the standard liquid limit with water with increasing salt concentration is proposed. With this tool an estimation of the influence of salts on the engineering properties can be given.

### Keywords

liquid limit, salts, Bentonite, clays

### Introduction

In engineering applications clays will seldom be in contact with demineralised water. Therefore it is surprising that in laboratory characterisation of clay properties still demineralised water is used as a standard.

Although laboratory results are available, the number of poly-mineral natural clays tested in this fashion is small. We extended therefore the tests on monomineralic Bentonites to 3 natural Tertiary clays and found an empirical relationship that links the decay of the liquid limit with increasing salt concentration that fits all the considered clays.

### Materials

The clays we tested were:

A mono-mineral clay:

- Colclay A natural Na-Bentonite, donated by: Ankerpoort n.v. Maastricht.

and three natural poly-mineral clays:

- Tournai, Ypresian clay, Eocene. Obtained near Tournai (Belgium), donated by the Société des Carrières du Tournais S.A.
- Soignies clay, Ypresian clay, Eocene. Obtained near Soignies (Belgium), donated by the Carrières du Hainaut
- Kruikebe, obtained from the same formation as the Boom clay; Rupelian clay, Oligocene. Obtained near Kruikebe, Argex

### Why do we use the Atterberg properties to analyse this problem?

Clays have at different water contents different behaviour. At a high water content the clay is liquid, upon losing water the clay becomes semi liquid, sticky, good mouldable, stiff and hard. The various clays do not show exactly the same behaviour. One clay is longer sticky, another clay is less sticky and can be better moulded. To express this behaviour in numbers the boundaries have to be found where these properties change (Atterberg 1911).

The Atterberg properties can be related to various properties like to the residual friction angle (overview by: Terzaghi et al. 1996), the coefficient of consolidation (overview by Sridharan and Nagaraj 2000) or the undrained shear strength (overview by Muir Wood 1990).

### Testing method

The Atterberg test results of the natural clays were obtained using the Casagrande cup according to NF P94-051, the Atterberg tests results of the Colclay were determined using the cone penetrometer method according to BS1377:Part 2: 1990. The cone parameters give liquid limits that correspond reasonably with Casagrande liquid limits, but the very different values of liquid lead to different values of liquid limits for extreme soils (Muir Wood 1990). Above a liquid limit of 100% (Overview by Head 1992) the cone method tends to give slightly lower values. Because the cone method is preferred above the Casagrande method (Muir Wood 1990) we used the data for the clay with a high liquid

limit determined with the cone method and the Casagrande liquid limit for the clays with smaller liquid limit values.

**Salt versus LL monomineral clay**

In figure 1 it can be seen that the addition of salt causes a significant decrease in liquid limit; but after an addition of 0.1M salt this does not change things to a large extent.

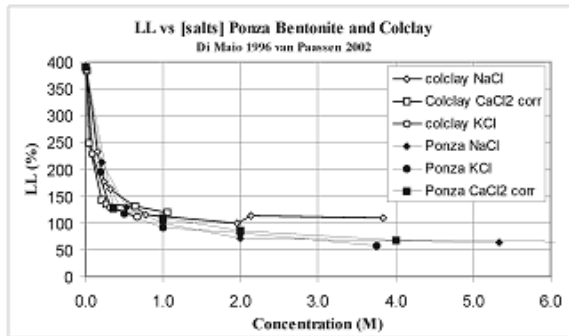


Figure 1. The evolution of the liquid limit when two Bentonites are exposed to different salt concentrations.

This observation holds true for NaCl, KCl and CaCl<sub>2</sub>. Note that for the latter a correction for the concentration has been made. In figure 1 the equivalent monovalent concentrations of the cations are plotted.

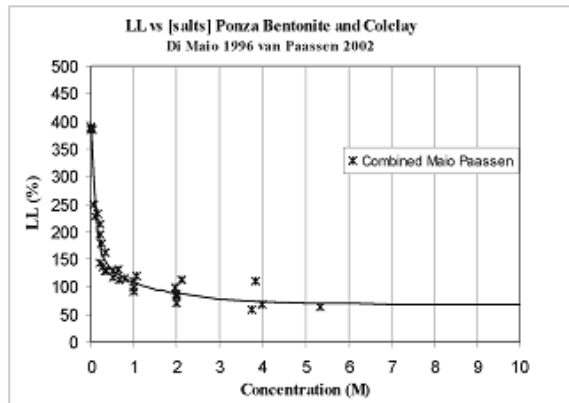


Figure 2. The decay of the liquid limit of Bentonite as a function of the concentration of monovalent cations.

The curve fits well to e.g. a second order exponential decay function:

$$LL = 57.5 + 241 \cdot e^{\left(\frac{-C}{0.148}\right)} + 69.3 \cdot e^{\left(\frac{-C}{2.85}\right)}$$

LL = liquid limit (%)

C = concentration monovalent cations (M)

R<sup>2</sup> = 0.937

The results above show that the pure clays are very sensitive to salt concentrations and at even low concentrations 0.1M nearly 50% of the decrease in liquid limit has occurred.

**Salt versus LL monomineral clay**

In engineering practice the clays will however not be pure mono-mineral clays and therefore we had a look at three tertiary natural clays.

The Colclay and the Ponza Bentonite show comparable behaviour. The Colclay consists of 95-100% neoformed volcanogenic Smectite. the same material that forms the smectite fraction in the following three natural clays that were exposed as well to salts concentrations (NaCl and KCl).

The Colclay is a neoformed volcanogenic clay; and the clay is thus similar to the Smectite fraction of the following three natural clays: Kruikebe, Soignies and Tournai. If we plot their decay next to the previous figure we see (figure 3) that the effect of salt on the behaviour is less than that of the Bentonites. This is often attributed to their lower Smectite content.

**Table 1; Average Atterberg properties of the three clays**

Clay name	Tournai	Kruikebe	Soignies
Clay fraction (%)			
Illite	61	65	52
Illite-Chlorite mixed layer	16	28	33
Smectite	8	18	15
Al-hydroxylised Smectite	68	17	16
Kaolinite	8	5	6
Chlorite	0	13	20
	0	19	10

The mineralogy was determined using the Liege clay laboratory approach that takes all clay minerals into account (independent of the arbitrary 2micrometer). This method is described in ManWal (2001) or in Schmitz (et al 2001).

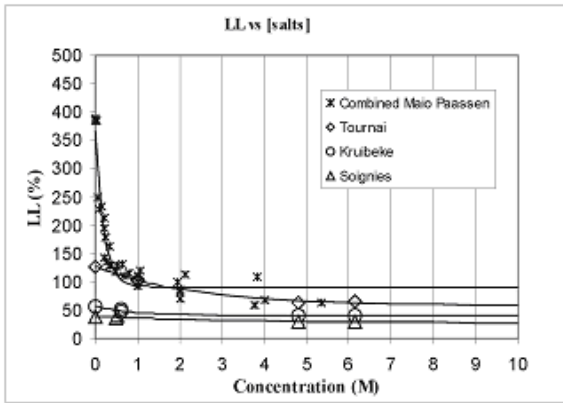


Figure 3. The decay of the liquid limit of three Tertiary clays and two Bentonite as a function of the concentration of monovalent cations.

**Correlation of decay functions**

If we correlate the data of the 4 data sets with a simple first order decay function we find the following parameters:

**Table 2; First order decay**

functions:  $LL = LL_0 + a \cdot e^{-\frac{C_{mc}}{t}}$

Clay name	Tournai	Krubeke
LL0	57.9	41.1
t	2.28	0.833
a	69.3	16.2
R <sup>2</sup>	0.994	0.935
Clay name	Soignies	Colclay+ Ponza
LL0	27.4	91.2
t	3.38	0.196
a	11.4	275
R <sup>2</sup>	0.888	0.927

In which t represents a concentration lag which is higher the less clay is available (see figure 4). LL0 is the basic value of the LL standard tested with demineralised water (see figure 4) and a is the amplitude which is as well as the LL0 a function of the standard LL.

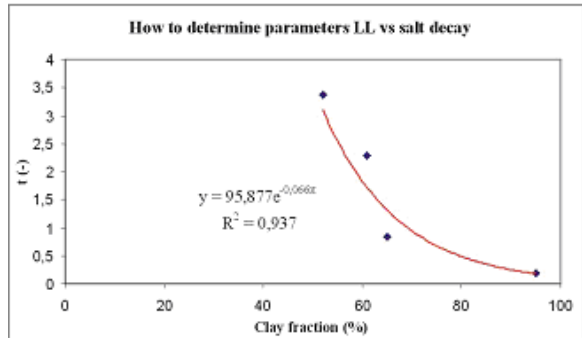
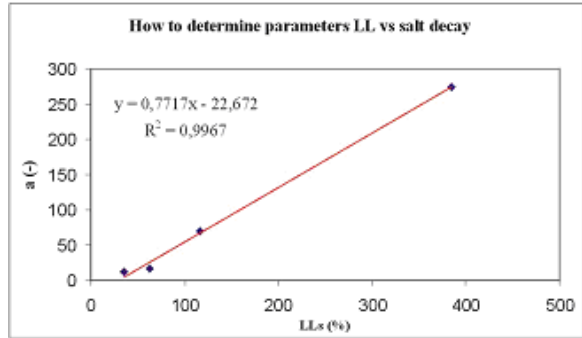
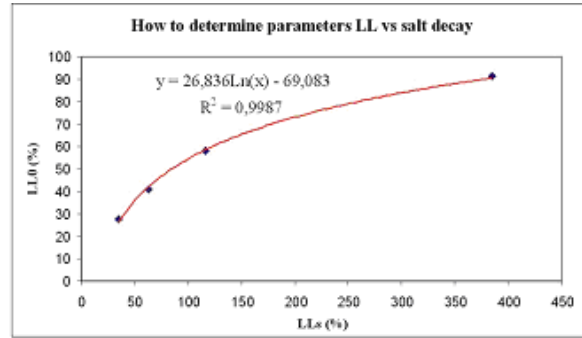


Figure 4. The parameters used in the decay function can be related to standard clay properties.

Using these relationships a function for the  $LL=f(LLs, CF, C_{mc})$  can be found e.g.:

$$LL = (26.8 \cdot LN(LLs) - 69.1) + (0.772 \cdot LLs - 22.7) \cdot e^R$$

$$R = \frac{-C_{mc}}{95.9 \cdot e^{-0.066 \cdot CF}}$$

This function is plotted in figure 5 next to the original data sets.

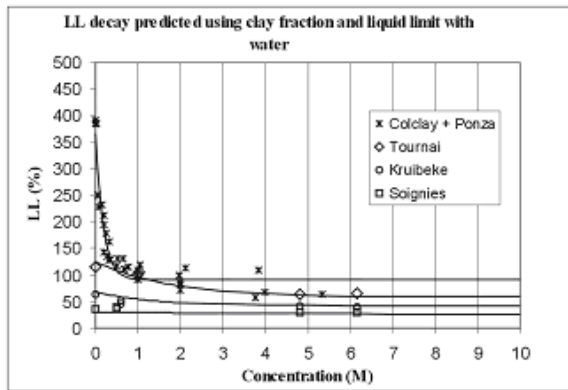


Figure 5. The prediction of the Atterberg values as a function of the salt concentration using the decay function.

Figure 5 shows that with a good prediction can be found for the 4 data bases that were tested.

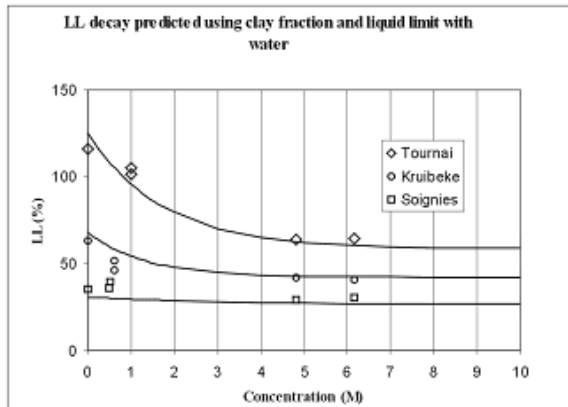


Figure 6. This figure is identical to figure 5 but the zone showing the natural clays is enlarged.

**New tool**

Now a tool has been created in which the liquid limit can be related to e.g. the coefficient of consolidation. the relationship  $LL=f(F,C,LLs)$  is available we can try to predict the behaviour of the consolidation with increasing salt concentration. A well known relationship between the liquid limit and the coefficient of consolidation:  $C_c = 0.009 \cdot (LL - 10)$  (Terzaghi and Peck 1967)

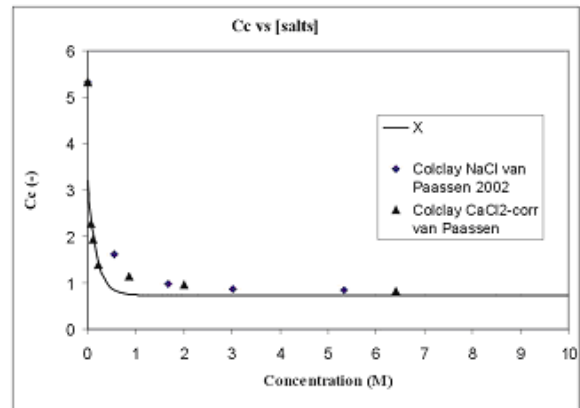


Figure 7. The prediction of the consolidation coefficient for several clay-salt combinations.

**Acknowledgements**

The research work described in this paper was supported by a grant from the Belgian National Fund for Scientific research (FNRS). It was based on the ‘Action de Recherche Concertée’ of the ‘Communauté Française de la Belgique’, convention n° 99/04-243, entitled ‘Confinement de centres d’enfouissement technique à l’aide de barrières argileuses. The support of the FNRS and that of the Communauté Française de la Belgique were gratefully acknowledged. Additionally we would like to express our sincere gratitude for the execution and analysis of the clay mineralogy by the Liege Clay Lab, its professor J. Thorez and its assistant D. Dosquet.

**Nomenclature**

- CF the clay mineral fraction (all clay minerals and not only the fraction <2 micro meter) in mass % of the sample, determined from a total random powder XRD plot (% total mass sample)
- $C_{mc}$  the concentration of monovalent cations (mol/l)
- LL the liquid limit (water content with respect to dry mass %)
- LLs a standard liquid limit of a clay tested with demineralised water (water content with respect to the dry mass %)
- Sa Specific surface area ( $m^2/g$ )

### References

- ATTERBERG, A. (1911) Die Plastizität der Tone, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Vol. 1, 1911.
- DI MAIO, C. (1996) Exposure of bentonite to salt solution: osmotic and mechanical effects. Géotechnique 46, No. 4, 695-707.
- HEAD, K.H. (1992). Manual of soil laboratory testing, volume 1: Soil classification and compaction tests, second edition, John Wiley & Sons.
- MANWAL 2001: Manuel relatif aux matières naturelles pour barrières argileuses ouvragées pour C.E.T. (centres d'enfouissement technique) et réhabilitation de dépôts en Région wallonne. Version 1. Éditeurs: Marcoen JM, Tessier D, Thorez J, Monjoie A, Schroeder Ch. Published by: Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Office wallon des déchets. 40 pp.
- MUIR-WOOD 1990: Soil behaviour and critical state soil mechanics. Cambridge university press.
- SCHMITZ, R.M., DOSQUET, D., ILLING, P., RODRIGUEZ, C., OURTH, A-S, VERBRUGGE, J-C., HILLIGSMAN, S., SCHROEDER, C., BOLLE, A., THOREZ, J., CHARLIER, R. 2001. Clay – leachate interaction: a first insight. In: 6th KIWIR International Workshop on Key Issues in Waste Isolation Research. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris France 28 - 30 November 2001: pp.245-269.
- SRIDHARAN, A., NAGARAJ, H.B. (2000) Compressibility behaviour of remoulded, fine grained soils and correlation with index properties. Can. Geotech. J. 37: 712-722.
- TERZAGHI, K., PECK, R.B.: "Soil Mechanics in Engineering Practice", second edition, John Wiley & Sons, Inc., 1967.
- TERZAGHI, K., PECK, R.B., MESRI, G.: "Soil Mechanics in Engineering Practice", third edition, John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- VAN PAASSEN, L. (2002) The influence of pore fluid salinity on the consolidation behaviour and undrained shear strength development of clayey soils. memoirs of the Centre of Engineering Geology in the Netherlands, No. 216, ISSN 1386-5072, TU-Delft, Delft.

## OFFSHORE

# Trenching of offshore pipelines and cables using the SeaJet Trencher

*Ir. R.D. Koster, Ballast Ham Dredging*

### Abstract

The SeaJet Trencher is primarily designed and built by Ballast Ham Dredging (BHD) dredging and marine contractors. This high performance system is specially designed for post burial of pipelines, umbilicals, power cables and fibre optic networks. Two jet swords are lowered next to the pipeline or cable and fluidise the soil, to allow the pipe or cable to sink into the trench to a depth of approximately 2-3 meters. The SeaJet buried over 100 km of rigid and flexible pipelines (8" to 16" OD) and 50 km of umbilicals.

### Introduction

Offshore oil & gas pipelines and cables require protection from potential damage by fishing nets, anchors, upheaval buckling, thermal insulation. There are basically two protection methods. The first protection method is the placement of rock on the pipeline or cable. This is generally done by special rock dumping vessels. The other method is to trench the pipeline or cable into the seabed. After the pipe or cable is buried in the seabed additional backfilling of the trench with seabed material or rocks is possible. Some of the items to be considered, in choosing between either method, are the soil parameters of the seabed and costs.

During the development of offshore oil and gas fields different burying techniques were explored. A common technique is dredging a trench with common dredging equipment, for instance a cutter dredge or trailing suction hopper dredge. In this case the trench is dredged first and the pipeline laid after the dredging operation. A new development in offshore trenching is the SeaJet 2000. This high performance system is specially designed for post burial of infield pipelines, umbilicals, power cables and fibre optic networks. The SeaJet Trencher is a Remotely Operated Vehicle (ROV) capable of trenching in a variety of soil conditions in water-depths up to 1,500 metres.

### General description

The trencher is designed for subsea trenching. It consists of a modular stand-alone system that fits any support vessel with sufficient deck area.

The principle trenching technique of the SeaJet consists of powerful water-jets located in a jet-sword. For non-cohesive soils the flow of jet water fluidises the soil in such a way that the pipeline sinks under its own weight in the fluidised soil. For cohesive soils the strong jets cut a trench in which the pipeline sinks to the bottom of the trench.



