

Wetenschap van bouwen

Civiele techniek voor een snelle, flexibele en inventieve genie

Welke accenten legt de sectie Civiele Techniek van de Nederlandse Defensie Academie bij onderwijs en onderzoek? Het verleden van de genie en van het civiel-technisch onderwijs aan de Koninklijke Militaire Academie laten zien wat wordt gevraagd van de officier als het gaat om technisch-inhoudelijke kennis en kennis van het bouwproces. Onderwijs en onderzoek moeten het evenwicht zien te bewaren tussen een wetenschappelijke benadering en het oplossen van praktische problemen.

*prof. dr. ir. A.E.C. van der Stoel**

Het vakgebied civiele techniek onderscheidt zich zowel door zijn enorme breedte als door een veelheid aan disciplines. Het is daarmee een van de weinige vakgebieden waarin vakgenoten bestaan die nog maar nauwelijks iets van elkanders specialisme begrijpen. Deze stelling kan in zekere zin worden doorgetrokken naar de genie¹, waar de omschrijving van de genist als het schaap met de vijf poten duidelijk op zijn plaats is.

Dit artikel geeft aan waar de sectie Civiele Techniek van de Faculteit Militaire Wetenschappen (FMW) van de Nederlandse Defensie Academie de accenten op gebied van onderwijs en onderzoek legt. Alvorens dit te doen is het echter nuttig en noodzakelijk het verleden van de genie en het civiel-technisch onderwijs aan de KMA toe te lichten, zodat het historisch perspectief waarin dit onderzoek en onderwijs moet worden geplaatst, duidelijk wordt. Hierbij zal een

aantal parallellen maar ook verschillen met de (reguliere) civiele techniek worden uitgelicht en wordt aangegeven hoe hiermee moet worden omgegaan.

Historie van de genie

Vanaf de middeleeuwen kende het leger al de *pioniers*, die met schop en houweel de wegen begaanbaar maakten en de *mineurs*, die zich tijdens het belet van kastelen en steden bezighielden met het ondergraven van muren, het zogenaamde *sapperen*. Met de komst van het buskruit gingen de mineurs zich bezighouden met het vernielen door middel van springladingen en verviel het graafwerk aan de *sappeurs*.

Toen in de 16-de eeuw het accent van oorlogvoering meer en meer op het veroveren van vestigingen kwam te liggen, nam de hoeveelheid uit te voeren veldversterkingen en daarmee graafwerken enorm toe. Als een reactie daarop wordt eind 16-de eeuw door de Republiek een aanvang gemaakt met de opbouw van een brugslagorganisatie, voorloper van de latere *pontoniers*. Ook nu nog vervult voor zowel de genist als de civiel ingenieur het beeld van 'bruggenbouwer' een belangrijke rol.

* De auteur is werkzaam aan de Faculteit Militaire Wetenschappen van de Nederlandse Defensie Academie (NLDA). Zijn speciale dank gaat uit naar de ondersteuning van de medewerkers van de sectie Civiele Techniek, de genisten en de leden van de Contactraad van het Wapen der Genie, wiens hulp een nieuwe dimensie aan het begrip 'geniesteun' heeft gegeven. Dit artikel is geschreven op basis van de door Van der Stoel uitgesproken introereerde op 11 september 2007.

1 In de tekst wordt dikwijls gesproken over 'de genie'; hiertoe wordt meestal ook de Dienst Vastgoed Defensie (DVD), de voormalig Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen (DGW&T) gerekend.



Verbindingsdienst, 1927

Improvisatievermogen

Als officieel oprichtingsjaar voor de genie wordt 1748 aangehouden. In de 260 jaar die sindsdien zijn verstreken heeft de genie een groot aantal reorganisaties gekend. Hierbij wijzigde dikwijls de reikwijdte van de werkzaamheden en de omvang van de compagnieën, waarbij het opvallend is dat taakverbreding daarin vaak een belangrijke rol speelde, soms ondanks inkrimping van de organisatie. Een fenomeen dat overigens nog steeds actueel is...