Figure 1. SeaJet 2000

### Remote Operated Vehicle

The trencher frame is made of high-tension steel and is equipped with buoyancy blocks to provide almost neutral buoyancy. The trencher is equipped with several thrusters, some acting vertically and some horizontally.

### outriders

In the free flying mode the vehicle can move freely in all directions. During trenching operations the thrusters provide the down thrust and propulsion of the vehicle.

The outriders of the vehicle are used as sensors to measure the position of the vehicle relative to the seabed.

### Umbilical

The umbilical, connecting the SeaJet to the support vessel, is used to power, control and monitor the trencher. The umbilical is spooled onto the drum of the umbilical winch on board of the support vessel. The umbilical winch is equipped with a heave compensation unit, keeping a constant - adjustable- tension on the umbilical following the movements of the vessel and the trencher.



Figure 2. SeaJet ready to be launched from support vessel

**Operational safety**

Investing in offshore in pipelines and cables is very expensive. Operational safety during the trenching operations is therefore a key-issue.

The SeaJet Trencher is a so-called non-contact trencher. This means that there is hardly to no contact between the trencher and the pipeline or cable. The two jetting swords of the SeaJet Trencher are furthermore designed with a smooth profile, to avoid damage to the pipeline or cable when contact between the sword and the pipeline or cable is made.

The SeaJet is also nearly buoyant. When contact is made the forces on the pipeline or cable are reduced to a minimum. This in contrast to conventional underwater ploughs, that were often used to bury pipelines in hard soils. The plough is physically connected to the pre-laid pipeline and it uses the pipeline as a 'route tracking device'. When something goes wrong while pulling the plough through the seabed (severe) damage can occur to the pipeline. Repairs to a damaged pipeline are costly and time consuming.

**Operational procedures**

As stated above the Seajet Trencher requires a support vessel from which it operates. At the working location the trencher is launched into the water. During this operation the support vessel maintains on position using its dynamic tracking system. The trencher is then guided to the selected working location, using a sub-sea positioning referencing system.

When the working location is reached the pipeline or cable will be located using video camera, sonar and/or pipe-tracking device installed in the SeaJet. Once the pipeline is located, the pilot aligns the trencher in the working direction and lowers the vehicle skids on to the seabed.

The trencher is kept in position on the seabed by applying small downward thrust of its horizontally aligned thrusters. The water pump is started up, and the jetting knife is lowered gradually to the designated pipeline depth in the seabed. In order to counteract the lift created by the outflow of the water from the jets, additional downward thrust is applied.

When the jetting knife is at final burial depth forward trenching can commence. As the trencher moves, the support vessel follows the progress of the trencher.



Figure 3. Seajet aligned along pipeline

For non-cohesive soils the flow of jet water fluidises the soil in such a way that the pipeline lowers under its own weight into the fluidised soil. For cohesive soils the jets actually cut a trench in which the pipeline or cable deflects to the bottom of the trench.

The burial depth of the product is monitored constantly with both profilers and cable trackers mounted fore and aft on the vehicle. By varying the jet configuration of the trencher and the travelling velocity of the vehicle the pilot can control the depth of the burial of the pipeline.

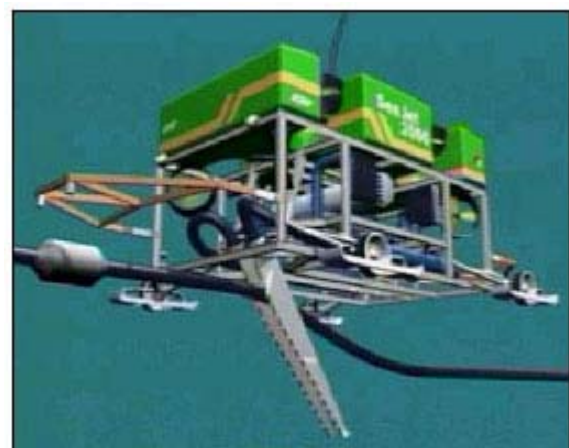


Figure 4. Seajet trenching pipeline in the seabed





Ballast Nedam Dredging is a world leading Dredging and Marine Contractor and operates dredging operations for pipeline and offshore cable trenching. Over the years BND has gained expertise in trenching of pre- and post-laid pipelines and cables.

## OFFSHORE

### Offshore site investigation beyond the edge

I. Rijnberg, Fugro Engineers

De laatste jaren is er een trend zichtbaar binnen de olie industrie om olie te zoeken over het randje van het continentaal plat. Exploitatie van velden op waterdieptes groter dan 1200 meter zijn niet meer ongewoon. Werken op deze waterdiepten heeft zo z'n specifieke problemen en bijzonderheden zoals hoge waterdruk, geologie en natuurlijk de grote afstand waarop de apparatuur bediend wordt. Ondanks al deze potentiële problemen wordt er bij Fugro Engineers BV toch al weer enkele jaren succesvol geotechnisch onderzoek uitgevoerd op deze grote dieptes. Dit artikel is bedoeld als een korte introductie in geotechnisch onderzoek in diep water

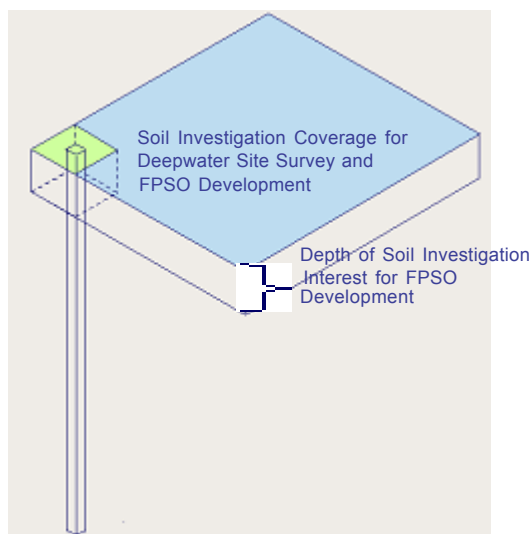


Figuur 1. M/V Bucentaur, boorschip uitgerust voor diepwater onderzoek

Diepzee sedimenten hebben zo hun eigen geotechnische eigenschappen. In de meeste gevallen bestaat de bodem uit zeer zachte sedimenten, vaak zelfs onder geconsolideerde klei. Door de zeer lage draagkracht van deze grond kunnen er aanzienlijke zettingen optreden bij installatie. Bezwijken van grond kan ervoor zorgen dat conductors e.d. instabiel worden en zettingen op de zeebodem kunnen resulteren in verzakkende pijpleidingen en subsea manifolds. Beide situaties zijn ongewenst. Daar komt nog bij dat veel van deze locaties ook nog potentieel gevaarlijk zijn vanwege landslides en debrisflows. Een grondig geologisch en geotechnisch onderzoek is dan ook noodzakelijk.

Onderzoek in diep water verschilt wezenlijk in onderzoek voor ondiep water. Door het werken op grote waterdiepten zijn de eisen die aan de functionaliteit van de constructies gesteld werd veranderd. Platformen op palen zijn niet meer toepasbaar op grote diepte. Een

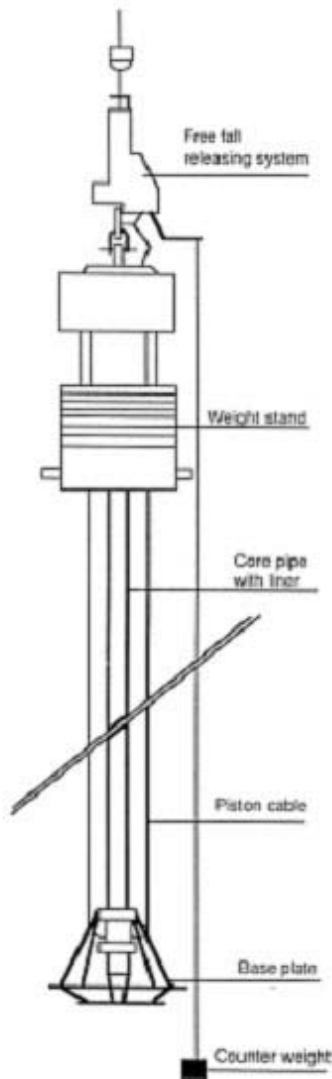
deel van de bewerkingen die vroeger op het platform plaatsvonden gebeuren nu op de zeebodem en de olie wordt daarna getransporteerd naar land of een Floating Production, Storage and Offloading facility (FPSO). Een typische diepzee veldexploitatie gebeurt nu met subsea manifolds en wells met flowlines naar een FPSO. Alle onderdelen kunnen voldoen met een fundatie op staal of met bijv. suction cans. Ankering van de FPSO kan ook plaatsvinden met behulp van bijv. suction ankers. Dit houdt in dat de geotechnisch onderzoek dus ook tot een mindere diepte plaats vindt (Zie figuur 2). Dit maakt het mogelijk om het merendeel van de testen vanaf de zeebodem uit te voeren. De maximale test diepte die vanaf de zeebodem bereikt kan worden is 40 meter en dit voldoet in het merendeel van de gevallen.



Figuur 2. Verandering in Scope of work

Typische testtypes vanaf de zeebodem in diep water zijn de seabed CPTs (Wheeldrive) en Piston sampling (bijv. STACOR). De Wheeldrive bestaat uit een frame dat voor reactiekracht zorgt en waarop wielen zijn aangebracht die de CPT stang de grond in duwen. Afhankelijk van de gesteldheid van de ondergrond kan hiermee een maximale diepte van 40 meter gehaald worden. Met behulp van een CPT kan een groot aantal geotechnische eigenschappen afgeleid worden. Het is echter aan te raden en ook de gewoonte om ook monsters te nemen. Een veel gebruikte sample methode is de STACOR. Dit is simplistisch gezegd een buis met

grote diameter die onder gewicht van zichzelf de grond in gedrukt wordt (zie figuur 3 voor een schematische tekening). Door zijn grote diameter en het gebruik van een piston is de verstoring van het monster gering. Dit maakt het monster zeer geschikt voor nauwkeurige classificatie en sterkte testen in een laboratorium. De STACOR is de laatste tijd veel toegepast op diep water projecten in West Africa vanaf de M/V Bavenit (figuur 4).



Figuur 3. STACOR lay-out

Seabed apparatuur van Fugro wordt gewoonlijk, indien nodig, elektronisch gevoed met kabels. Deze kabels zijn echter zwaar en met het toenemen van de lengte worden ook de energieverliezen onacceptabel. Er wordt dan ook steeds meer met accu's gewerkt. Op dit moment wordt gewerkt voor de kust van Brazilië met een nieuw type accu waarmee ongeveer vier wheeldrive testen kunnen worden uitgevoerd tot een maximum diepte van 2100 meter. Voor de toekomst zijn er zelfs plannen om geotechnisch equipment op Remotely Operated Vehicles (ROVs) te zetten. Er liggen dus nog heel wat ontwikkelingen in het verschiet. Een van de grotere verbeteringen die gedaan kunnen worden is het vergroten van de hijsnelheden. Op dit moment is de hijsnelheid ongeveer 15 tot 20 meter per minuut. Het op en neer halen van een frame op 2 kilometer diepte kost dus al 3,5 uur. Verhoging van deze hijsnelheid zal voor een verhoging van de productiviteit zorgen. Met deze constante verbeteringen zal Fugro zijn leidende rol in diep water geotechnisch onderzoek zeker behouden en voor zover mogelijk uitbreiden.



Figuur 4. M/V Bavenit met STACOR op de Deployment Stinger

## OFFSHORE

### Bombax Pipeline Project

*ir.P.H.A.Hendrickx, Koninklijke Boskalis Westminster*

#### Project description

The BP Bombax Pipeline Project is located off the East Coast of Trinidad and comprised the installation of a 6" condensate pipeline running from Kapok Platform to a 40" existing line, a 26" multiphase pipeline from Kapok Drilling Platform to a manifold at Cassia "B", and a 48" gas pipeline originating at Cassia "B" Platform, delivering natural gas product to an existing onshore facility at Beachfield, Guayaguayare.

As part of this project Boskalis was awarded the contract for the provision of landfall services of the 48" gas pipeline.

Boskalis' scope of work comprised all dredging and backfilling works, all topographic and hydrographic multi-beam survey activities and the landfall pull-in operations using linear winches.



#### Quality assurance, health, safety and environment

All activities, personnel and equipment had to comply with the BP requirements, which are considered to be one of the highest in the industry.

During all phases of the works, all activities, personnel and equipment were constantly verified against BP Golden Safety Rules and 'getting HSE right', which included a minimum level of Basic Safety Training for all personnel, Risk Assessments and Job Safety Analysis. A total of more than 125,000 man-hours were reached on the Project, without a Lost Time Accident (LTA).

#### Dredging works

The total dredging works consisted of the excavation of a 4,275 m long trench to approximately the -25.0 m LAT contour line.

The Cutter Suction Dredger (CSD) "Oranje" supported by marine equipment carried out the dredging works. Material to be dredged consisted of soft clay offshore to hard clay near-shore, with sandy and coral material in between.

The cut-width of the dredging varied, depending on the soil characteristics and the water depth. The dredged material was sidecasted adjacent to the trench.

In total some 325,000 m<sup>3</sup> of material was dredged by the CSD "Oranje".

The soil of the onshore part (some 100 m) of the trench consisted of stiff clay and the excavation of this part of the trench was therefor performed by means of dry earthmoving plant.



A backhoe-type excavator, standing on top of a temporary installed stone causeway, was used to excavate the material and placed it adjacent to the causeway into a temporary stockpile, which was re-used for backfill after the pipeline installation.

#### Pipeline pull-in operations

The installation of the landfall section required a pipe-pull of approx. 2,700 m of the 48" concrete coated pipeline.

The pull was set-up by using 2 linear 500Te continuous pull winches and steel wires of 102 mm diameter.

The linear winches, as well as the four reel winders were placed on a concrete foundation behind the onshore tie-in point. Anchorage for the winches was applied in

the form of a sheetpiled wall, engineered and designed for 1,500Te pull force.

Boskalis installed the pull wires using a 500 m long 52 mm messenger wire first, laid from the beach towards deep water with a multi-cat. A dynamic positioned vessel (DP class 2), picked-up the messenger wire and laid the 102 mm pull-in wires simultaneously (parallel) to the target lay-down area.

Before the start of the pull-in operations the pull-in wires were picked-up and connected onto the combined pull-and test-head onboard the pipelay vessel “Solitaire”. In order to accommodate the welding operations onboard the pipelay vessel, the pull-in operations were stopped at approximately every 24 m (double joint). The maximum (breakout) force during the pull-in operations of the 48" pipeline was over 800Te.

In order to co-ordinate the interface activities of the pipe welding on the pipelay vessel and the pipe-pull operations onshore an adequate communication system and strict safety procedures were set up to cover all phases of the pull-in operation.

### **Backfilling works and re-instatement**

After the pipeline was installed, the offshore trench was backfilled with the Trailer Suction Hopper Dredger (TSHD) “Gema”. A minimum of 4 ft cover was required over a length of 2,500 m. Backfilling activities were completed by mid May 2002, after placing a total amount of approximately 200,000 m<sup>3</sup> of sandy soil material.

The near-shore trench was backfilled with a backhoe-type excavator, which also removed the temporary installed stone causeway.



### **Design and engineering**

Hydronic, one of the engineering departments within the Boskalis group’s organisation, provided project support in several fields. Among these were pipe-pull engineering, workability assessment of dredge equipment in the local unfavourable weather conditions, and design works for a cofferdam and back anchor wall at

the pipe-pull site.

To the latter structures, geotechnical software packages Plaxis and MSheet were used to establish and further optimise the designs. All this was done under tight conditions of stiff clay present and practical limits to sheet materials and piling equipment available.

## CONGRESSES

# 9<sup>th</sup> IAEG Congress Report

*Michiel Maurenbrecher*

Below Ir. Robert Vuurens provides a report of the 9<sup>th</sup> Congress held in the Elangeni Holiday Inn Hotel Durban, South Africa. Robert graduated recently from TU Delft and has written jointly a paper with Michiel Maurenbrecher and Prof. Keith Turner on his thesis subject "Data driven modelling of sedimentation in the Rotterdam Port area" which is central to a Delft Cluster project in which TU Delft, GeoDelft, Delft Hydraulics, IHE, RWS DNZ, RWS ZH and, not least, Havenbedrijf Rotterdam participated. The thesis could be regarded as an excursion of engineering geology into the field of hydraulics or "hydro-dynamics". It is then, not surprising, that Robert has started his working career with Koninklijke Boskalis Westminster NV, Hydronamic Ingenieursbureau!

In the report Robert highlights the keynote lecture provided by Sir John Knill. Many of his old students were present at the congress of which one star student, Prof. Mike Rosenbaum, will be organising the next 10<sup>th</sup> IAEG in London in September 2006. (Mike, who is professor of engineering geology at Nottingham Trent University also, consulted on the Delft Cluster project).

Robert's presentation at the congress could be regarded as unique and at the same time suggests that engineering geologists, as yet, pay little attention to the marine environment. There was no theme provided for this during the initial call for papers. This is strange as all the IAEG congresses in the last 16 years were held in cities having significant harbours: Buenos Aires, Amsterdam, Lisbon, Vancouver and Durban. The next venue, London, too is a main port for the United Kingdom. Even the post conference tour was to Cape Town, and the hotel was in the Victoria and Alfred harbour area. Cape Town during the Dutch period did not have a harbour, only a pier and ships often ran aground during storms. During the reign of Queen Victoria the harbour was finally constructed, Queen Victoria sending her eldest son, Prince Alfred, to officiate at the start of construction ceremony.

Despite the lack of "marine" engineering geology papers at the congress there is certainly much activity both in Cape Town and Durban with regard to marine surveys. The South African Council for Geoscience maintains two marine stations and carry out regular

surveys to monitor migration of sediments or map the seabed for future works. With the very low rate of the Rand there appears little opportunity for Dutch survey companies to compete against the low rates in South Africa. Where possibly contributions could be made is to provide equipment which, at present, is too expensive to purchase in South Africa.

The guide with the IAEG tour group said that the new apartments being built overlooking the Victoria and Alfred basin and Table Mountain were very expensive: 1.5 million Rand. Translated into Euros: 150 000! (see preview below).