In de geschiedenis van de genie komt een sterke betrokkenheid naar voren bij nieuwe ontwikkelingen. Als voorbeeld kan worden genoemd het experimenteren met mijnen en torpedo's en later met telegrafie en spoorwegen. Uit de telegrafieafdeling van de genie ontstond in 1949 het zelfstandig Wapen der Verbindingsdienst. In het laatste kwart van de 19-de eeuw richtte de genie zich ook op de luchtvaart. Op initiatief van kolonel der genie C.J. Snijders werd door de toenmalige minister van Oorlog W. Kool in 1910 een commissie ingesteld die de waarde van de luchtvaart voor de landverdediging moest onderzoeken.

Snijders getuigde van een grote vooruitziende blik, gezien zijn oordeel: 'Er zit wel wat in!'. De secretaris van de commissie, kapitein der genie H. Walaardt Sacré drukte zich stilliger en genuanceerder uit en was in 1913 de eerste commandant van de luchtvaartafdeling, waaruit later de Koninklijke Luchtmacht is ontstaan.

FOTO NIMH

De periode kort voor de Tweede Wereldoorlog kenmerkt zich door inventiviteit en een grote diversiteit aan werkzaamheden. Door een ontoereikende personeelsbezetting werd een groot beroep gedaan op het improvisatievermogen van genisten. De taken lagen voornamelijk op het gebied van contramobiliteit en versperringen. Door de grootschalige inzet van tanks werd ook de brugslagcapaciteit, met als beroemde exponent de *Baileybrug*, steeds belangrijker.

Na de Tweede Wereldoorlog wordt de genie onder meer ingezet in Nederlands-Indië, bij de positionele acties. Bij deze 'uitzending' zoals we die nu zouden noemen, was het vooral typerend dat in tegenstelling tot eerdere inzet van de genie, waarbij het accent lag op degelijkheid en duurzaamheid, nu vooral snelheid en impro-

FOTO AVDD, E. BRUYS



De genie bouwt een Baileybrug

visatie noodzakelijk waren. Kenmerken die bij hedendaagse uitzendingen, zij het deels om andere redenen, ook weer een grote rol spelen.

Uitzendingen

Met de oprichting van de Rampenbrigade in 1969 (waar 11 Geniebataljon uit Wezep deel van uitmaakte) en haar onmiddellijke inzet bij de overstromingen in Tunesië, kent de genie haar eerste grootschalige expeditionaire waterputtenproject. Reeds toen werd het werk door de genie met groot enthousiasme uitgevoerd, getuige een in de *Telegraaf* opgetekend citaat van een der genisten:

Dit is nog eens wat anders dan gaten graven en ze weer dichtgooien!

Later ging de genie nog op uitzending voor UNIFIL in Zuid-Libanon, de eerste ervaring met bergachtig en onbegaanbaar gebied, die later in Afghanistan nog van pas zou komen.

De werkzaamheden op uitzending stonden in schril contrast met de beoogde inzet van de genie in de Koude Oorlog. De geboden 'waakzaamheid op de Noord-Duitse laagvlakte' bestond eerder uit een grote bekendheid met het terrein en met de beoogde inzet ten bate van vooral de contramobiliteit, dan uit een noodzaak om te improviseren. Deze periode kenmerkt zich overigens wel door een goed gevuld opleidings- en oefenprogramma en een verregaande mechanisatie van de eenheden.

Veranderingen

Met het einde van de Koude Oorlog in de laatste tien jaar van de vorige eeuw, het opschorten van de dienstplicht en veelvuldige inzet buiten Nederland, brak een periode aan van grote verandering voor de genie. In Bosnië, Cambodja en Angola deed de genie veel specifieke ervaring op met betrekking tot *mine awareness*. Operaties als *Provide Comfort* in Noord-Irak en operatie *Desert Storm* vereisten goed op elkaar ingespeelde en op hun taak toegeruste geniebataljons.

Steeds belangrijker bleek het om snel en flexibel inzetbaar te zijn met onder alle, soms extreme, omstandigheden inzetbaar materieel. In plaats van op het Rode Offensief te wachten moest nu mobiliteitssteun worden verleend en werd de constructietaak meer van belang.

De genie moest nu in zijn totaliteit vier hoofdtaken gaan vervullen, namelijk op het gebied van

- mobiliteit;
- contramobiliteit;
- bescherming;
- algemene genietaken.

Hierin vormen bovendien de 'algemene genietaken' een wel zeer rekbaar begrip, waaronder

FOTONIMH



Genisten herstellen een brug bij Tasikmalaja tijdens de Eerste Politionele Actie, 1947

ook bijvoorbeeld de constructietaak, het duiken en varen en de NBC-ontsmetting vallen.