## CONGRESSES

### Verslag IAEG Congres Zuid-Afrika September 2002

*Ir. R.S. Vuurens*

*Koninklijke Boskalis Westminster NV, Hydronamic  
Ingenieursbureau*

Het congres van de International Association of Engineering Geologist, waarbij ook Ingeokring is aangesloten, werd dit jaar gehouden in Durban, Zuid Afrika. Het algemene thema was "Engineering Geology for Developing Countries", hetgeen niet echt duidelijk naar voren kwam zoals in de loop van het congres zou blijken. Aan de vooravond van het congres werd bekend dat dr. Niek Rengers (!) de nieuwe voorzitter wordt van IAEG voor de komende termijn van 4 jaar. Hij volgt daarmee prof. Sijing Wang op.

De eerste dag begon met een openingsceremonie compleet met dansende en zingende Zulu-mijnwerkers en een woord van de burgemeester. De beste lezing van die dag was zonder meer de Hans Kloos lecture door Sir John Knill getiteld "Core values". Hij gaf een bijzonder scherpzinnige analyse van de plaats van ingenieursgeologie in de huidige praktijk inclusief een SWOT analyse. In zijn conclusies onderscheidt hij 3 mogelijkheden:

1. "Business as usual". Geen nieuwe initiatieven worden ondernomen om ingenieursgeologie een steviger bestaansrecht te geven in de civiele techniek.
2. Zoeken naar een herstructurering van geotechnical engineering dat het vakgebied ingenieursgeologie in een beter daglicht plaatst.
3. De rol van ingenieursgeologie zou beter herkend en gewaardeerd zijn als we de kernwaarden van het vakgebied zouden erkennen en uitbuiten.

Niek Rengers pleitte in zijn keynote lezing over de rol van informatie technologie in de ingenieursgeologie onder meer voor een uniforme data-format voor geo-data. Aan het eind van de dag gaf Siefko Slob een interessante lezing over "A methodology for seismic microzonation using GIS and SHAKE – A case study in Armenia, Colombia".

Dinsdag was een lezingen dag met onder andere keynote presentaties van Prof. Sijing Wang over de ontwikkelingen in West China en van Martin Culshaw over het belang van geologische kaarten in het digitale tijdperk. Het diner van dinsdagavond bood verscheidene Zuid Afrikaanse gerechten.

Voor de excursies op woensdag kon er worden gekozen tussen 'game experiences' en wat serieuzere geotechnical tours. Ik heb vernomen dat het wildlife erg mooi was, ikzelf zat natuurlijk bij de bus-in-bus-uit geologie tour. Vooral de verhalen van prof. Rodney



Figuur 1. Marco Huisman (ITC), Siefko Slob(ITC), Robert Vuurens (Boskalis) en Tom Bogaard (UU).

Maud over het opbreken van Pangea (hij vertelde het alsof hij er zelf bij was geweest) waren indrukwekkend. Des te meer omdat de geologische aanwijzingen duidelijk zichtbaar waren.

Een presentatie over "Harbour sedimentation rates and properties" ontbrak donderdag niet in de grootste haven van Zuid Afrika. Een gezellig buffet in een oud pakhuis aan de haven vormde een informele afsluiting van de week.

Vrijdagochtend gaf Marco Huisman net iets te vroeg een lezing over "Estimating the intact rock strength of a rock mass by simple means". Tom Bogaard van Universiteit Utrecht vertelde over een deel van zijn promotie werk over "A state-dependent ground water recharge model for landslide research".

Op het congres volgden aansluitend een aantal ingenieurgeologische excursies. Michiel Maurenbrecher en ik hebben deelgenomen aan de Kaapstad tour onder leiding van Richard Galliers.

Op de eerste dag van de Kaapstad technical tour verlieten we de Waterfront richting Valsbaai. Het Palmiet Pumped Storage Scheme project stond als eerste op het programma. De bezochte kalkzandstenen Rockview Dam houdt het bovenste reservoir, het lager gelegen reservoir ligt achter de Steenbras Lower Dam. Daartussen ligt een energie centrale met reversibele pompen / turbines. Tijdens energie opwekking stroomt het water van het hoger gelegen reservoir via de turbines naar het lager gelegen reservoir. Als er voldoende elektriciteit beschikbaar is, dan fungeren de

turbines als pompen om het water op te voeren. Pumped storage schemes zijn netto consumenten van energie. Ze werken 24 uur per dag. Wanneer geen elektriciteit wordt opgewekt tijdens piekvraag, dan worden ze gebruikt om de spanning op het net te regelen. Energiebedrijf Eskom beheert 2 pumped storage schemes: Palmiet in de Westkaap en Drakensberg in het noorden.

De reis werd vervolgd en via een wijnproef sessie kwamen we in Hermanus, waar nog een aantal Southern Right Whales zijn gespot tijdens de fish-and-chips lunch. Vanaf Somerset werd de kustlijn gevolgd langs Valsbaai, richting Kaap de Goede Hoop. De huizen zijn gebouwd op een smalle strook langs de bergketen van de Cape Peninsula, maar vaak ook op de puinhellingen onder de kliffen. Hellingstabiele problemen en vallend gesteente zijn aan de orde van de dag. De prachtige kustweg is begaanbaar op eigen risico! Aan het einde van de middag arriveerden we bij Cape Point, het meest zuidelijke puntje van de Cape Peninsula (niet van Zuid-Afrika, dat is Cape Agulhas). Kaap de Goede Hoop behoort net als de Tafelberg tot de Cape Supergroup, die bestaat uit zandsteen en shales, afgezet in een periode 460 – 280 Ma. Niet ongewoon stond er een straffe bries boven op het uitkijkpunt! Een catamaran-cruise terug naar de stad zat er dus niet meer in.

De volgende dag reisden we langs de Atlantische kust en zijn hippe stranden. De huizen zijn gebouwd op/in de zeer steile graniet hellingen. Deze graniet is ouder dan de Cape Supergroup en vormt een intrusie in de nog oudere Malmesbury Group (750-650 Ma). Een contactpunt tussen de Malmesbury slates (sedimentair) en de Cape Granite Suite (magmatisch) is een geologische bezienswaardigheid. Clarke Abel heeft na het zien van dit punt in 1818 beredeneerd dat graniet een intrusief gesteente is: een grote stap in de geschiedenis van de geologie. Charles Darwin bezocht deze plek in 1836, geïnspireerd door dit verschijnsel.

Na Theewaterskloof Dam en een trial portal voor Hex Tunnel bezochten we Ceres Dam. Het lager gelegen plaatsje Ceres ligt in het hart van het fruitteelt gebied. Ceres Dam is een 62 meter hoge privaat gefinancierde dam voor irrigatie water. Twee Ingeokring leden hebben natuurlijk de tunnels en buizen aan een nadere inspectie onderworpen (figuur 2). De dam is gebouwd met een asfalt kern, bij gebrek aan lokale klei. De buitenste laag bestaat uit lokale (kalk)zandsteen uit het reservoir.



Figuur 2. Inspectie van de leidingen van Ceres Dam door 2 Ingeokring leden

Na een overnachting op Spier Wine Estate nabij Stellenbosch, bezochten we een vuilnisbelt (general and hazardous waste disposal site) bij Vissershok en Koeberg Nuclear Power Station. Zeer interessant was het plaatsje Tulbagh. Dit historische stadje was geheel verwoest tijdens de aarbeving van 1969. Met hulp van de overheid is het in originele 'Cape-Dutch' stijl herbouwd. Veel in dit plaatsje herinnert aan de vroegere koloniale tijd.

De 3.9 km lange Huguenot Tunnel was een van de interessantste bezochte locaties. Een van de twee tunnelbuizen van de 1988 geconstrueerde tunnels is in gebruik, de ander zal in de nabije toekomst in gebruik worden genomen. De tunnel door graniet is ondersteund door 350 mm beton. Het ondersteunde gedeelte d.m.v. stalen bogen loopt door een breukzone (zie figuur 3).



Figuur 3. scheuren in het beton bij overgang van stalen bogen (rechts) naar alleen shotcrete (links)



Het volgende IAEG congres vindt plaats in 2006 in Londen. Een regionaal Europees IAEG congres EurEnGeo vindt plaats in Luik in mei 2004. Het thema is dan "Professional Practices and Engineering Geological Methods in Europe for Large Infrastructure Projects". Tot slot wil ik de sponsors bedanken die dit congresbezoek mogelijk hebben gemaakt.



## De EUREKA-prijs 2002

Door Jos Maccabiani (GeoDelft). E-mail: j.maccabiani@geodelft.nl

### Abstract

In haar rol als nationaal kenniscentrum op het gebied van de geotechniek heeft GeoDelft, gesteund door de afdeling voor Geotechniek van het KIVI, het initiatief genomen tot een jaarlijkse beloning van innovatieve ideeën in het vakgebied: de EUREKA-prijs. Het thema voor 2002 is "innovatie in stedelijk gebied" en jonge geotechnici werd gevraagd om ideeën in te sturen. Drie ingenieursgeologen werden voor de prijs genomineerd.

### Stilstand is achteruitgang

De wereld om ons vakgebied is al enkele jaren sterk aan het veranderen. Met het schaarser worden van de open ruimte wordt bij bouwprojecten steeds intensiever gebruik gemaakt van de ondergrond, waardoor meer op het scherp van de snede ontworpen zal moeten worden en slimmere toepassingen gebruikt moeten worden. Ook het feit dat zo'n 30% á 40% van de faalkosten bij bouwprojecten worden veroorzaakt door geotechnische problemen maakt duidelijk wat het belang is van innovatie in de geotechniek. Dit was reden voor GeoDelft om jonge geotechnici door middel van de EUREKA-prijs te stimuleren om tot deze innovatie te komen.

### Vijf nominaties

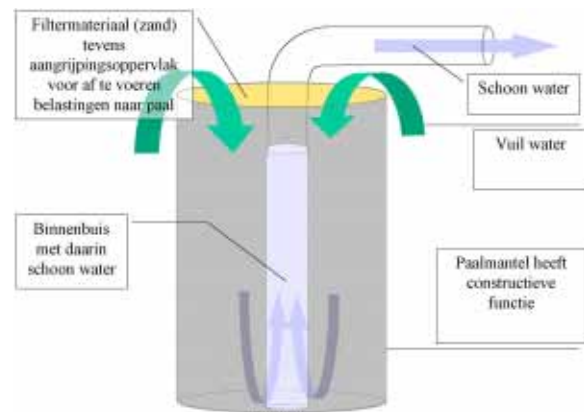
Vijftien jonge geotechnici voelden zich aangesproken en deden een voorstel om het vakgebied een sprong voorwaarts te laten maken. De jury, samengesteld uit de volledige breedte van de geotechnische wereld, selecteerde vijf ideeën hieruit die volgens hen het meest veelbelovend waren. Voor deze vijf ideeën werd een budget vrijgemaakt die de genomineerden mochten gebruiken om hun idee verder uit te werken. De uitgewerkte ideeën werden vervolgens opnieuw door de jury beoordeeld en tijdens de Funderingsdag 2002 werden de winnaars bekendgemaakt. De eerste prijs ging naar Thijs Visser met "Kijken door de grond" en de tweede prijs was voor Jos Maccabiani en Onno van Logchem met "Het ABC van isotachen". Hieronder een korte omschrijving van de genomineerde ideeën.

### F2-Paal en het Luchtanker

**E. Thie, F. Kwaaitaal, M. Pijnenburg, M. van der Veen, R. Oerlemans, R. Davidse**

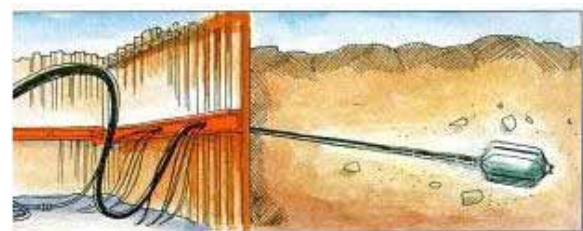
Een groep van 6 inzenders lukte het om twee van hun ideeën genomineerd te krijgen. De eerste is de "F2-Paal", een paal die niet alleen een constructieve functie heeft, maar ook dient voor opslag en zuivering van drinkwater. De paal bestaat uit een buitenmantel met daarin opgesloten een vulmateriaal. De paal heeft een diameter van circa 1 meter. De paal wordt in combinatie met een membraantechniek gebruikt voor opslag en

zuivering van gebruikt water uit het bovenliggende pand. Het schone water wordt weer bruikbaar en het gebouw wordt op deze manier deels zelfvoorzienend in de waterbehoefte.



Figuur 1. de F2-Paal

Het andere idee is het Luchtanker, een herwinbaar anker. Het luchtanker is een tijdelijk verankerings-element dat op dezelfde wijze wordt ingebracht als een groutanker. Aan het einde van de stang bevindt zich een element dat na aanbrengen opgeblazen kan worden. Een belangrijke eigenschap hiervan is dat de krachtsafdracht is gebaseerd op een drukkracht in de grond voor de ankerkop. Hierdoor hoeft het lichaam van het Luchtanker niet zo lang te zijn als dat van een traditioneel groutanker en kan schade aan bestaande bebouwing worden voorkomen.



Figuur 2. het Luchtanker

### Voetafdrukken in de ondergrond Sonja Karstens (GeoDelft)

De opkomst van meervoudig ruimtegebruik in de ondergrond is hiervoor al genoemd en de F2-paal is een voorbeeld van hoe deze ondergrondse ruimte economisch benut kan worden. Maar wat zijn op de langere termijn nu de consequenties van dergelijke toepassingen? Wat als geplande ondergrondse activiteiten conflicteren? Ondergrondse activiteiten zijn vaak minder flexibel en hebben vaak een langere levensduur dan die bovengronds. En doordat processen in de bodem relatief traag verlopen en de bodem grote bufferende eigenschappen bezit, worden effecten pas op langere termijn duidelijk. Ook is het vaak onduidelijk wat er moet gebeuren met een ondergrondse constructie na beëindiging van de levensduur.

De ingenieursgeoloog Sonja Karstens pleit voor een systeemanalyse van de ondergrond in combinatie met een levenscyclusanalyse waarmee duidelijk wordt welke elementen belangrijk zijn voor duurzaam gebruik van de ondergrond. Door toepassing van zo'n analyse kunnen risico's op een objectieve manier inzichtelijk gemaakt worden gedurende de hele levenscyclus van een ondergrondse activiteit, wat bestuurders ondersteunt in het nemen van duurzame beslissingen.

### 2e prijs: Het ABC van isotachen Jos Maccabiani en Onno van Logchem (GeoDelft)

Bij bouwprojecten in stedelijk gebied moeten geotechnische processen zeer goed gecontroleerd worden om bijvoorbeeld schade aan belendende bebouwing te voorkomen. Een proces dat bij vrijwel elk project een rol speelt zijn de zettingen en kruip in de ondergrond. In de meeste gevallen wordt voor zettingsvoorspellingen nog steeds gewerkt met de theorie van Koppejan. Deze theorie is al meer dan 60 jaar oud en het is bekend dat er vaak een afwijking van rond de 30% is met de werkelijk optredende zettingen.



Figuur 3. Thijs Visser, winnaar EUREKA 2002

Inmiddels is er een nieuwe theorie, het a-b-c isotachenmodel, die het zettings- en kruipgedrag van grond nauwkeuriger omschrijft. Toch wordt hier in de praktijk nog weinig mee gewerkt, omdat de geotechnici wel gevoel hebben opgebouwd voor de Koppejanparameters, maar niet voor de op het eerste gezicht zeer verschillende isotachenparameters. Het probleem is vergelijkbaar met de overgang naar de Euro.

Jos Maccabiani en Onno van Logchem, allebei ingenieursgeoloog, hebben het idee opgevat om een soort Euro-calculator te maken voor de omrekening van Koppejan naar isotachenparameters. Na onderzoek bleek dat een traditionele manier om de parameters in elkaar om te rekenen, via theoretische verbanden en tweedimensionale regressie, niet goed werkte. Vermoed werd een multidimensionaal niet-lineair verband en daarom werd besloten een neuraal netwerk te ontwikkelen om dit probleem op te lossen. Met een neuraal netwerk lukte het wel - de nauwkeurigheid van de voorspellingen wordt hiermee verhoogd naar 80% á 90% tegen 50% á 70% met de traditionele methoden. Dit onderzoek is een eerste verkenning. In de komende tijd wordt getracht het netwerk verder te optimaliseren.

### Winnaar EUREKA 2002: Kijken door de grond Thijs Visser (Volker Wessel Stevin)

In het vorige onderzoek bleek al dat een eenvoudig model voor grondgedrag niet meer voldoet voor de complexe problemen die tegenwoordig opgelost moeten worden. In dat geval was een nauwkeuriger wiskundig model voorhanden, maar dit is in het algemeen niet het geval. Om uitspraken te kunnen doen over echt lastige deformatiepatronen is experimenteel onderzoek nodig waarbij het vaak nog lastig is om de juiste parameters te meten. Thijs Visser vond zich voor eenzelfde probleem, toen hij de werking van een offshoreanker wilde bestuderen. In de grond ingebracht klapt het bij belasting open en krijgt het zijn werking. Het openingsmechanisme is moeilijk te observeren en bleek niet te berekenen. Als grond nu eens doorzichtig was...

Dit laatste probleem heeft Thijs opgelost. Door Laponiet, een doorzichtige geleiachtige substantie met kleiachtige eigenschappen, te gebruiken in een schaalproef kon voor het eerst in detail het karakteristieke verloop van het last-verplaatsingsgedrag gedurende het openklappen verklaard worden. Naast het offshoreanker kan Laponiet wellicht ook meer inzicht verschaffen in studies naar verankering van bouwputbodems, tunnelboorfrontstabiliteit en het langetermijngedrag van dijken. De jury besloot door de brede toepasbaarheid voor allerlei geotechnische problemen en het sterk innovatieve karakter van het onderzoek tot het toekennen van de eerste prijs.

### **EUREKA 2003: Engineering Geology Strikes Back?**

Zoals uit de voorgaande ideeën wel blijkt gaat het steeds meer om het inzichtelijk maken en reduceren van grondgerelateerde risico's. Hiervoor is niet alleen een goede kennis van techniek nodig, maar ook juist een goed begrip van grond, geologie, en heterogeniteit in drie én vier dimensies. Dit is dus precies in het straatje van de ingenieursgeoloog. Dat twee van de vijf genomineerde ideeën afkomstig zijn van ingenieursgeologen is een opmerkelijke score voor ons relatief kleine vakgebied te noemen. De EUREKA-prijs heeft op de Funderingsdag en in verschillende (o.a. civieltechnische) media veel aandacht gekregen. Als dit de volgende keer weer lukt is dat een krachtig signaal naar de geotechnische gemeenschap in Nederland en naar het College van Bestuur van de TU Delft zijn dat de ingenieursgeoloog ook voor geotechniek in Nederland een meerwaarde kan bieden. In 2003 zal er weer een EUREKA-prijs uitgereikt worden en ik wil alle jonge ingenieursgeologen en studenten ingenieursgeologie (afstudeerwerk!) hierbij dan ook oproepen om nu al na te denken over mogelijke inzendingen!!.