En daarnaast vond ook nog een inkrimping plaats van circa 2300 naar 1000 genisten. Ontegengesteld rijst dan de vraag: hoe doe je dat? Het antwoord kon en kan in ieder geval deels worden gevonden in het opleiden van bekwame officieren², die zijn ingespeeld op het aansturen van een snelle, flexibele en inventieve genie. Officieren, met andere woorden, met een gedegen wetenschap van bouwen!

De opleiding tot genieofficier

Om beter te kunnen uitleggen hoe de civiel-technische opleiding van genieofficieren dient te zijn opgezet, zullen we ook hier eerst terugblikken voor we vooruitkijken.

Op 29 mei 1826 werd de oprichting van de

² In de tekst wordt de genieofficier aangeduid als 'hij'. Hiervoor kan uiteraard, al is het helaas slechts sporadisch, ook 'zij' worden gelezen.

Koninklijke Militaire Academie bij Koninklijk Besluit geïnitieerd en circa tweeënehalf jaar later, op 24 november 1828, werd officieel gestart met de opleiding van officieren van alle Wapens en de ingenieurs van Waterstaat aan de KMA.

De KMA bereikt grote bloei en internationale erkenning onder de generaals H.G. Seelig en I.P. Delprat. De laatste is overigens een genist, naar wie nu het gebouw van de Faculteit Militaire Wetenschappen is vernoemd. Pas in 1845 vond overplaatsing plaats van de opleiding van ingenieurs voor Waterstaat naar wat de latere Technische Hogeschool en Technische Universiteit Delft zou worden. Hoewel hedentendage de Universiteit Twente en met name TU Delft dus vele malen grotere civiel-technische afdelingen hebben, is het toch ooit allemaal begonnen aan de KMA...



FOTO NLDA

De veelzijdigheid aan taken moet in de opleiding zoveel mogelijk aan bod komen

Uit voorgaande historie van de genie is wel naar voren gekomen met welke diversiteit aan uitdagingen de genieofficier in zijn taken geconfronteerd kan worden. Het is uiteraard zaak deze veelzijdigheid zoveel mogelijk in de opleiding af te dekken. In de historie van de opleiding heeft men zich hierbij menigmaal de vraag gesteld of het niet wijzer was de genieopleiding volledig op civiele leest te schoeien.

Bij de integratie van de bouwdienst in het Wapen der Genie werd bijvoorbeeld als eis gesteld het opleidingsniveau van de Technische Hogeschool (nu TU Delft) als norm te stellen. Halverwege de vorige eeuw leidde deze eis echter weer tot problemen, omdat toen de tegenstrijdige eis werd gesteld de KMA-officieren juist zo breed mogelijk inzetbaar op te leiden, terwijl tot dat moment juist veel specialismen aanwezig waren. De afsplitsing van de bouwdienst in 1952 in de Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen (DGW&T, sinds ruim een jaar Dienst Vastgoed Defensie, DVD) loste dit probleem uiteindelijk weer op door de mogelijkheid om juist daar burgerspecialisten aan te nemen.

Specialisten versus generalisten

Ook in de huidige civiel-technische beroepspraktijk herkennen we weer het spanningsveld tussen de technisch specialist en de meer generalistische bouwmanager. Een belangrijke overeenkomst die met de civiele techniek kan worden waargenomen, is dat het ook daar, door de grote omvang van het vakgebied en de steeds verdere diepgang in de diverse disciplines, nagenoeg onmogelijk is om je in meerdere disciplines te specialiseren.

Daarnaast vormen in de civiele techniek steeds vaker juridische, ethische en communicatieve aspecten een belangrijke rol in het bouwproces. Ook daar ligt weer een overeenkomst met de militaire inzet, gezien de zware rol die deze aspecten hebben gespeeld en spelen bij de diverse uitzendingen³. Dergelijke ‘randverschijnselen’, om ze zo maar eens oneerbiedig aan te duiden, mogen echter niet afleiden van de kerncompetenties van de genist.