## EurEnGeo2004



### 1<sup>st</sup> European Regional IAEG Conference *Professional Practices and Engineering Geological Methods in European Infrastructure Projects*

In 2001, recognizing the special needs of its European members, the *International Association of Engineering Geology and the Environment* (IAEG) decided to establish the European Regional IAEG Conference. The inaugural EurEnGeo conference will be held in 2004 in the City of Liège and will be jointly organized by the Belgian, Dutch and German national groups of the IAEG. Liège is located very close to common border of the three organising countries.

#### The topics of the *EurEnGeo2004* conference are:

- Topic 1: Professional Practices
- Topic 2: Engineering Geological Methods
- Topic 3: Case studies of Infrastructure Projects

The main purpose of the conference is to address topics of special interest for the European members of the Association. Among these, the European trend toward common professional practices provides an opportunity to reflect on the common ground with 'neighbouring' professions and to reassess the **educational requirements** in today's Engineering Geology. In *EurEnGeo2004* actual questions shall be raised and discussed, for instance: what should be done to secure an optimal **cooperation between geotechnical engineers, engineering geologists and geologists?** During the last ten years – when many European countries have been engaged in major mining and infrastructure projects – the need for a better assessment of the subsurface conditions triggered considerable efforts for the development of **new methods in modelling, monitoring** and assessing the **risks associated with the complexity of the ground.** Keeping the delegates in touch with the new developments will be the second aim of the Conference. Much progress has been accomplished in recent years, but the implementation of new methods and techniques varies from country to country. The third aim of the Conference shall therefore be to allow the delegates to share their **experiences and practices in projects throughout Europe** including newly developed methodologies to minimise risks and financial losses in large infrastructure works.

Submission of *abstracts* - 31. May 2003  
Notification of selection - 31. July 2003  
Submission of *full papers* - 30. November 2003  
Submission of *final manuscripts* - 15. March 2004

In January 2003 a **call for papers** together with the **First Bulletin** will be distributed. Please visit our web site for more info: [www.eurengo2004.org](http://www.eurengo2004.org)

*drs Richard Rijkers*  
*Secretary Organizing Committee EurEnGeo2004*

#### Upcoming Conferences

The following conference announcements are received by the Ingeokring:

- IMBS 2003, International Symposium Industrial Minerals and Building Stones, Istanbul – Turkey, September 15-18, 2003. <http://www.imbs2003.org>
- 1st International Conference on Groundwater in Geological Engineering, Bled – Slovenia, September 22-26, 2003.
- Italia 2004, 32nd International Geological Congress, Florence - Italy, August 20-28, 2004. International Union of Geological Sciences. <http://www.32igc.org>

## PROFESSOR'S COLUMN

### Engineering Geology at Delft

*Frans Molenkamp, Professor of Soil Mechanics,  
TUDelft, Faculty of Civil Engineering and Geosciences.*

When taking up my present position at Delft in last April, filling the vacancy left by the retirement of Prof A Verruijt, I was disappointed to find that at present Bachelor students in Civil Engineering do not get any education about Engineering Geology.

Even more worrying was the news that the research on Engineering Geology had been found to be of insufficient level and that the group involved would be brought to an end. Later I learned that fortunately the teaching would be continued, involving some remaining members of staff and with the support by ITC, until at some later date the situation would be reconsidered.

This situation brought the discussion about the importance of the teaching and research on Engineering Geology at TUDelft to the front. For me, working in soil and rock mechanics, the following question needed to be answered:

“What can Engineering Geology contribute to Civil Engineering practice?”

To address this question one could consider the needs of implemented numerical models accessible as user-friendly software. These models represent the geometry of both the relevant part of the subsoil and/or bedrock and the other structural components. For each material an appropriate material model is selected.

To be suitable this numerical model must be able to simulate the effects of the applied changes in boundary conditions and geometry. This requires at least:

1. an appropriate representation of the stratification of the relevant part of the subsoil
2. the selection of representative parameters of the applied material models
3. the specification of the realistic “initial-stress-state” distribution in the subsoil

For the Geotechnical Engineer the quality of knowledge of each of these three aspects is of equal importance. Recognising the importance of obtaining data with optimum accuracy at minimum cost, at this state one

can wonder whether Engineering Geology can contribute to improve the overall accuracy.

In my view, understanding of the geological processes by which the subsoil was formed will help to appreciate the distribution of the inhomogeneity of the subsoil and bedrock. In the common case of a minimum amount of in-situ measurements, such understanding will help also to define somewhat conservative but still realistic safe stratifications. In addition the “initial-stress-state” distribution will be defined better if the effects of the geological processes on this distribution are understood and taken into account appropriately. In principal even the selection of appropriate material models for soil and rock behaviour will be improved if the geological stress and deformation histories are understood better. To be suitable, in my view the selected material models should be able also to simulate the effects on the material of the geological history.

Clearly, for each of the above-mentioned aspects Engineering Geology forms the appropriate framework within which further development of such kind of knowledge can be achieved, combining the understanding of the geological processes with the understanding of the relevant soil and rock mechanical material models and their state and material parameters. Considering the growing importance of computational mechanics in all branches of engineering, it may be expected that also within Engineering Geology the mechanics of soils and rocks may need to be integrated in more depth in order to optimise the quality of future research in this field.

## INGEOKRING ACTIVITIES

### Spreekersmiddag: “Ingenieursgeologie, internationaal en multidisciplinair”

*S. Slob, ITC*

Op donderdagmiddag 31 oktober organiseerde de INGEOKRING een drukbezochte open spreekersmiddag op Technische Aardwetenschappen in Delft. Deze middag had als doel een specifiek beeld te verkrijgen van de positie van ingenieursgeologie binnen de TU Delft en de samenleving. De aanleiding van de spreekersmiddag was het opheffen van de sectie Ingenieursgeologie - incl. deze hoogleraarpositie van Technische Aardwetenschappen van TU Delft - dit voorjaar. Deze hoogleraarpositie was de enige aan een Nederlandse universiteit.

Doelstelling van deze middag was tevens om het specifieke, internationale en het multidisciplinaire karakter van Ingenieursgeologie te benadrukken. De Ingeokring behartigt de belangen en is spreekbuis van meer dan 200 ingenieursgeologen die werkzaam zijn in het vakgebied bij onderzoeksinstellingen, ingenieursbedrijven, overheden en aannemers.

Spreekers van de CUR (Jan Stuip), TNO (Chris Bremmer), Shell (Cor Kenter), Boskalis (Marinus Pool), Roland Bekendam (GeoControl) en de TU Delft (Salomon Kroonenberg) spraken vanuit hun eigen professionele omgeving over het vakgebied Ingenieursgeologie. Hun visie over de toekomstige ontwikkeling van ingenieursgeologie binnen de TU Delft en de Nederlandse samenleving was eenduidig: “specifieke ingenieursgeologische kennis is onontbeerlijk bij vele maatschappelijke problemen”, “belangen die universitaire studie in de breedte én de diepte kunnen bestuderen: ondergronds bouwen en tunnelprojecten, olie en gaswinning, baggeren, zoutwinning, wegenbouw en grondstoffenwinning”. “Ingenieursgeologie is een onmisbare schakel in vele civieltechnische projecten”. De problemen bij de Westerscheldetunnel met de TBM op 60 m diepte en de Haagse tramtunnel zijn voorbeelden waarbij met meer aandacht voor de grond vele problemen waarschijnlijk zouden zijn voorkomen. De ondergrond is geen homogeen materiaal waarvoor één rekenwaarde gebruikt kan worden bij een ontwerpberekening. Betere integratie van het vakgebied ‘civiele techniek’ en ‘grond’ is hierdoor niet alleen gewenst maar ook noodzakelijk.

Hieronder volgt voor elke spreker een korte samenvatting van hun betoog. Aan het eind is nog een samenvatting gegeven van de paneldiscussie die de middag afsloot.

**Salle Kroonenberg (Onderwijscoördinator Ingenieursgeologie, Faculteit CiTG, TU Delft)**  
*Onderwijs Ingenieursgeologie op de Subfaculteit Technische Aardwetenschappen in de BSc-MSc structuur*

Salle Kroonenberg begon zijn presentatie met het memoreren aan hoe het vakgebied en de sectie ingenieursgeologie onder bezielende leiding van David Price tot stand kwam. Onder David Price werden veel verschillende vakgebieden samengebracht variërend van hellingstabiliteit, site investigation technieken tot grondmechanica onder de algemene noemer van ingenieursgeologie als discipline. Salle is er van overtuigd dat het een goede zaak is dat de studenten ingenieursgeologie breed opgeleid moeten worden. Het wetenschappelijk onderzoek is echter door de jaren heen erg uit elkaar gaan lopen en had zich meer specifiek op een beperkter aantal thema's moeten richten. Salle onderkent dat dit inherent een probleem is met ingenieursgeologie als vakgebied. Hij haalt het voorbeeld aan van de deltawerken, waar ongelofelijk veel baanbrekend werk en onderzoek voor is gedaan, maar uiteindelijk maar zeer beperkt wetenschappelijk over is gepubliceerd.

Een visitatiecommissie de het onderzoek van de sectie Ingenieursgeologie aan de TU Delft op een gegeven moment heeft geëvalueerd heeft uiteindelijk een niet erg positief oordeel geveld. De belangrijkste kritiek was dat er geen focus was in het onderzoek en dat in het spanningsveld van techniek en wetenschap geen juiste keuzes waren gemaakt. Volgens Salle Kroonenberg biedt juist dit spanningsveld van techniek en wetenschap ook nieuwe kansen. Er moet goed nagedacht worden over nieuwe onderzoeksthema's die ook zullen bijdragen aan de nieuwe onderwijsstructuur.

De nieuw onderwijsstructuur volgt een BSc-MSc structuur. De BSc opleiding bestaat uit één brede oriënterende, Nederlandstalige, TA opleiding van drie

jaar. Deze BSc opleiding geeft toegang tot alle MSc TA programma's, waaronder de MSc opleiding ingenieursgeologie. Het eerste jaar van de BSc opleiding is de propedeuse. Het tweede jaar is een gemeenschappelijk TA programma. Het derde jaar is ook grotendeels gemeenschappelijk, maar heeft ook oriënterende elementen als voorbereiding op het MSc programma.

De MSc opleiding aan de Faculteit CiTG biedt 5 parallelle opleidingen, waaronder ingenieursgeologie. De MSc opleiding is Engelstalig en toegankelijk voor studenten met een BSc-TA of gelijkwaardige Nederlandse en buitenlandse BSc opleiding. Deze nieuwe MSc opleiding maakt een grotere instroom van studenten mogelijk. Deze 2-jarige opleiding heeft een jaar met specialisatievakken, terwijl het laatste jaar het afstudeeronderzoek vormt. Het is belangrijk dat het MSc onderzoek aan de volgende criteria zal voldoen:

1. Onderwerpen moeten passen binnen de algemene onderzoeksprioriteiten van het bredere onderzoeksthema "shallow subsurface"
2. Het MSc onderzoek moet deel uitmaken van lange termijn projecten, bij voorkeur lopend PhD onderzoek
3. Het MSc onderzoek moet een duidelijke toegevoegde waarde hebben voor het onderwijs en het onderzoek wat de staf binnen de sectie ingenieursgeologie uitvoert
4. Het onderzoek moet leiden tot een publiceerbaar resultaat.
5. Waar mogelijk moet het onderzoek in samenwerking zijn met het bedrijfsleven.

Een aantal onderzoeksprioriteiten zijn al gedefinieerd. Deze zijn:

- Soft rock (geo)mechanics
- Shallow geophysics
- 3D modeling

#### **Chris Bremmer (Sectie hoofd geomechanisch onderzoek – TNO-NITG)**

##### ***Belang van de ondergrond in de Ruimtelijke Ordening***

Het betoogt van Chris Bremmer behandelt de volgende twee vragen:

1. Waar zijn de aanknopingspunten van ingenieursgeologie met Ruimtelijke Ordening?
2. Hoe kan ingenieursgeologische kennis vertaald worden naar Ruimtelijke Ordening?

#### **Ondergrond en RO: zijn dit twee gescheiden werelden?**

De klassieke benadering van de ondergrond gaat uit van het uitvoeren van onderzoek op basis van al gemaakte plannen en besluiten. Een ander uitgangspunt is ook dat voor iedere grondsoort, hoe problematisch ook, wel een technische oplossing bestaat. Bij het vergelijken van verschillende varianten wordt grondgesteldheid dan ook nauwelijks betrokken.

Aan de andere kant raken de twee werelden, ondergrond en ruimtelijke ordening, elkaar steeds meer. Er bestaat een groeiend maatschappelijk bewustzijn van het belang van het duurzaam gebruik van de ondergrond. De technische mogelijkheden voor de benutting van de ondergrond worden ook steeds meer onderkend en onderzocht. Er bestaat tenslotte een maatschappelijke behoefte om de beperkte ruimte aan de oppervlakte kwalitatief beter te benutten. Dit heeft al geresulteerd in een inpassing van de ondergrond in de 5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening en het herkennen van het belang van de ondergrond in de Ruimtelijke Verkenningen 2000.

#### **Wat heeft de ondergrond te bieden?**

De ondergrond heeft een aantal belangrijke functies:

1. Het is een belangrijke leverancier van grondstoffen, zoals zand, grind, zout en natuurlijk olie en gas vanuit de diepe ondergrond.
2. Het levert een fundament voor vrijwel alle gebouwen en civiele bouwwerken
3. Het heeft een belangrijke ecologische waarde
4. Het dient als reservoir voor grondwater en koolwaterstoffen
5. Dient als historisch archief (archeologie)
6. Heeft groot potentieel voor ruimtelijk gebruik

De ondergrond moet worden gezien als reagerend systeem:

1. De ondergrond reageert door zetting en bodemdaling
2. De ondergrond reageert op trillingen en aardbevingen
3. De ondergrond transporteert stoffen
4. De ondergrond ondergaat erosie en sedimentatie

De ondergrond wordt traditioneel als statisch systeem gezien. Ingenieursgeologie als vakgebied heeft echter altijd de ondergrond als dynamisch systeem behandeld.

#### **Hoe grijpen ruimtelijke ordening en ondergrond aan?**

De ondergrond biedt een veelheid aan functies aan die van belang zijn in de ruimtelijke ordening, zoals hiervoor al is aangegeven. De ondergrond vertoont bovendien een grote variatie in technische eigenschappen in



ruimtelijke zin. Deze karakteristieken van de ondergrond maken dat de ondergrond en ruimtelijke ordening een onlosmakelijk geheel vormen.

Uiteindelijk vormt de geologie de basis voor het beschrijven van de ondergrond. De geologische factoren bepalen de kosten, risico's en milieueffecten. De geologische inbreng kan resulteren in een groot aantal praktische toepassingen, waarvan Chris een aantal voorbeelden liet zien:

1. Toegepaste geologische kaarten
2. Bodempotentiekaarten
3. Vergelijken van inrichtingsvarianten

### **Wat is de verhouding tussen Ingenieursgeologie en ruimtelijke ordening?**

Het vakgebied ingenieursgeologie kan een belangrijke bijdrage leveren aan een financieel efficiëntere, maar ook duurzamere ruimtelijke inrichting. Ingenieursgeologie kan in de planning- en ontwerpfase adviseren hoe de ondergrond gebruikt kan worden en zich zal gedragen. De conclusie van het betoog van Chris Bremmer is dat ruimtelijke ordening uiteindelijk vraagt om een multidisciplinaire aanpak. Vanwege het typisch multidisciplinaire karakter van het vakgebied zal ingenieursgeologie hier een (nog) grotere rol in moeten spelen.

### **Marinus Pool (Boskalis BV)**

#### ***Ingenieursgeologie in de baggerindustrie***

Marinus Pool begon zijn lezing met een terugblik op zijn studietijd. Marinus, die eerst geologie heeft gestudeerd, was in 1976 de eerste student van professor David Price. David Price heeft in die begintijd heel veel contact gehad met de industrie en veel interesse gewekt bij het bedrijfsleven voor het vakgebied. Deze contacten droegen in belangrijke mate bij aan het vaststellen van een duidelijk onderzoeks- en onderwijsprogramma voor Ingenieursgeologie aan de TU Delft.

In 1979 is Marinus bij Boskalis begonnen aan zijn carrière, waarbij hij gelijk in het diepe werd gegooid en naar het buitenland werd gestuurd. In een later stadium heeft Marinus van Boskalis anderhalf jaar betaald verlof gekregen om zijn studie af te maken, wat uiteraard een bijzonder gunstig gebaar was van zijn werkgever.

De lijfspreuk van Boskalis is: "We move the earth to a better place", maar eigenlijk zou een betere omschrijving van de werkzaamheden van Boskalis zijn: "We move earth to a different place".

Marinus ging voorts even in op de naam van het vakgebied. In het engels is het "Engineering Geology",

in het Frans is het: "Geologie de l'Ingenieur". Maar de beste omschrijving is eigenlijk te vinden in het Spaans: "Geología aplicada de l'Ingeniería", met een nadruk op aplicada (toegepast). Geologie vormt volgens Marinus namelijk de basisdiscipline van het vakgebied.

De rol van Ingenieursgeologie in de baggerindustrie heeft heel duidelijk te maken met het type van contractvormen waarmee wordt gewerkt. Het eerste type wordt de "Construct" contractvorm genoemd. De taken van een Ingenieur-geoloog binnen deze contractvorm liggen vooral in de tender- en werkvoorbereidingsfase.

Een tweede contractvorm wordt de "Design en construct" contractvorm genoemd. De activiteiten van een ingenieur-geoloog bestaat typisch uit de activiteiten die hierboven genoemd zijn voor de "Construct" contractvorm. De werkzaamheden die additioneel gedaan worden zijn het bepalen van het geomechanisch gedrag vóór, tijdens en na de constructie.

De ingenieur-geoloog heeft volgend Marinus Pool een interdisciplinaire rol te vervullen tussen civiele techniek en geologie. In de taakomschrijving van een Ingenieur-geoloog die werkzaam is in de baggerwereld wordt bovendien onderscheid gemaakt tussen de werkzaamheden de vóór de uitvoering en de werkzaamheden die tijdens en na de uitvoering gedaan worden.

Hoe zien nu uiteindelijk in de praktijk de werkzaamheden van een ingenieur-geoloog eruit?

In de tenderfase:

- Het beoordelen van boorstaten en sondeergegevens
- Het impassen van deze gegevens in de geologische setting: de geometrie bepaling
- Het adviseren van de juiste ontgravingstechnieken
- Eventueel risico analyse en geostatistische analyse

In de werkvoorbereidingsfase:

- Het bepalen van de hoeveelheden te ontgraven materiaal
- Het bepalen van de randvoorwaarden en milieu condities. (Vooral dit onderwerp moet volgens Marinus Pool veel meer worden benadrukt in de studie aan de TU Delft).
- Het bepalen van het geomechanisch gedrag (Voorbeelden zijn het bepalen van zettingen, stabiliteit of het maken van rock armouring.)

In de uitvoeringsfase en daarna:

- Verifiëren van de eerder bepaalde geologisch setting (oftewel het verfijnen van het grid)
- Het bepalen van de geotechnische eigenschappen
- Nacalculatie

Tot slot ging Marinus nog in op de arbeidssituatie voor Ingenieursgeologen in de baggerindustrie en Boskalis in het bijzonder. In 1979 waren er twee ingenieursgeologen en 2 mijnbouwers werkzaam bij Boskalis. In 2002 waren dit 5 ingenieursgeologen en 2 geologen. De omzet sinds 1979 is vier keer zo groot geworden, terwijl de bemensing maar twee keer zo groot is geworden. Volgens Marinus bestaat er voor de komende 10 jaar dan ook behoefte aan zeker 3 tot 5 ingenieursgeologen en ook 3 tot 5 grondmechanici in Boskalis. Marinus heeft geen goed inzicht in de situatie in andere baggermaatschappijen, maar hij durft wel de conclusie te trekken dat er zeker geen probleem bestaat voor ingenieursgeologen om werk te vinden in deze industrie.

**Jan Stuip. (Algemeen directeur Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving - CUR)**

*Perspectief voor onderzoek*

Jan Stuip begon met een korte introductie over zijn organisatie. De CUR is een publiek-privaat samenwerkingsverband en een netwerk van kennisvragers en kennisaanbieders uit overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen. Het aandachtsgebied betreft kennis op het gebied van ruimtelijke inrichting, en infrastructuur, civiele techniek en bouwtechniek.

In zijn betoog ging Jan Stuip in op het thema van deze bijeenkomst. Ingenieursgeologie aan de TU Delft: wat zijn de perspectieven? Jan Stuip stelde zichzelf een aantal vragen naar aanleiding van de ontwikkelingen binnen de sectie Ingenieursgeologie aan de TU Delft in dit afgelopen jaar:

- Is het doek gevallen voor Ingenieursgeologie?
- Of gaat het doek weer op?
- Bestaat er (nog) een maatschappelijke relevantie?
- Als het doek weer opgaat: hoe zou het vakgebied op TU Delft dan er uit moeten zien?
- Of was dit alles maar een ego-trip?

De eerste twee vragen blijven open, daar wist Jan Stuip het antwoord niet op. Waar hij wel goed inzicht in heeft is de maatschappelijke relevantie. Om een antwoord op deze vraag te kunnen geven begon Jan Stuip met het definiëren van het vakgebied, wat duidelijk geplaatst

kan worden tussen het vakgebied van een geoloog en een (civiel) ingenieur. Ingenieursgeologie ziet zich bovendien geplaatst tussen drie belangrijke werkkaders:

- Kwantitatieve natuurstudies
- Bouwtechniek en exploitatie
- Bestuurlijk en institutioneel kader

Een geoloog houdt zich typisch bezig met kwalitatieve en kwantitatieve natuurstudie. De moeilijkheid is dat de natuur vol onzekerheden is. Om de natuur goed te beschrijven heb je nooit genoeg data en je bent er nooit mee klaar. Aan de ander kant heb je het werkveld van de ingenieur. Een ingenieur moet iets bouwen of exploiteren, waarbij hij of zij te maken heeft met een aantal randvoorwaarden. De uitdaging van de ingenieur hierbij is om zó te ontwerpen of te construeren dat de onzekerheden in het ontwerp of constructie goed bepaald kunnen worden en zodanig risico's kunnen worden geminimaliseerd.

Wat is dan de nut en noodzaak van het ingenieursgeoloog die tussen de geoloog en de ingenieur zijn werk doet en hoe maatschappelijk relevant zijn zijn of haar werkzaamheden?

Onzekerheden in de ondergrond leiden volgens Jan Stuip tot (vaak verkeerde) politieke en economische beslissingen. Ingenieursgeologie als vakgebied kan een goed inzicht geven in de onzekerheden in de ondergrond en kan een verbeterde voorspelling geven wat weer leidt tot een betere planologie. Aan de hand van vele praktijk voorbeelden die Jan Stuip op een regenachtige zondagmiddag van het internet "geplukt" had, demonstreerde hij dat er een heel duidelijke maatschappelijk relevantie is.

Er bestaat bovendien een "directe verdien capaciteit" bij het inzetten van de expertise van ingenieursgeologen. Door het voorkomen van bedrijfsschade, door exploitatie van ondergrondse ruimtes, de goede omzet van private (geo)ondernemingen waar ingenieursgeologen werkzaam zijn, maar ook door het beheer en distributie van geo-data, is het vakgebied ook commercieel interessant.

Voorts ging Jan Stuip in welke vragen de TU Delft zichzelf zou moeten stellen mocht er weer een herstart worden gemaakt. Waar de TU Delft volgens Jan Stuip aandacht aan zou moeten besteden is of een vakgroep alleen zou moeten opereren of in samenwerking met anderen. Ook zullen ze zich af moeten vragen of onderzoek gedaan zal worden lokaal in bijvoorbeeld een DIOC programma of in Europees verband in het 6<sup>e</sup> kaderprogramma. Prefereert de TU Delft

“kamergeleerde” type onderzoek in STW of als partner in een ICES/KIS programma?

Ingenieursgeologie heeft inherent veel raakvlakken met andere vakgebieden en zou dus volgens Jan Stuip moeten samenwerken met anderen. ECON (Expertise Centrum Ondergrond) is een goed voorbeeld van een initiatief waarbinnen ingenieursgeologisch onderzoek goed zal passen. Binnen het ECON ligt de focus op onzekerheid in de opbouw en het gedrag en respons van de ondergrond.

Ook noemt Jan Stuip vervolgens wat geluiden uit de praktijk. Een funderingsconsultant gaf aan dat er wel adviezen gegeven worden maar dat er geen terugkoppeling bestaat. De sterke kant in de offshore industrie bijvoorbeeld is dat er voortdurend terugkoppeling bestaat tussen advies, ontwerp en uiteindelijk resultaat. Feedback in de civiele industrie zit niet ingebakken in de projecten. Wellicht zou dit ook in het onderwijs beter behandeld moeten worden. Terugkoppeling kan een “gidsende” maar ook sturende werking hebben op het onderzoek.

De TU Delft wil graag “the best of the best” worden op hele specifieke en specialistische onderzoeksgebieden. Het gevaar van dit beleid is dat belangrijk multidisciplinair onderzoek niet meer zal worden gedaan. De GTI's in Nederland doen ook wetenschappelijk onderzoek. Het advies van Jan Stuip aan de TU Delft is om het vermogen te vergroten ook aan dit soort onderzoek mee te doen. Tot grote verbazing zag tenslotte Jan Stuip dat op 9 november een technologiedag zou worden georganiseerd wat als centraal thema: “Aarde” had. Als iets een multidisciplinair karakter heeft dan is het wel dit thema.

Jan Stuip besloot zijn betoog met een aantal suggesties voor de vakgemeenschap:

- Werk pragmatisch samen!
- Laat ego los, pak geo vast!
- Betrek jonge mensen!

### **Cor Kenter (Shell)**

#### ***Rock mechanics, speerpunten voor onderwijs en onderzoek.***

Cor Kenter begon met twee suggesties voor onderzoek en onderwijs op het gebied van gesteentemechanica aan de TU Delft. Zijn eerste suggestie was om rock mechanics voor ingenieursgeologische toepassingen te combineren met het rock mechanics onderzoek dat binnen petroleum engineering wordt uitgevoerd. De tweede suggestie was om speerpunten aan te geven in het onderwijs- en onderzoeksprogramma in de gesteentemechanica aan de TU Delft.

De criteria voor het definiëren van de speerpunten moet van twee kanten komen: via de business-pull en de technology-push. De huidige vraag en trend in de industrie is vooral op het gebied van rock mechanics voor reservoir management. Een opkomende trend is het numeriek modelleren en testen van gesteentemassa. In Nederland is er specifiek behoefte aan ontwikkelen van expertise op het gebied van bodemdaling en de daaraan gerelateerde aardbevingen die veroorzaakt worden door de gaswinning en zoutwinning. De technology push zou van de TU Delft moeten komen. De TU Delft is typisch erg goed in een aantal onderzoeksonderwerpen. De speerpunten zouden dan ook gedefinieerd moeten worden waar vraag en expertise samenvallen. Door Cor Kenter werden dan ook de volgende speerpunten aangewezen:

- Rock mechanics voor reservoir management. Onder dit thema zouden moeten vallen: numeriek modelleren en 4D seismics.
- Bodemdaling en aardbeving voor gaswinning en zoutwinning. Onder dit speerpunt zouden moeten vallen: numeriek modelleren, salt mechanics en kennis van de maatschappelijke situatie in Nederland.
- Hydrologic fracture analysis zou dan als laatste speerpunt kunnen worden gedefinieerd, maar dit is binnen de TU Delft al een bestaand speerpunt.

Na de presentatie van Cor Kenter volgde er een korte discussie over relatie van gesteentemechanica met grondmechanica. Jan Nieuwenhuis merkte op dat gesteentemechanica belangrijk wordt voor grond die zich bijna gedraagt als gesteente, wat bijvoorbeeld het geval was in de Westerschelde tunnel. Kenter reageerde daarop met de stelling dat de fundamente van grond- en gesteentemechanica feitelijk hetzelfde zijn. Cor Kenter is zelf van oorsprong een grondmechanicus, maar heeft destijds zonder al te veel problemen de overstap gemaakt naar de gesteentemechanica. Zijn suggestie was vervolgens om de fundamente van beide disciplines, die zoveel overlap vertonen, meer te combineren. Robert Hack merkte vervolgens op dat grondmechanici nu veel zouden kunnen leren van gesteentemechanici.

Salle Kroonenberg voegde toe, als inhoudelijke reactie op Cor Kenter zijn presentatie, dat het inderdaad wél mogelijk is om goed fundamenteel onderzoek te doen voor toegepaste problemen. Cor Kenter besloot de discussie en zijn presentatie met de opmerking dat er nog ontzettend veel onderzoek te doen is op dit gebied.

**Roland Bekendam (GeoControl)**  
*Limburg als gesteentemechanische proeftuin*

Roland Bekendam besloot de sprekersmiddag met een interessante presentatie over de mergelgroeves in Zuid-Limburg. Er bestaan nog veel oude gangenstelsels in de mergelgrotten. Van tijd tot tijd storten gangen en uitgravingen in. Veel gevaar levert dit niet op aan de oppervlakte omdat niet veel bebouwing boven de gangen gesitueerd is. Een uitzondering vormt de huizen in het dorpje Sibbe, waaronder de Sibbergroeven zijn uitgegraven.

Een belangrijke vorm van instorting vormt het bezwijken van pilaren. Dit kan namelijk een domino-effect hebben, waarbij de andere pilaren in de ondergrondse groeven het ook snel kunnen begeven door toegenomen gesteentedruk. Dit type van grootschalige instorting kan substantiële schade aan het oppervlak veroorzaken door verzakkingen. Een ander gevaar zijn instortende aardpijpen. Als bijvoorbeeld een deel van een dak instort, kan de bovenliggende aarde in de ondergrondse ruimte stromen, wat kan resulteren in een "sinkhole" aan de oppervlakte.

Roland Bekendam liet vervolgens een groot aantal voorbeelden zien van bezwijken van pilaren en daken in mergelgroeves en wat voor effecten dit teweeg kan brengen aan het de oppervlakte. De Ingeokring heeft ook in samenwerking met Roland Bekendam een excursie georganiseerd naar de mergelgrotten op zaterdag 2 november, twee dagen na de sprekersmiddag. U vindt hier een verslag van in deze Nieuwsbrief.

**Paneldiscussie**

Na de individuele presentaties is gediscussieerd over de volgende twee stellingen:

- Het grootste risico van veel infrastructurele werken zit in de grond en ingenieursgeologen worden te weinig betrokken bij de verschillende fasen (feasibility-ontwerp-constructie) om risico's tijdig te kunnen signaleren.
- 'Ingenieursgeologie heeft een specifiek internationaal karakter en zal Europees georganiseerd moeten worden, samenwerking in internationale universitaire clusters is noodzakelijk'.

Het publiek en de sprekers konden zich vinden in de eerste stelling. Mogelijke oorzaken zouden kunnen zijn dat een Ingenieursgeoloog zich te veel binnen zijn eigen vakgebied begeeft. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat Ingenieursgeologie een te jong vakgebied is. Hierdoor zou er nog te weinig doorstroom van ingenieursgeologen naar het hoger management zijn.

Bij de tweede stelling werd de vraag gesteld of de Nederlandse ingenieursgeoloog opgeleid moest worden voor de Nederlandse markt of voor de internationale markt. Hierbij overheersen twee meningen. Aan de ene kant vinden mensen dat de Nederlandse markt te klein is om een vakgebied als Ingenieursgeologie te dragen en aan de andere kant vond men dat Ingenieursgeologie zich juist op de thuismarkt moest richten omdat men in het buitenland voldoende eigen vakkennis in huis had. Als belangrijkste hierbij kwam naar voren dat de opleiding Ingenieursgeologie in Nederland zich vooral moet richten op de Nederlandse geotechnische problematiek, de Nederlandse ingenieursgeoloog moet opgeleid worden om het hoofd te kunnen bieden aan geotechnische problemen die Nederlandse bedrijven in hun wereldwijde werkgebied tegen kunnen komen. Bij het samenstellen van het universitaire curriculum zou hierbij rekening gehouden moeten worden.

## INGEOKRING ACTIVITIES

### Excursie naar de mergelgroeven in Maastricht en omgeving

Jacco Haasnoot

Op zaterdag 2 november 2002 verzamelde een groep van circa 20 Ingenieursgeologen in het Natuurhistorisch museum van Maastricht om zich te verdiepen in de mergelgroeves van Zuid Limburg. Met koffie en vlaai werd een goed begin van de dag gemaakt. De dagexcursie werd begeleid door Dr. Roland Bekendam van Geocontrol. Roland Bekendam is gepromoveerd op een methode om de stabiliteit op de mergelgroeven in Zuid-Limburg te bepalen en is via zijn bedrijf betrokken bij het monitoren en in kaart brengen van veel van de groeven in Maastricht en omgeving. In het museum gaf Roland samen met Ton Breuls een introductie in de materie. Ton Breuls werd door Roland geïntroduceerd als de mergelgroeven professor. De begeleiding was dus in zeer deskundige handen.

Het programma bestond uit vier onderdelen:

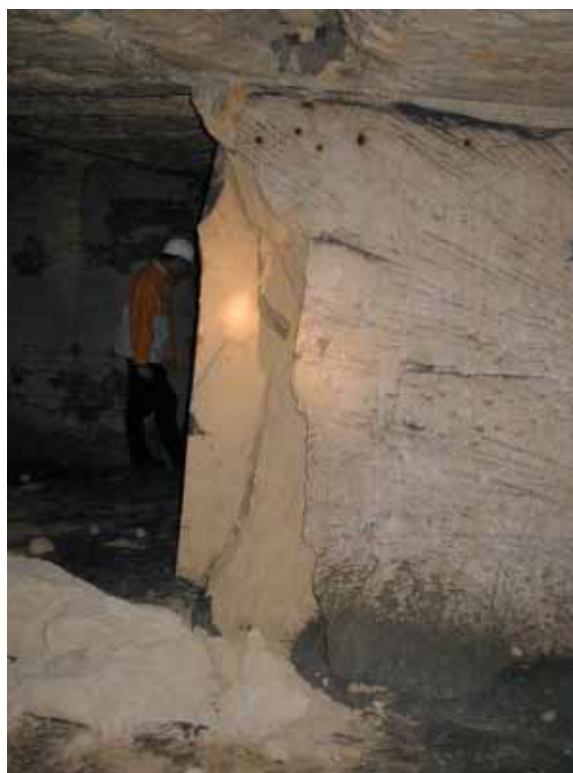
- Bezoek aan de Heidegroeve in Valkenburg, bekijken van de schade aan de pilaren en de rand van het instortingsgebied;
- Veldlunch bij de maaiveldverzakkingen als gevolg van het instorten van een ondergrondse groeve in het dorpje Zussen (België);
- Bezoek aan de Jezuietenberg In Kanne nabij Maastricht, bekijken van de schade aan de pilaren, de monitoringapparatuur, de rand van het instortingsgebied en een ondergrondse borrel;
- Diner in Maastricht

#### Mijnbouw en geologie

De mergel die in de ondergrondse groeven in Zuid-Limburg wordt gewonnen is van Maastrichtien ouderdom (ca 60 miljoen jaar geleden), het bovenste gedeelte van de formatie van Maastricht. De ondergrondse mijnbouw vindt plaats volgens de room en pillar techniek. De enige operationele groeve is nabij het dorpje Sibbe. De mergel wordt handmatig met behulp van kettingzagen uit de wand gesneden. De mergel bestaat voor bijna 100% uit kalk. De kalkkorrels zijn onderlings nauwelijks gecementeerd hetgeen resulteert in een hoge porositeit (40-50%) en een relatief lage druksterkte. De druksterkte van de winbare mergel is in de groeves rond Valkenburg het hoogst 4 MPa, richting Maastricht is de druksterkte 1 a 2 MPa. De hoogte van de pilaren is in de orde van 2 a 3 m. Het dak en de bodem wordt doorgaans gevormd door zogenaamde hardgrounds, dunne lagen met een hoge sterkte. Op sommige plaatsen is ook het niveau onder de

hardground gemijnd hetgeen resulteert in een hoogte van ca 6 m.