Om vast te kunnen stellen waar de aan de NLDA opgeleide genieofficier dan wél verstand van moet hebben, moet eerst het onderscheid worden gemaakt tussen de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) en (bouwkundige) constructietaken van de genist en de specialistische taken, waarvoor kennis noodzakelijk is van de elektrotechniek, installatietechniek, werktuigbouwkunde en de bescherming tegen nucleaire, bacteriologische en chemische (NBC-)wapens.

³ Rietjens, B., 2006, *Civil-military cooperation in response to a complex emergency: Just another drill?*, Ph.D. Thesis University of Twente, Enschede, ISBN 90-365-2327-3, Febodruk.

De laatste categorieën zijn van een dermate specialistische aard, dat officieren met een voldoende kennis van zaken alleen nog kunnen worden gevonden door HBO-ers of academici aan te nemen en deze een militaire opleiding aan te bieden en/of door capabele onderofficieren te laten doorstromen. De sectie Civiele Techniek kan vanwege haar beperkte omvang op dit moment slechts een beperkte rol spelen in hun specialistische wetenschappelijke opleiding. Om dergelijke specialisten tevens als *all round* genieofficier in te kunnen zetten, zou de sectie Civiele Techniek een gedegen civiel-technisch schakelprogramma kunnen opzetten. Hiervoor ontbreken echter op dit moment beleid en capaciteit.

Twee pijlers

Voor de Grond-, Weg- en Waterbouw en (bouwkundige) constructietaken van de genist ligt dit geheel anders. Omdat deze taken de hoofdmoot van de genie-inzet vormen en de genieofficier in zeer veel functies kennis van zaken van de civiele techniek nodig heeft, is het essentieel dat de militaire civiel-technische opleiding dusdanig is ingericht dat twee kerncompetenties of, om in stijl te blijven, 'pijlers' gegarandeerd zijn:

- de technisch-inhoudelijke kennis van de officier, en
- diens kennis van het bouwproces.

Om met de laatste pijler te beginnen: met het vervlechten van het management in de KMA-opleiding vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw⁴ en de meer recente samenwerking tussen de NLDA en de Universiteit Twente voor wat betreft onder meer de bachelor van de opleiding civiele techniek is een gezond fundament voor de kennis van het bouwproces gelegd. Met het onderwijsprogramma van de Universiteit Twente is bovendien een goede balans gevonden tussen management en techniek. Het is hierbij wel belangrijk die balans voortdurend te blijven bewaken; deze mag nooit naar een van beide zijden doorslaan! Sterker nog: de cadet/student blijft in eerste instantie altijd een techneut.... managen kan hij later nog genoeg in zijn carrière.

FOTO US AIR FORCE, K. GIBBONS III



Amerikaanse militairen in Irak met een robot voor het ruimen van explosieven

Om dit te garanderen is de 'vrije ruimte' die zich in het bachelorprogramma van de opleiding civiele techniek aan de Universiteit Twente bevindt, aan de NLDA voornamelijk in te vullen met een combinatie van sterk technisch-inhoudelijke gerichte vakken en uiteraard zogeheten 'groene vakken', waarin de militaire civiele techniek sterk naar voren komt. De nadruk ligt hierbij op de steeds belangrijker wordende constructietaak van de genist, in de vorm van het bouwen van een compound. Na lange tijd is de genist namelijk ook weer een 'vestingbouwer' aan het worden!

Ten aanzien van de technisch-inhoudelijke kennis worden in de civiele techniek van oudsher de disciplines waterbouwkunde, utiliteitsbouwkunde, verkeerskunde en gezondheidstechniek onderscheiden. Op het gebied van de technisch-inhoudelijke kennis is het vooral van belang dat de aspirant-officier van deze disciplines dusdanig 'gereedschap' krijgt aangereikt, dat hij in staat is om met een voldoende overzicht en gevoel voor de materie inhoudelijk onderbouwde beslissingen op het technische vlak te nemen. Wagemans⁵ noemde in zijn intreedere

4 Elands, Martin, Joep van Hoof, Christ Klep, Herman Roozenbeek, 1998, *250 jaar genietroepen, 1748-1998*, ISBN 90 12 08576 4, Sdu Uitgevers.
5 Wagemans, L.A.G., 1996, *Het onberekenbare constructief ontwerp*, intreedere vakgebied algemene constructie, aan de faculteit der Civiele Techniek van de TU Delft.

aan de TU Delft als bouwstenen voor het verkrijgen van inzicht:

- ervaringskennis;
- materiaalkunde;
- mechanica;
- modelleren en schematiseren;
- de computer;
- laboratoriumonderzoek;
- schaalmodellen.