De afstand tussen de diaklazen is relatief groot, in de orde van tientallen meters. Daarnaast komen in de groeven zogenaamde aardpijpen voor, variërend in diameter van enkele centimeter tot 5 m in doorsnede. De aardpijpen zijn ontstaan door karst en opgevuld met grond uit de bovenliggende lagen, waardoor het gevaar bestaat dat de grond de mijn invloeit. De sterkte van het gesteente in de onmiddellijke omgeving van de aardpijp is hoger dan normaal als gevolg van cementatie.



Figuur 1. Voorbeeld van een afgevalen hoek van een pilaar als gevolg van hoge druk in de pilaar

#### Stabiliteit van de groeves

De meeste ondergrondse groeves zijn gesitueerd onder weiland of bos. Op een aantal plaatsen, met name in België, bevinden zich groeves onder de bebouwde kom. Bekendam heeft een methode ontwikkeld om de stabiliteit van de groeve te bepalen. Uiteraard is dit gebaseerd op enerzijds de vorm en sterkte van de pilaar en anderzijds de hoeveelheid belasting op de pilaar. Belangrijk is dat de mergel kruipgevoelig is en dat lange

termijn monitoring bij kritieke pilaren dus van belang is. Wanneer de overall mijnstabiliteit beschouwd wordt is de dikte van bovenliggende mergel belangrijk omdat dit bepaald in hoeverre er boogwerking op kan treden, hetgeen een gunstig effect heeft op de pilaarbelasting. Te zwaar belaste pilaren worden gekenmerkt door trekscheuren op de hoekpunten waardoor mergelplaten afvallen (spalling). In het meest extreme geval zal dit proces tot een zandlopervormige pilaar leiden. Een ander gevaarlijk bezwijkmechanisme is instabiliteit van het dak, waarbij er platen mergel van het dak kunnen vallen, hetgeen een vrij instantaan optredende bezwijkproces is.

Bij de bezochte Heidegroeve in Valkenburg heeft in 1988 een instorting plaatsgevonden. Een champignonkwekerij is een half jaar voor de instorting ontruimd. Opmerkelijk is dat de instorting heeft plaatsgevonden in een gebied dat een relatief hoge veiligheidsfactor heeft. De hypothese is dat de instorting geïnitieerd is door een instorting in de gemeentegroeve die een niveau lager onder de Heidegroeve hoogstwaarschijnlijk aanwezig is. Dit is niet met 100% zekerheid te stellen aangezien dit gebied van de gemeentegroeve sinds lange tijd niet bereikbaar is omdat het zich achter een instortingsgebied bevindt. In de Heidegroeve zijn vrij veel pilaren te zien met trekscheuren op de hoeken (spalling) (zie foto). In de tweede wereldoorlog is de mijn ingericht door de Duitsers als



Figuur 2. Trekscheur in de grond (ca 2 m diep) als gevolg van de instorting van 26 september 2002 nabij het dorpje Zussen (België)

electronicafabriek. Daarvoor zijn pilaren met baksteen ommetseld. Door het stijfheidsverschil baksteen-mergel trekt de baksteen veel belasting naar zich toe, waardoor dezelfde spalling-effecten ook in de baksteen te zien zijn.

### Maaiveldzakking

De instabiliteit van de Heidegroeve wordt voornamelijk veroorzaakt door de instabiliteit van de pilaren (en die van de onderliggende gemeentegroeve). In België daarentegen is het mergeldak relatief dun (enkele meters tegen minstens 20 m in Valkenburg). Hier bezwijkt doorgaans het dak waardoor de grond uit de bovenliggende lagen in de groeve stroomt. Op 26 september 2002 was dit nog het geval in het Belgische dorpje Zussen (zie foto). De verzakking is zeer indrukwekkend te noemen, maximaal in de orde van 4 a 5 m met trekscheuren van 2 m diep (zie foto). De verzakking heeft in een weiland aan de rand van het dorp plaatsgevonden. De eigenaresse van het weiland was wat minder te spreken over al deze professionele belangstelling. Zo gaf ze aan dat ze het gat al aardig had kunnen dempen met alle ramptoeristen die in de afgelopen maand haar land zonder toestemming hadden betreden.



Figuur 3. Overzicht van het verzakte gebied nabij Zussen (België)

### Ondergrondse Borrel

Tenslotte is de Jezuietenberg bezocht nabij het dorpje Kanne vlakbij Maastricht. Het woord berg wordt lokaal gebruikt voor groeve of mijn. De Jezuietenberg is vooral bekend door de kunstwerken die de paters Jezuiet, in opleiding in Maastricht, op hun vrije woensdagmiddag gemaakt hebben. Door de zachtheid van de mergel is het materiaal gemakkelijk te snijden of te krassen. Gedeelten van de Jezuietenberg zijn helaas ingestort. In het gedeelte dat wij bezocht hebben is weinig pilaarschade te zien. Dakinstabiliteit (mergelplaten die uit het dak kunnen vallen) is op een aantal locaties wel aan de orde. Hiervoor zijn maatregelen getroffen in de vorm van stalen balken en standers. Roland Bekendam

voert in de Jezuïetenberg op pilaren verplaatsingsmetingen uit, waarmee de verkorting van de pilaar gemeten kan worden. Bij pilaren waarin geen scheuren zichtbaar zijn worden over de laatste twee jaar verplaatsingen gemeten die in de orde van 0,2 mm liggen.

De rondleiding is afgesloten met een sfeervolle ondergrondse borrel omringd door het met kaarslicht beschenen mergel en vuursteen. De borrel vormde de opstap naar een uiteraard uitstekend diner in Maastricht waarna velen rond de klok van tien de stad weer achter zich lieten. Dank aan Roland Bekendam en het organiserend comité van Ingeokring voor de interessante en goed verlopen excursie. Veel digitale foto's van de excursie zijn te vinden op <http://gallery.ta.tudelft.nl/dig>.

# INGEOKRING ACTIVITIES

## Verslag Ingeokring jaarvergadering 2001

*J. Haasnoot*

Op 20 juni 2002 is op de faculteit Technische Aardwetenschappen van de TU Delft de Ingeokring jaarvergadering over 2001 gehouden. De goed bezochte vergadering werd voorafgegaan door een lezing van Wim Nohl van Fugro Ingenieursbureau. Wim heeft uitleg gegeven over de internationale afspraken die op het IAEG congres in Durban gemaakt worden op het gebied van classificatie van grond en gesteente. Een interessant onderwerp omdat het direct van invloed zal zijn op het dagelijks werk van de Ingenieursgeoloog. Na de lezing ontstond dan ook een levendige discussie. Na een korte pauze is overgegaan tot het officiële gedeelte van de jaarvergadering. In de onderstaande tekst zullen kort de belangrijkste punten van de vergadering worden opgesomd.

### Jaarverslagen

Het jaarverslag wordt door alle aanwezigen goedgekeurd. Door het ontbreken van een lid van de kascommissie kan het financieel jaarverslag niet worden goedgekeurd. Het jaarverslag voor 2001 zal derhalve pas tijdens de jaarvergadering over 2002 kunnen worden goedgekeurd.

Het financieel overzicht en de begroting van het Dispuut Ingenieursgeologie is gepresenteerd en door alle aanwezigen goed bevonden.

### Mededelingen

Niek Rengers is door het bestuur van de Ingeokring voorgedragen als kandidaat voor het voorzitterschap van de IAEG. De beslissing over het voorzitterschap wordt genomen tijdens de council meeting van het IAEG dat wordt gehouden voorafgaand aan het IAEG congres in Durban in September 2002.

Jacco Haasnoot (Witteveen en Bos) is voorgedragen als voorzitter van een nieuwe commissie binnen de Ingeokring, die samen met het DIG als redactie moet zorgdragen voor het totstandkomen van de Newsletter. Belangrijk doel is om de Newsletter frequenter, dat wil zeggen, tenminste twee maal per jaar uit te laten komen. Voor veel leden is de Newsletter de enige communicatie met de Ingeokring en derhalve erg belangrijk als communicatiemiddel. Jacco Haasnoot wordt als hoofdredacteur als "toehoorder" toegevoegd aan het bestuur van de Ingeokring en uitgenodigd voor elke bestuursvergadering. Dit om de communicatie tussen Ingeokring bestuur en redactie te bevorderen. De hoofdredacteur wordt geen bestuurslid om onafhankelijkheid en objectiviteit te waarborgen.

### Sectie Ingenieursgeologie TU Delft

Het opheffen van de sectie Ingenieursgeologie baart de Ingeokring ernstige zorgen. Vooral voor wat betreft het in stand houden van het MSc curriculum, is het voor de Ingeokring van het grootste belang dat er bij de TU Delft een goed inzicht bestaat waar het vakgebied Ingenieursgeologie voor staat in Nederland. Er is eerder dit jaar een brief gestuurd naar het College van Bestuur van de TU Delft, waarin de Ingeokring haar zorgen uitlegt over het genomen besluit en dat de Ingeokring graag haar visie wilde geven op de inhoudelijke kant van het MSc curriculum Ingenieursgeologie. De reactie van het CvB was dat er veel belang werd gehecht aan de visie van de Ingeokring.

Naar aanleiding van de ontwikkelingen op de TU Delft zal er in het najaar van 2002 door de Ingeokring een discussiemiddag worden georganiseerd met sprekers van buiten de TUD die hun visie zullen geven op het thema Ingenieursgeologie. Belangrijkste punt hierin zal zijn de definitie van de onderzoeksthema's. Dit zal uiteindelijk de belangrijkste basis moeten vormen voor het onderwijs curriculum voor het vakgebied Ingenieursgeologie in de toekomst.

### EurEnGeo 2004, Liege (Belgium)

De organisatie van de EurEnGeo 2004 is op de jaarvergadering besproken. Dit is het eerste Europese IAEG congres. Nadruk ligt op toepassing van Ingenieursgeologie in infrastructurele werken. In week 26 zal door de drie verschillende partijen (Nederland, Duitsland en België) een Understanding of agreement worden getekend. Het organisatie comité van Nederlandse zijde bestaat uit:

- Richard Rijkers (TNO-NiTG)
- Niek Rengers (ITC)
- Robert Hack (ITC)
- Joost van der Schrier (Royal Haskoning)

Een belangrijk punt is dat een financiële samenwerkingsvorm moet worden gedefinieerd tussen de deelnemende organisatie in Nederland, Duitsland en België. Gastheer Universiteit van Luik zal het financiële risico te trekken. Het voorstel van de Ingeokring is om het opstartbedrag te investeren uit het fonds van de IAEG 1990 Stichting die de Ingeokring beheert. In dit fonds wordt het bedrag beheerd dat als winst overbleef van het IAEG congres dat in Amsterdam in 1990 mede door de Ingeokring is georganiseerd. Er wordt tijdens de vergadering van de aanwezige Ingeokring leden een mandaat gevraagd om dit fonds inderdaad aan te mogen spreken. Alle aanwezige leden zijn hiermee akkoord gegaan.



## Inventarisatie werkomgeving IngeoKring-leden

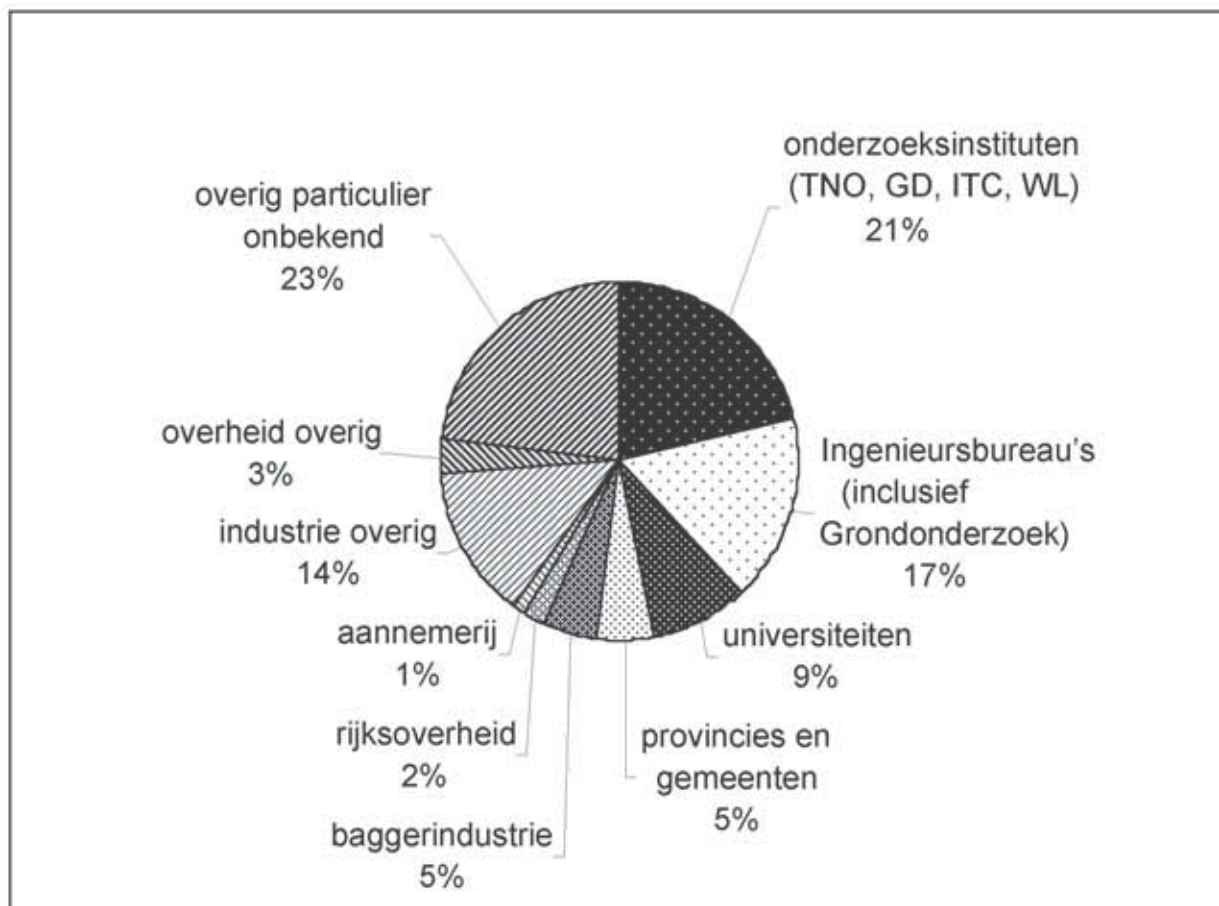
Richard Rijkers

Ten einde meer kennis te verkrijgen van de huidige werkkring van de leden is een inventarisatie uitgevoerd. Het INGEOKring ledenbestand telt heden 207 leden. Van meer dan 77% is achterhaald bij welke bedrijven haar leden werken; van 23% is niet bekend waar deze personen werken. De resultaten zijn gebaseerd op de huidige stand van de adressenbestand van de INGEOKring. Aangenomen is dat een deel van de bij ons bekend informatie niet correct is, echter dit percentage is niet bekend.

De resultaten staan aan gegeven in de figuur hieronder en geven aan de 21% werkt bij de onderzoeksinstituten (ITC, GeoDelft, TNO-NITG en Delft Hydraulics). 17% werkt bij ingenieursbedrijven (incl. grondonderzoeksbedrijven). 9% is werkzaam bij de universiteit, 5% bij provincies en gemeenten en 2% bij rijksoverheden. 5% werkt bij baggerbedrijven en slechts 2% werkt bij (grote) aannemers. Er zijn geen leden geïdentificeerd die bij waterschappen werken. Het segment 'industrie-overig' wordt gedefinieerd door vele

kleine adviesbureau's en telt toch nog 14% van de leden. Het segment 'Overheid-overig' staat voor instanties zoals CUR en buitenlandse overheden. Opvallend is dat bijna de helft van de leden in het segment *Onderzoeksinstituten-Universiteiten-Ingenieursbureau* werkzaam is. Eveneens in het oog springt het lage aantal leden dat werkt voor een aannemer.

Graag roep ik de leden op te reageren op deze cijfers. Wat vind u van deze verspreiding van de leden in de Nederlandse maatschappij? Bevreemd het u en heeft u een verklaring van de ruime aanwezigheid bij grote instituten en de lage aantallen bij aannemers. Wat zijn hiervan de oorzaken?



## NEWS

### Quelierij nieuwe decaan Civiele Techniek en Geowetenschappen

Delft, 30 augustus 2002

Het College van Bestuur van de TU Delft heeft ir. L. de Quelierij (1952) per 1 oktober 2002 benoemd tot decaan van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen. Hij volgt per 1 oktober 2002 prof. ir. C.P.J.W. van Kruijsdijk op die van 1 november 2001 tot 1 september 2002 tezamen met de professoren Molenaar en Teunissen het faculteitsbestuur heeft gevormd. Gedurende de maand september 2002 fungeert prof. Van Kruijsdijk als decaan.

Na afronding van zijn studie Civiele Techniek aan de Technische Universiteit Delft (1976) was ir. De Quelierij van 1976 tot 1986 werkzaam bij Rijkswaterstaat, onder meer als hoofd van de afdeling Grondmechanica en de afdeling Onderzoek Waterbouw. De Quelierij trad in 1986 in dienst van de Fugro-groep, een internationaal opererende groep bedrijven actief op het terrein van het verzamelen, bewerken en interpreteren van gegevens van het (sub)aardoppervlak en daarop gebouwde structuren. Op dit moment vervult de heer Quelierij de functie van algemeen directeur van Fugro Ingenieursbureau B.V.

De Quelierij is lid van een groot aantal commissies op het terrein van de Civiele en Geotechniek. Op deze terreinen heeft hij door de jaren heen zowel gepubliceerd als gedoceerd.

### TU Delft benoemt bouwmanager Noord/ Zuidlijn als hoogleraar Ondergronds Bouwen

DELFT, 25 juni 2002 - Ir. J.W. Bosch wordt per 1 augustus aanstaande de nieuwe praktijkhoogleraar Ondergronds Bouwen aan de Technische Universiteit Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen.

Met de benoeming van een nieuwe praktijkhoogleraar benadrukt TU Delft het belang van fundamenteel onderzoek op het gebied van ondergronds bouwen. Bosch combineert de deeltijdfunctie als praktijkhoogleraar met zijn werkzaamheden bij de dienst Infrastructuur, Verkeer en Vervoer van de gemeente Amsterdam. Bij deze dienst is hij als algemeen bouwmanager bij het projectbureau Noord/Zuidlijn verantwoordelijk voor de bouwtechnische ontwikkeling van deze nieuwe metrolijn.

Bosch vervult de vacature die was ontstaan nadat hoogleraar prof. ir. E. Horvat in 1999 met pensioen ging. De aanstelling van een nieuwe praktijkhoogleraar vloeit voort uit een strategische heroriëntatie binnen TU Delft. Daarbij is onder meer belang toegekend aan onderwijs en onderzoek met betrekking tot uiteenlopende civieltechnische aspecten van de ondergrond. De faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen ziet de benoeming als een eerste stap om onderzoek en onderwijs op het gebied van ondergronds bouwen een nieuwe impuls te geven. Een volgende stap is het voor 29 augustus 2002 gepland werksymposium 'Constructing the 3rd dimension: a sustainable subsurface'. Tijdens dat symposium zal de TU Delft vorm geven aan het onderzoek op het gebied van ondergronds bouwen binnen het onderzoeksthema 'Ondiepe Ondergrond'.

#### Erkenning

Het deeltijdhoogleraarschap van professor Bosch wordt gefinancierd door het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) in Gouda. Het COB is een publiek-privaat kennisnetwerk dat gericht onderzoek doet naar vraagstukken rondom ondergronds ruimtegebruik en streeft naar het bevorderen van kennis op dit terrein. In het kader daarvan besteedt het COB veel aandacht aan kennisverspreiding via het onderwijs. Daarbij hecht het COB waarde aan samenwerking met zowel HBO- als WO-instellingen. Zodoende is het COB verheugd over het aanstellen van een deeltijdhoogleraar Ondergronds Bouwen, hetgeen bijdraagt aan de erkenning voor het ondergronds bouwen in Nederland en de samenwerking tussen de TU Delft en het COB.

#### Praktijkman

Dat specifiek professor Bosch is aangesteld, spreekt het COB zeer aan. Hij is nauw betrokken bij de dagelijkse uitvoeringspraktijk en kan die ervaring inbrengen in het wetenschappelijke onderwijs. Bosch studeerde in 1982 af in de Civiele Techniek aan de TU Delft. In 1983 begon de praktijkman zijn loopbaan bij Ballast Nedam Beton en Waterbouw. Daar bouwde hij onder meer expertise op in specialistische funderingstechnieken, zoals diepwanden en boorpalen. In de periode 1986 - 1992 werkte Bosch bij de gemeente Amsterdam aan tal

van ondergrondse bouwprojecten, waaronder de Piet Heintunnel. Van 1992 tot 1994 gaf Bosch leiding aan DSBV ingenieurs en architecten BV in Rotterdam. In 1994 leidde hij de integratie van dit bureau met Tauw Civiel en Bouw BV in Utrecht. Bij dit ingenieursbureau was hij tot 1997 adjunct-directeur en lid van het directieteam van de divisie civiel en bouw. Van 1997 tot 1999 maakte hij deel uit van de centrale directie van Tauw BV in Deventer. In 1994 werd Bosch door de gemeente Amsterdam benoemd tot bouwmanager van het Noord/Zuidlijnproject. Tot 1999 combineerde hij deze functie met zijn werkzaamheden bij Tauw BV. Sinds 1999 is Bosch fulltime in dienst van de gemeente Amsterdam.

## ITC is verhuisd

De afdeling Ingenieursgeologie van het ITC is verhuist naar het pand van Technische Aardwetenschappen van de Technische Universiteit Delft. De nieuwe adresgegevens zijn:

ITC  
Section Engineering Geology  
Mijnbouwstraat 120  
2628 RX Delft  
telefoon: +31 15 2781636  
fax: +31 15 2789676  
e-mail: [enggeo@itc.nl](mailto:enggeo@itc.nl)

## Nieuwe vestiging TNO-NITG

Princetonlaan 6  
P.O. Box 80015  
3508 TA Utrecht  
The Netherlands



# Doelstellingen en activiteiten van de IAEG

Niek Rengers, President IAEG

## Abstract

Tijdens het 9e Internationale Congres van de International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG) in Durban (South Africa) is op 15 september 2002 Niek Rengers gekozen als President van de IAEG voor de jaren 2003 t/m 2006. Hieronder (op verzoek van de redactie) een korte bijdrage van Niek over de doelstellingen en activiteiten van de IAEG en zijn plannen als president voor de komende jaren.

De IAEG, opgericht in 1964, is een wereldwijde wetenschappelijke organisatie met meer dan 5200 leden en 59 nationale groepen. De IAEG heeft de volgende officiële doelstellingen in haar statuten gedefinieerd:

- to promote and encourage the advancement of Engineering Geology through technological activities and research
- to improve teaching and training in Engineering Geology
- to collect, evaluate and disseminate the results of engineering geological activities on a worldwide basis

Om deze doelstellingen te bereiken werkt de IAEG samen met andere internationale geotechnische organisaties (ISRM en ISSMGE) binnen de International Union of Geological Sciences (IUGS) en onderneemt ze de volgende activiteiten

- uitgave van een kwartaal tijdschrift: *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, verzorgd door SpringerVerlag, met peer-reviewed papers in Engels en Frans, de beide officiële talen van de IAEG
- werk van commissies en werkgroepen, die internationaal zijn samengesteld uit vooraanstaande wetenschappers, op een groot aantal onderwerpen
- sponsoring van internationale congressen en internationale, regionale en nationale symposia over meer specifieke thema's
- publicatie van een halfjaarlijkse nieuwsbrief die wordt verzonden naar alle IAEG leden ter wereld
- tweejaarlijkse verlening van de Hans Cloos Medal voor uitzonderlijke wetenschappelijke verdiensten op het vakgebied en de Richard Wolters Prize voor jonge veelbelovende wetenschappers.

De IAEG wordt bestuurd door de Council, het hoogste orgaan van de IAEG, die jaarlijks bijeenkomt en samengesteld is uit vertegenwoordigers van alle nationale IAEG groepen. De council kiest steeds voor perioden van vier jaar een Executive Committee, samengesteld uit een president, secretary general, treasures en 7 regionale presidenten uit de verschillende werlddelen.

Van oudsher is het functioneren van de IAEG sterk

afhankelijk geweest van de activiteit van de nationale groepen. De rol van het Executive Committee is steeds vooral een coördinerende geweest met een erg sterke bijdrage vanuit Frankrijk, waar vrijwel steeds (zoals ook nu) de secretary general en de treasurer vandaan komen, die vaak ook meerdere perioden van 4 jaar in functie blijven. Mede daardoor, maar ook omdat een groot gedeelte van de IAEG leden Europeaan is speelt Europa een belangrijke rol in de IAEG. Aangezien Europa weer aan de beurt was na 4 jaar presidency van Wang Sijing uit China en ik de afgelopen 4 jaar vice-president voor (noordelijk-) Europa ben geweest heeft het huidige Executive Committee een beroep op mij gedaan de komende periode president te zijn. Aangezien er geen andere kandidaten zijn voorgedragen is er geen sprake geweest van een verkiezingsstrijd.

In mijn bereidverklaring aan de council heb ik aangekondigd te willen werken aan een aantal volgens mij belangrijke aangelegenheden in de komende periode van 4 jaren:

- nauwere samenwerking met ISRM en ISSMGE, met de bedoeling om te komen tot een gezamenlijk professioneel ondersteunend secretariaat en financiële administratie, overigens met instandhouding van de drie organisaties. In de huidige constellatie is de IAEG te zeer afhankelijk van de bereidheid van de Ecole des Mines en van het Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées in Parijs om de personele lasten hiervoor voor hun rekening te nemen. Met de zusterorganisaties samen moet het mogelijk zijn ergens in Europa een klein bureau op te zetten dat deze taken professioneel gaat uitvoeren.
- Opzetten van een aantal "joint technical committees (JTC)" samen met ISRM en ISSMGE op die gebieden waar het werk van onze organisaties elkaar overlapt. Een eerste JTC is al ingesteld in Durban op het gebied van "landslides".
- Ontwikkeling (ook weer samen met de geotechnische zuster organisaties) van gemeenschappelijke definities van het geotechnische werkveld. De tijd is rijp voor constructieve samenwerking op dit gebied na decennia van competitie. Deze activiteit zou zich ook moeten uitstrekken tot vragen van accreditatie, inhoud van

universitaire opleidings- en professionele nascholingstrajecten, etc. Dit gaat zich al enigszins bewegen in de richting van een professionele, i.p.v. een zuiver wetenschappelijke organisatie, maar vooral met het oog op ontwikkelingen in Europa en de grote druk waaronder de ingenieursgeologische universitaire opleidingen (niet alleen in Nederland) staan is dit dringend nodig.

Tijdens een eerste vergadering in Durban van het nieuwe Executive Committee (elect) zijn daar nog twee belangrijke prioriteiten voor de komende jaren bijgekomen:

- Betere planning en afstemming van internationale congressen en symposia op ons vakgebied. De internationale agenda loopt zo vol dat de verschillende activiteiten elkaar gaan beconcurreren. Samen met de zusterorganisaties zullen we trachten wat meer sturing (ook in overleg met de JTC's) van de wetenschappelijke agenda te bereiken en meer samen te doen.
- Verbetering van de contacten tussen de centrale IAEG organisatie en haar individuele leden. Door het opzetten van een goed functionerende website kunnen de leden in de komende jaren meer betrokken worden bij dan wel geïnformeerd worden over het werk van de commissies en werkgroepen en de resultaten van activiteiten van de nationale groepen.

Al met al een ambitieuze agenda voor de komende jaren. Via de nieuwsbrief en via onze nieuwe IAEG website zal ik proberen U op de hoogte te houden van de vorderingen.

## STUDENTEN

### Wissel DIG bestuur

Jordy Mollé

Op 8 oktober 2002 was het moment dan eindelijk daar; in faculteitscafé 'Het Noorden' vond de wissel plaats van het DIG bestuur. Niet zomaar het volgende bestuur trad aan, maar een jubilerend bestuur. Die avond trad namelijk het 18<sup>e</sup> bestuur van het Dispuut Ingenieurs Geologie van de TU Delft aan. Eindelijk heeft de DIG dan haar volwassen leeftijd bereikt. Een bewijs dat ingenieursgeologie in Nederland steeds meer een duidelijke, eigen plek krijgt. Echter, de DIG was haar leeftijd al ver vooruit! Aan de hoeveelheid excursies, borrels en andere activiteiten was immers niet te merken dat de DIG nog niet volgroeid was. Aan ons de taak om aan te tonen dat de aftakeling nog lang niet zal toeslaan!

Het DIG bestuur 2002-2003 bestaat uit:

- Jordy Mollé, president
- Sara Eeman, secretaris
- Bart van Knapen, penningmeester
- Gerben Groenewegen, commissaris promo



Wij zullen het in het verleden ingezette beleid continueren. Hierbij kan gedacht worden aan het bevorderen van het contact van studenten onderling en met studenten van het ITC. Daarnaast zullen wij studenten in contact brengen met het bedrijfsleven, middels excursies en het bezoeken van interessante locaties.

Beide bovenstaande doelen worden nagestreefd, onder meer door middel van het organiseren van borrels in het faculteitscafé 'Het Noorden'. Iedereen, zowel studenten als afgestudeerden, is van harte welkom op zo'n borrel. De eerstvolgende zal al op 17 december plaatsvinden. Tijdens deze gezellig aangeklede kerstborrel kan er op een ontspannen manier over allerlei zaken, van vakinhoudelijk tot hedendaagse politiek, gediscussieerd worden. We hopen u te mogen begroeten!

Verder wordt er momenteel hard gewerkt aan de voorbereiding van een nieuwe studiereis in de nazomer van 2003. Deze reis zal naar Canada voeren. Eventuele sponsors of geïnteresseerden zijn uiteraard van harte welkom.

Iets waar we dit jaar meer nadruk op zullen leggen dan voorgaande jaren is de belangenbehartiging van de studenten Ingenieursgeologie. Zoals u wellicht niet ontgaat is, is het een buitengewoon roerig jaar geweest voor onze afstudeerrichting. Ten gevolge van een herbezinning van de totale onderzoeksportfolio van de TU Delft is per opleiding gekeken wat de sterke en minder sterke groepen zijn. Helaas is Ingenieursgeologie niet aan deze veranderwoede ontsnapt. Het onderzoek zal mogelijk meer op grond gericht worden en minder op gesteente. Een groot deel van het personeel is inmiddels vertrokken of werkt minder. Zo is degene die Ingenieursgeologie in de afgelopen jaren heeft getrokken, Peter Verhoef, inmiddels werkzaam bij Boskalis. Wij willen hem nogmaals bedanken voor al zijn inzet en voor wat hij voor de opleiding heeft betekend.

Daarnaast is het ITC inmiddels bij de faculteit ingetrokken. Op korte termijn zal nieuw personeel worden gezocht. Echter, dit betekent wel dat vakken die vorig jaar gegeven werden door inmiddels vertrokken docenten, nu door nieuwe docenten gegeven moet worden. Zodra deze mensen gevonden zijn, moeten zij zich nog inwerken in dat vak. Het behoud van de kwaliteit van deze vakken zullen we dan ook scherp in de gaten houden. Verder moet natuurlijk ook het afstuderen niet lijden onder al deze wisselingen.

Zoals u ziet, er is genoeg te doen! Op onze website [www.dig.tudelft.nl](http://www.dig.tudelft.nl) kunt u de laatste ontwikkelingen volgen!

Glück auf!

## Surf suggestions / Interessante internet links

*Jeroen Dijkstra*

Iedereen zit wel eens te surfen op het internet op zoek naar ..., ja naar wat eigenlijk? Als ingenieursgeoloog in hart en nieren valt het niet altijd mee om net die webpagina's te vinden die wel fascinerend zijn. Teneinde de tijdrovende zoektocht naar wat interessants een beetje te stroomlijnen hebben we aangeklopt bij Jeroen Dijkstra. Hij is bijna afgestudeerd (verwacht medio januari) en doorgaans zeer goed op de hoogte van ontwikkelingen in het vakgebied. Hieronder enkele surfsuggesties van zijn hand.

Everybody spends occasionally some time surfing on the internet looking for ..., well nothing specific really. As an engineering geologist it is not always easy to find those really interesting webpages. To smooth out the endless search of fascinating webpages we asked Jeroen Dijkstra for help. He is almost graduated (expected January 15<sup>th</sup>) and usually very well aware of the developments in the field. In this piece you are provided with some of his surfing suggestions.

### [www.sociamedia.nl/%7Ewise/uranium/mdaf.html](http://www.sociamedia.nl/%7Ewise/uranium/mdaf.html)

This site gives an overview of the failing tailing dams all over the world. It happens more often than I personally thought of. The site tries to give the online information about the failures through links and by using articles from newspapers. I will describe one link from the extensive list of failures.

### [www.stava1985.it](http://www.stava1985.it)

This site of the foundation Stava 1985 describes the Stava Valley Disaster of 1985. The Stava disaster is a major man induced disaster that occurred in Italy due to the collapse of the Stava tailings dams.



The two settling basins before the disaster. The Prestavel tailings dams were marked by exceptional gradients, unseen elsewhere. (From the newspaper "L'Adige")

The site gives an overview of the history of the fluorite mine, together with the processes leading to the collapse of the tailings dam. The dam itself was built of the separated sand from the separation process. In time a second dam was built at a lower location underneath the other. Just before the disaster both dams were in total 50 meters high.

on 19th July 1985 the bank of the upper basin gave way and collapsed onto the lower basin, which, too, collapsed. The resulting mudflow killed 268 people.

Next to the history leading to the disaster, the site gives also an discussion about the causes of the collapse together with the liability aspects leading to this disaster.

### [www.dig.tudelft.nl](http://www.dig.tudelft.nl)

The Dispuut IngenieursGeologie, probably inspired by the new site of the Ingeokring, [www.ingeokring.nl](http://www.ingeokring.nl), has just renewed their site. So therefore a short overview of what you can find here. The site is still under some construction, but this is what you can find here at this moment.

A nice effort is taken to bring the scarce thesis projects to the attention of the students. Next to other education links and information, the site also gives an extensive overview of the study tours of the last couple of years, with links to the South Africa Study Tour and the Colorado Study Tour. The tour report made after the Turkey Study Tour of last spring is even made available for download. So for all the students who went on these trips a nice way to relive the nice experiences.

An extensive list of companies employing engineering geologists ends the site.



In the future the new photo site at <http://gallery.ta.tudelft.nl/dig> will also be linked to this page.



<http://www.swan.ac.uk/civeng/admissions/smotb/page1.htm>

Are you bored when you go to the beach and you long for the interesting lectures soil mechanics at the TU, then this site is made for you. It describes nice soil mechanics tests to do on the beach. Actually a lecturer from the Civil Engineering department at Swansea, who used the beach as a geotechnical laboratory, made this text.

Some nice tests are described, most of them have to be performed with two or more people. Luckily the answers to the tests are not given, so test your knowledge of soil mechanics...and feel free to take your shovel to the beach to find the answers for yourself.



## THESIS ABSTRACTS

### Abstract thesis

#### Micheline Hounjet

*Delft University of Technology,  
Faculty of Applied Earth Sciences,  
Section Engineering Geology*

VINEX-locations are built throughout the country of the Netherlands. These new neighbourhoods should provide enough houses for new households. The VINEX neighbourhoods are designed and built according to a new way of thinking: *sustainable development*. Buildings are constructed with recycled material or materials that can be re-used. The design of the neighbourhood can also be used for other purposes than residential quarters in the future. Throughout the Netherlands similar 'sustainable' neighbourhoods are built, regardless of the subsoil conditions. Municipalities that have to compete with worse soil conditions, spend fortunes on maintaining their roads and sewers that keep settling.

When the subsoil conditions of a new site are taken into account, worse and better locations can be pointed out that can be used in the planning process. Different functions (residential quarters, business quarters, infrastructure and recreation) within a neighbourhood have different sensitivities to worse ground conditions. When a very sensitive function is allocated at a location with good ground conditions, maintenance costs and construction costs can be minimised. The sensitivity of the different functions is established with information on maintenance costs.

A list is made of different properties of the subsurface that are important in urban planning. Relations between these subsurface properties and the neighbourhood functions are established to create a table that indicates the minimal wanted ground conditions for favourable locations for each function. With data from a pilot site, this table can be used to combine the different data into planning indication maps.

The Nesselande neighbourhood is used as a pilot site for this study. Data on settlement predictions, depth of the Pleistocene sands, the surface level, the undrained shear strength and soil suitability are used to indicate for each neighbourhood function where it would be allocated best. These function maps are combined in one single map that can be used as guidance in urban planning.

However, for Nesselande, a lot of point data is available that was not present when the planning process started. Therefore, another planning is carried out with data available in an early phase of a site investigation: a geological map, a Pleistocene depth map, a ground maps and a soil suitability map. The layout that is established with this data is compared to the layout established with the site investigation data and the actual layout.