Hierin is een steeds belangrijker rol weggelegd voor het leren modelleren en schematiseren. Reeds tijdens de opleiding maar ook daarna, blijkt namelijk dat daar de grootste problemen liggen. De jonge ingenieur/officier heeft, zeker



Samenwerking met de Universiteit Twente

sinds de komst van computers en het internet, een enorme hoeveelheid kennis, informatie en rekenkracht tot zijn beschikking, maar hoe vertaalt hij dat naar een oplossing voor zijn probleem, of zo u wilt: uitdaging?

Fundamenteel begrip van constructies

Een in de dagelijkse ontwerp praktijk veelvoorkomend 'probleem' wordt hierbij gevormd door onzorgvuldig gebruik van computerprogramma's. Door de enorme toename van de rekenkracht van computers en het beschikbaar komen van steeds geavanceerder en gebruiksvriendelijker software, waarmee bijvoorbeeld Eindige Elementen Methodeberekeningen kunnen worden uitgevoerd, is het uitrekenen van constructies steeds laagdrempeliger geworden. Het grote gevaar dat hierbij is ontstaan, is dat bij een gebrek aan 'gevoel' voor de uitkomsten van een dergelijke berekening en een grenze-

loos vertrouwen in de computer, de meest vreemde resultaten voor wáár worden aangezien. Dit moet worden voorkomen door de jonge ingenieur/officier te leren zorgvuldig te modelleren en door hem een fundamenteel begrip van constructies, met inbegrip van vuistregels voor berekeningen aan te reiken, waarmee hij zijn resultaten kan controleren. Daarbovenop vormen dan de collegiale toets en eventueel de *second opinion* belangrijke instrumenten ter verificatie.

Fundamenteel begrip van en inzicht in constructies zijn zo belangrijk voor de genieofficier omdat hij, in tegenstelling tot de civiele ingenieur, zijn beslissingen soms zal moeten nemen onder aanzienlijke tijdsdruk of zelfs in een levensbedreigende situatie. Juist in zo'n situatie is het belangrijk dat de genieofficier 'boven de stof staat'. Hij heeft dan immers geen tijd voor brainstormsessies, werkgroepen of *second opinions!*

Balans tussen theorie en praktijk

Het verkrijgen van voldoende inzicht wordt geborgd door een stevige wetenschappelijke, theoretische basiskennis aan de cadetten te blijven aanbieden. Hierin zal steeds een evenwichtige balans worden gezocht tussen feitenkennis en projectonderwijs, maar minstens zo belangrijk is het verzorgen van voldoende practica om deze kennis te staven.

De sectie Civiele Techniek beschikt in Breda dan ook over een tweetal laboratoriumfaciliteiten, te weten het Genielaboratorium en de Stroomgoot, waar als onderdeel van de opleiding de onderstaande practica zijn opgenomen:

- landmeetkunde;
- grondmechanica (classificatie, terreinbegaanbaarheid, draagkracht);
- materiaalkunde & constructieleer (houten, stalen en betonnen constructies);
- vloeistofmechanica;
- pyrotechniek (meten van onder meer schokgolven ten gevolge van explosies).

Het is hierbij cruciaal dat steeds de koppeling wordt gelegd tussen theorie en praktijk; iets

waar de sectie Civiele Techniek in het onderwijs veel aandacht aan zal (blijven) besteden. De laboratoriumfaciliteiten zijn overigens tevens van belang voor het onderzoek omdat ze beschikbaar zijn voor de eindstudies van de cadetten en de docenten en promovendi de gelegenheid geven om in het kader van onderzoek de theorie aan de praktijk te toetsen. Practica en experimenten zijn juist zo belangrijk omdat gevoel voor de materie niet ontstaat uit boeken! De civiele techniek is bij uitstek ook een toegepaste wetenschap, die menigmaal ten doel heeft een specifiek probleem op te lossen. Vaak moet daarvoor een compleet onderzoeksplan worden opgesteld, maar soms kan het ook eenvoudiger.

Een mooi voorbeeld hiervan is het door een van de eerste grote bouwmeesters, de Romeinse militair en architect Vitruvius⁶, opgetekende verhaal van koning Hiero van Syracuse, die aan Archimedes (overigens een uitvinder van divers wapentuig!) vroeg of hij de echtheid van een gouden kroon kon vaststellen zonder de kroon te beschadigen. Hierop ontdekte Archimedes in het badhuis, geheel conform de regels van de empirische wetenschap, dat de hoeveelheid water die over de badrand liep gelijk was aan de hoeveelheid van zijn lichaam dat werd ondergedompeld en legde zo de relatie tussen volume en gewicht. Het vervolg, 'Heurèka!', is u bekend.

Nu wil dit niet zeggen dat wij al onze cadetten in de stroomgoot moeten laten plaatsnemen om het gelijk van Archimedes proefondervindelijk vast te stellen, maar het illustreert wel hoe belangrijk practica en experimenten in respectievelijk het onderwijs en wetenschappelijk onderzoek zijn om gevoel te krijgen voor materialen en materie.

Met een middels bovengeschetste bouwstenen verkregen inzicht en een gefundeerde technisch-inhoudelijke kennis en kennis van het bouwproces heeft de officier derhalve met recht 'wetenschap van bouwen'. De kanttekening die daarbij moet worden geplaatst is dat het daarmee natuurlijk niet afgelopen is; een goede ingenieur blijft een leven lang leren!

Om civiel-technische beeldspraak te gebruiken kan daarmee een mooie brug worden geslagen naar het beoogde onderzoek van de sectie Civiele Techniek.

Onderzoek aan de sectie Civiele Techniek

Speerpunten

Nu een beeld is geschetst van de gewenste opleiding van de genieofficieren, komen hier de beoogde speerpunten voor het wetenschappelijk onderzoek aan de orde. Dat de civiele techniek bij uitstek een toegepaste wetenschap is, geldt nog eens in versterkte mate voor de militaire civiele techniek. Ten aanzien van de onderwerpen van onderzoek is het dan ook het hoogste streven om onderzoek van wetenschappelijke waarde te combineren met praktische relevantie.

De auteur stelde tijdens zijn promotie eens dat *wie het druk heeft, geen tijd heeft om dat aan iedereen uit te leggen*.⁷ Dit is zeker ook gebleken tijdens de inventarisatieronden die het afgelopen jaar hebben plaatsgevonden met de genisten, bij zowel het Opleidingen en Trainingen Centrum (OTC) Genie, Geniewerken als de Dienst Vastgoed Defensie (DVD), om te beschouwen waar zich belangrijke kennishiaten voordoen in de militaire kennis van civiele techniek.

Door enerzijds de hoge uitzenddruk en anderzijds het gebrek aan capaciteit om onderzoeksvragen op te pakken, zijn veel zaken blijven liggen en hebben vooral Geniewerken en het Kenniscentrum zich noodgedwongen meer moeten wijden aan de 'waan van de dag' dan aan het onderzoeken van meer op de toekomstgerichte vraagstukken. De hoge werkdruk en frequente absenties door uitzending stonden het daarbij dikwijls niet toe om structureel de vraagpunten ten aanzien van onderzoek boven water te krijgen. Het is daarom als zeer positief te ervaren dat nu een aantal thema's is

6 Tieskens, bgen. ir. R.G., 2007, 'Dienst Vastgoed Defensie: Overal onder dak', Genie, jaargang 57, nummer 2.

7 Groen, P. en W. Klinkert red, 2003, *Studeren in uniform, 175 jaar KMA 1828-2003*, ISBN 90 12 09772 x; Sdu Uitgevers.

geïncventariseerd die de warme belangstelling van zowel de faculteit als de genie hebben. Uiteraard moest er qua omvang en inhoud wel keuzes worden gemaakt.

Daarbij wordt een belangrijke kanttekening gemaakt ten aanzien van de omvang van de sectie Civiele Techniek die, in vergelijking met de honderden respectievelijk tientallen medewerkers bij opleidingen Civiele Techniek in Delft en Twente, slechts uit een krappe zes voltijds medewerkers bestaat. Dat doet echter



FOTO T. HOUDJIK

Ook met de Technische Universiteit Delft wordt samengewerkt, bijvoorbeeld bij het opzetten van een onderzoeksprogramma

niets af aan het enthousiasme: klein maar fijn is het credo! Door op slimme wijze aan te sluiten bij civiel onderzoek, samen te werken met onderzoeksinstituten en technische universiteiten, de genie en de DVD, en niet in de laatste plaats dankbaar gebruik te maken van de specialismen van de medewerkers, is een heel aardig onderzoeksprogramma opgezet.