They differ from each other, but not as much as would be possible based only on the subsurface information. Aboveground restrictions like gas pipeline locations, high-tension lines and existing infrastructure, play a major part in the planning process. However, when calculated maintenance costs for infrastructure and utilities for the different layouts are compared, the layouts established with subsurface information are cheaper. This research concludes that subsurface information can be included in the planning process of a new neighbourhood when enough information on the subsurface is available. Existing information on small-scaled maps is not enough. Site investigation data is needed to create other maps that indicate settlements and soil suitability of the area. These maps can be used in an early planning phase or planning indication maps can be created with these data. Urban planners can take this information into account and can still be creative in their design. Future maintenance costs on roads and utilities can be minimised this way.

### Abstract thesis Leon van Paassen

*Delft University of Technology,  
Faculty of Applied Earth Sciences,  
Section Engineering Geology*

Consolidation behaviour and shear strength development are two geotechnical properties of soil, which are essential for the design of civil structures in soft soil areas. In active sedimentary basins normal consolidation of soils is expected. For normally consolidated remoulded soils, the development of moisture content, overburden stress and undrained shear strength with depth are calculated using empirical relationships.

In the Caspian Sea, which is such an active sedimentary basin, Fugro Engineers BV observed locally higher moisture contents, lower undrained shear strength and lower pre-consolidation pressures than expected for a normally consolidated soil. If pre-consolidation pressure is lower than the expected in situ stress ( $OCR < 1$ ), the soil is called underconsolidated. Next to

the underconsolidated soil state an increase of pore fluid salinity with depth was observed up to an almost saturated solution. Fugro believed that the high pore fluid salinities could be the key to explain the observed anomalies.

A hypothesis was suggested that clay particles can act as a semi-permeable membrane. After deposition in a marine environment the soil is buried under continuously deposited fresh sediments, causing an increase in overburden pressure. Due to increasing pressure, the water between clay particles is pressed out as the soil consolidates. The clay particles prevent dissipation of dissolved salt ions. As a result the squeezed out pore fluid will have a lower salinity than the remaining fluid and a salinity gradient develops. The salinity gradient causes osmotic pressures to build up, which counteract the effective overburden pressures. As a result the total consolidation will be less than expected for a normally consolidated soil. This corresponds with the observed underconsolidated soil state.

The suggested hypothesis formed the motivation to study the influence of pore fluid salinity on consolidation behaviour and undrained shear strength development of clayey soils. A research project was proposed, to determine the influence of pore fluid salinity on consolidation behaviour and undrained shear strength development, to test the suggested hypothesis and to explain the observed anomalies in the Caspian Sea.

A laboratory test program was set up to test the influence of pore fluid salinity on consolidation behaviour and undrained shear strength on artificially prepared remoulded clay samples. Samples varied in clay type (Colclay A90, Speswhite, WN4 and a mixture of Colclay A90 and Speswhite), salt type (NaCl, KCl and CaCl<sub>2</sub>) and salt pore fluid salinity. Samples were prepared by dissolving the salts in distilled water and mixing the solutions with dry clay powder. Different tests were performed, using different types of equipment: atterberg limit tests, one-dimensional consolidation tests, measuring consolidation rate, compressibility and salinity change with increasing pressure, and undrained shear strength tests. To explain the observed test results, compare them with the observations in the Caspian Sea and test the suggested hypothesis of osmotic pressure causing the apparent underconsolidated soil state, a literature review was carried out on the interaction between the clay particles and the pore fluid.

The results of the tests showed that the influence of pore fluid salinity on the consolidation behaviour and

undrained shear strength development of clayey soils depends on the plasticity (or actually the surface area and cation exchange capacity), the moisture content and the salinity itself.

Soils with a high plasticity (Colclay A90), with moisture contents above the plastic limit and with a salinity around or below the salinity of seawater are influenced by the pore fluid salinity. Soils with low plasticity, with moisture contents above the plastic limit or with very high pore fluid salinities are hardly influenced by changes in pore fluid salinity.

An increase of the pore fluid salinity causes a decrease of the moisture content, decrease of the liquid limit, decrease of the compressibility, liquid limit and an increase of the consolidation rate.

Colclay A90 with sodium-chloride solutions showed an increase of salinity, during compression, indicating that the clay acts as a semi-permeable membrane.

In terms of liquidity index and undrained shear strength development with depth the laboratory test results do not deviate from the normally consolidated soil profile.

The results of the laboratory test correspond with theories using a modified effective stress model, which includes electrochemical net repulsive forces, ( $R-A$ ), between particles and pore fluid. Increase of pore fluid salinity causes a decrease of net repulsive forces, ( $R-A$ ), and a consequent increase of modified effective stress. Electrochemical forces become more important.

The results of the laboratory tests, however, do not correspond with the observations in the field and consequently do not support the suggested hypothesis. An explanation for the difference between field and laboratory data involves the difference in soil fabric and structure between the undisturbed field samples and the remoulded laboratory samples. A new hypothesis is suggested, which includes the effects of structure and sample disturbance to explain an apparent underconsolidated soil state.

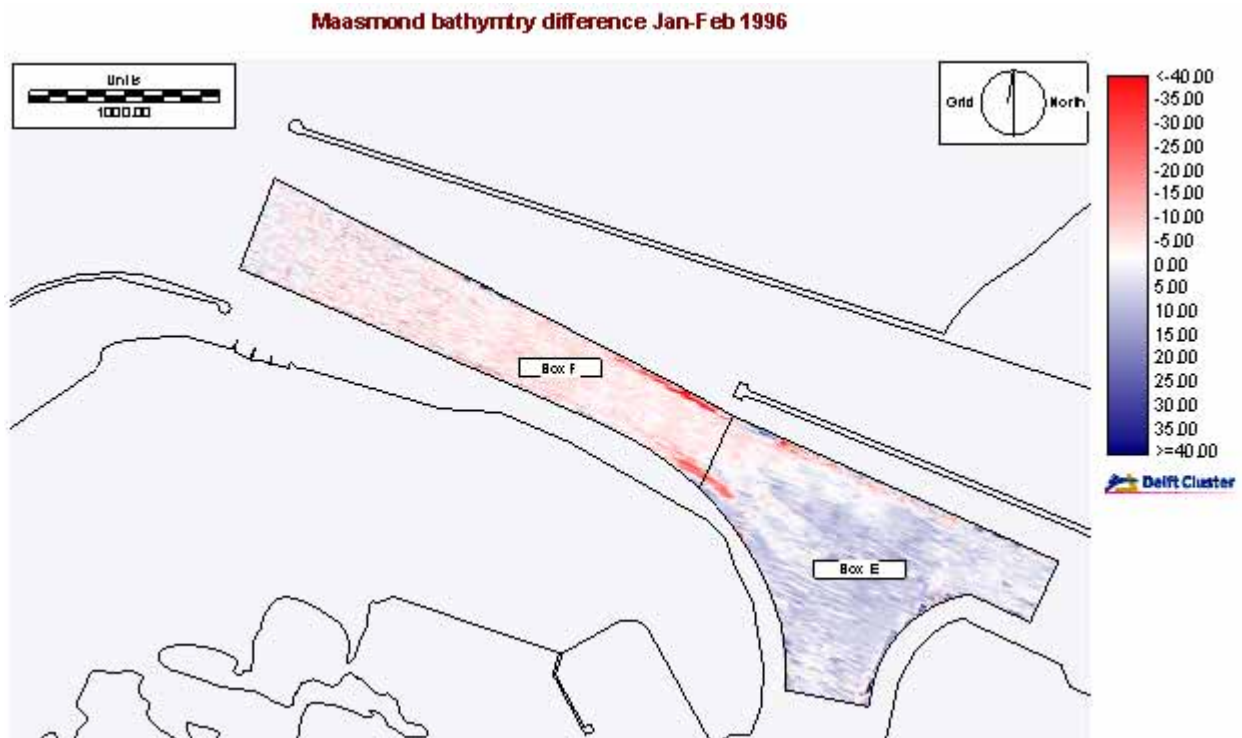
## Abstract thesis Robert Vuurens

*Delft University of Technology,  
Faculty of Applied Earth Sciences,  
Section Engineering Geology*

Sediment accumulation within ports causes the need for dredging to maintain sufficient draft for shipping. In the Rotterdam port area, located in the western part

of the Netherlands at the end of the Rhine and Meuse River systems, a large quantity of fluvial and marine sediments accumulate in the harbour basins. In the management of the port, the maintenance dredging to keep the fairway at navigable depth is an important issue. This research focuses on the analysis of the processes that influence the sedimentation in the portarea, in order to predict the sedimentation in harbour basins and to try and find a relation with possible causes of sedimentation.

A large data set has been collected from different institutes over a 10-year research period (1991-2000). These parameters have been analysed and described, in order to be used as model parameters in an artificial neural network model with predictive capabilities. A contribution is made to insight in the harbour sedimentation processes and the processes influencing sedimentation in the Rotterdam port area, and preliminary predictive models have been constructed.



## ENGINEERS ABROAD

### Suriname gaat Gissen

*Jeroen Dankelman*

*Jeroen.dankelman.ips@isgroup.sr*

*Paramaribo, Suriname*

Damwanden en heipalen hebben ze wel maar gebruiken ze niet in Suriname. In rap tempo wordt Paramaribo in oostelijke richting aan de overkant van de Suriname rivier ontwikkeld. Sinds 3 jaar prijkt de grote Wijdenbosch brug over het water en is de andere zijde van de oever voor iedere projectontwikkelaar te bereiken. En die gaan daar ook maar al te graag kijken. Een heipaal heb ik nog nooit erin zien of horen gaan in de drassige grond van de rivier oever. Met pleiserwerk versierde bungalows in schitterende kleuren worden naar Amerikaans model neergezet. Ja en in die combinatie is het natuurlijk wachten op problemen. Ze zetten de woningen dus neer volgens de folder van de makelaar, maar de rest is voor eigen risico.

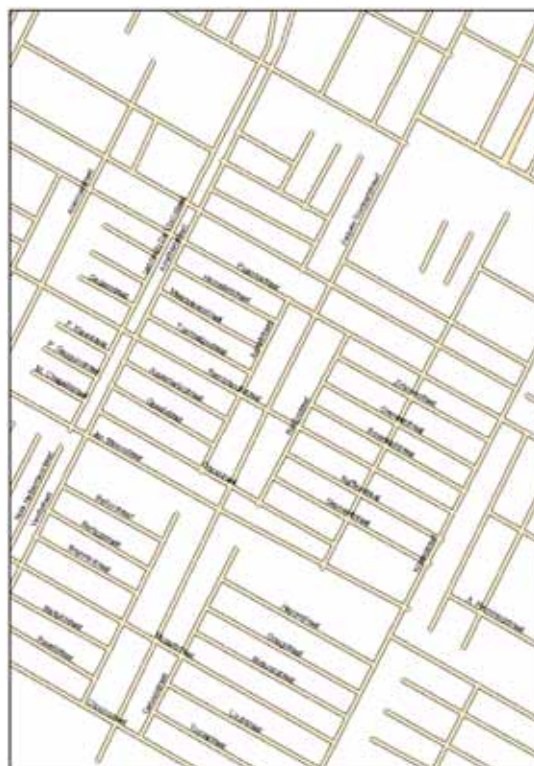


om GIS-applicaties (Geografisch Informatie Systeem) op te zetten. Door de ervaring die je hier opdoet gedurende visum aanvraag en verblijfsvergunningen ben je al aardig gehard voor het bureaucratische Surinaamse systeem. Zo hebben we laatst voor het GIS met goede moed een formeel verzoek ingediend bij een afdeling van Binnenlandse Zaken. Het was een aanvraag voor het stratenbestand van Paramaribo, dus eigenlijk niet al te omslachtig. Na twee weken en drie telefoontjes waren we dus in de fuik vast gelopen en zaten plotsklaps bij de minister rond de tafel. Het bleek allemaal heel erg moeilijk te zijn en wat we er allemaal niet mee konden doen als commercieel bedrijf. Les nummer één voor de beginner in den verre; regelen via via is veel gemakkelijker!

De grote projecten, die ook iets vlotter lopen, hebben vooral te maken met de staatsbedrijven. Het energiebedrijf is hard bezig een inhaalrace aan het houden om achterstanden in te halen. Zo ook de Telesur (Surinaamse Telefoonmaatschappij) heeft zijn activiteiten uitgebreid met GSM. Enorm veel werk om alle nieuwe sites op kaart aan te brengen. GIS speelt dus een belangrijke rol waar veel instanties dan ook mee actief (willen) zijn.

Nu zijn we sinds kort zover dat bestaande informatie op de digitale plattegrond van de stad aansluit. Met een druk op de knop kan bijvoorbeeld een ministerie de straten digitaal beheren om vervolgens achter slot en grendel te plaatsen zodat niemand mee kan profiteren. Helaas is dit aan de orde van de dag en is een algehele samenwerking nog ver te zoeken.

Maar al dit afzien en gezweet wordt iedere avond en weekend weer beloond met de schitterende natuur van Suriname. Ondanks de moeilijke wegen, het stoffige bauxiet en de ijskoude luchtstroom van de airco's is het wel genieten geblazen. En om een echt goed beeld te krijgen van het land zou je even je agenda weg moeten leggen, je horloge af moeten doen en, mocht je die hebben, languit in je hangmat gaan liggen. Eigenlijk is het allemaal niet zo moeilijk!



# ENGINEERS ABROAD

## Engineering Geology in Belgium

*ir. Robrecht M. Schmitz*  
*Chemin des Chevreuils 1 - B52/3*  
*Université de Liège-GéomaC*  
*B-4000 Liège*  
*Belgique*  
*E-mail: RM.Schmitz@ulg.ac.be*  
*Aspirant FNRS*

### Introduction

First of all, when I'm talking about Belgium I'm actually talking about Wallonia and when one is talking about Wallonia one is talking about Liège. In all matters of life the country is really split up: there're three more or less independent regions (responsible for the economics etc.) and three different cultural communities (responsible e.g. To make things more complicated the territory of the groups does not coincide with those of the communities and let's not talk about the different languages accepted in these regions and the asymmetric distribution and responsibilities of the different ministries. The same for the Belgian beer and cuisine, which is rather Flemish and the Belgian Engineering Geologist who is rather Walloon. The distance from Liège to the Dutch border is only 20km but in matters of culture and way of living a 1000.

### Engineering geology in Belgium: where can I learn it?

The answer is simple: in Liège in the GéomaC department. That means that every Engineering geologist in Belgium will have to pass me first! To join the European discussion: in Belgium you can graduate as Engineering geologists but you cannot learn to be geotechnical engineer. People working in geotechnical applications have been educated as either Ingénieur Civil de Construction (some soil mechanics some rock mechanics education but not much and no geology) or Ingénieur Civil des Mines (Leuven and Mons) or Ingénieur Civil Géologue. Nevertheless the Civil engineers still refer to the Engineering geologists as the "Geologists" whereas the geologists refer to them as the "Engineers". In general, engineering on university level (=Ingénieur Civil) has a common first three year programme, specialisation to become Engineering Geologists or rather Geological Engineer must be done in the remaining two years. The final thesis needs to be written in less than 6 months thus the 5th year of studies is still loaded with courses. Another way to become Ingénieur Civil Géologue is by following a two years passarelle if you previously have studied geology (we've got two of these students this year).

A Belgian doctorate Engineering geologist needs 5 years for his Engineering degree, 1 year for a DEA and another 4 years for a doctorate, totalling 10 years, which is comparable to the Netherlands. The nice thing about teaching Engineering Geology in this area is that once you get out of the lecture room you can touch the Devonian outcrops, take the car head for the city centre you'll pass over the colluvium see some former slope instabilities pass through the fire spitting and smoking metallurgical industry into the fluvial deposits of the Meuse and cross the Carboniferous deposits by taking the new road tunnel. You name it we've got it!

### Liège and its University

Both the University of Liège and the Delft University of Technology were founded by the same Koning Willem I der Nederlanden. Both of the universities are rather young which is explainable for a technical university like Delft but what about Liège? In fact it started as an episcopal school in the Middle Ages when Liège had its first industrial revolution. The city is located on the edge of the Brabant massive and the old Ardennes. Because the centre of the town was virtually built on coal (fuel) and the metal ore arrived on the rivers Meuse and Vesdre, Liège became one of the earliest and last remaining sites for metallurgy in Europe. The traces are even present today, anywhere were a deep excavation or tunnel is made old mining activity will turn up. Being thus the centre of early industry and the capital of a mighty independent state of Liège (led for ages by Prince-Bishops) the pre-Université de Liège flourished and a lot of scientists were attracted like Petrarca (15<sup>th</sup> century). The produced engineers like Renkin Sualem (famous pumping system 17<sup>th</sup> century; in general Liège engineers constructed pumps for mine dewatering all over Europe), Gramm (inventor of the dynamo 19<sup>th</sup> century) and Henry Mauss (first TBM rock 19<sup>th</sup> century) the famous geologist Huber André Dumont (standardisation stratigraphy 19<sup>th</sup> century).

### Engineering geology: the profession and the University of Liège

Because Engineering geology is strongly related to the University of Liège, the rather large department

(reorganised since 2001 into the GéomaC department) and the presence of several experienced engineers, the university takes or took over a great deal of analysis for the industry. At the moment our department still has one CPT truck (were N° of 15 in the 1960th) is doing the geophysical analysis for slope instability and the new TGV connections. “Real tunnelling” (with explosives thus not cut and cover in unconsolidated mud) is going on right next door (tunnel de Soumagne where nearly all the Ingeos students and staff are somehow involved in). When a new sewer or whatsoever needs to be dug on the campus this is normally done by the guys of the university themselves. Therefore the university is often consulted too to solve engineering geological problems and still has considerable influence.

### **What can we do in Liège**

What about a 18 holes golf course on the campus of the University, you could go there on horseback if you pass first along the stable next door, or would you rather care for a swim or a hike through the forest, or have some looks at some Devonian rock outcrops along one of the streams on the campus? During the evening you could chill out during a spectacular performance of the Walküre by Wagner in the early 19<sup>th</sup> century opera?

### **See you in Liège**

And when you'll come to Liège, la cité ardente, in 2004 for the first European Engineering Geology conference and you're participating in a guided city tour you'll see this is the only city in which the people will proudly point out over a vast empty square in the city and tell you: This is the place where the magnificent cathedral once stood.....

With a Devonian Glück Auf,

Ir. R.M. Schmitz