Achtereenvolgens zullen de volgende onderzoeksthema's worden behandeld:

- massa-evacuaties in dijkkringgebieden;
- bescherming tegen explosies;
- kennis- & bouwprocesmanagement, ondersteund door ICT-toepassingen;
- geni(e)ale geotechniek.

Massa-evacuaties in dijkkringgebieden

Bij de grootste watersnoodramp uit de Nederlandse geschiedenis, in 1953, vond een grote inzet van het leger plaats. Met name de genisten verrichtten zwaar en nuttig werk in het herstel van verbindingen middels Baileybruggen.⁸ Opvallend was daarbij dat het grootste deel van de vrachtwagens onbruikbaar was op de ondergelopen wegen. In de jaren negentig van de vorige eeuw vond hulpverlening plaats in 1992, bij een dijkdoorbraak in de Groningse Polder en in 1993, bij de operatie Wassend Water langs de Nederlandse rivierdijken en in Seedorf.

De belangrijkste inzet vond echter plaats in januari 1995, toen de waterstanden in Maas en Rijn boven een veilige hoogte uit kwamen door extreme regenval in Noord-Frankrijk en Zuid-Duitsland. De bevolking uit een groot aantal polders tussen Maas en Waal werd geëvacueerd, omdat deze polders bij een dijkdoorbraak ruim 3 à 4 meter onder water dreigden te lopen. Vanaf 30 januari werden 250.000 mensen en tienduizenden dieren uit de bedreigde gebieden geëvacueerd en tijdelijk elders ondergebracht. Het was de grootste evacuatie die ooit in Nederland heeft plaatsgevonden. Onder de 1250 door de Koninklijke Landmacht ingezette militairen, waren circa 300 genisten. Deze presteerden het onder meer een ruim een kilometer lange nooddijk aan te leggen, waarbij zelfs onder water plastic folie werd gelegd door duikers.

Mede naar aanleiding van deze gebeurtenissen, de inventarisatie van zwakke schakels in de Nederlandse verdediging tegen het water⁹ en van onderzoek dat eerder aan de NLDA werd uitgevoerd op het gebied van Civiel Militair Coöperatie (CIMIC)¹⁰ is kapitein der genie ir. S.A.N. Mevissen in samenwerking met de Universiteit Twente een promotieonderzoek gestart naar massa-evacuaties in dijkkringgebieden en de rol die de KL in het algemeen en de genie in het bijzonder hierin kan spelen.

Gezien de potentieel desastreuze gevolgen van overstromingen op zowel het persoonlijk vlak als voor de Nederlandse economie, is de rol van de genie bij het beperken van de risico's middels

8 Einstein, A., 1938, *The evolution of physics*.

9 Zie noot 4.

10 Zie noot 8.



Militaire bijstand tijdens watersnood in Zuid-Nederland, 1995

het vertragen van inundatie-effecten dan wel het versoepelen of mogelijk maken van evacuatie van cruciale waarde.

Reeds nu komt uit het onderzoek naar voren dat op dit terrein nog vele kennishiaten bestaan, vooral waar het de meest efficiënte inzet van het leger betreft. De resultaten van dit onderzoek kunnen er dan ook zorg voor kunnen dragen dat de KL bij grootschalige evacuaties nog beter op haar taak voorbereid kan zijn. Het feit dat het onderzoek door een officier van de genie wordt uitgevoerd, vormt bovendien een belangrijke meerwaarde voor de faculteit en de sectie Civiele Techniek.

Bescherming tegen explosies

Door de toenemende inzet van defensiepersoneel in gebieden met een hoog geweldsniveau nemen de risico's toe dat zij verwondingen oplopen ten gevolge van de effecten van geïmproviseerde explosieven, zogenaamde IEDs (*Improvised Explosive Devices*). Gezien de taak van de genie om dergelijke IEDs op te sporen en onschadelijk te maken (*search*) en de specifieke kennis die op dit gebied aanwezig is binnen de sectie, is divers onderzoek gestart naar het bieden van een optimale bescherming tegen deze risico's.

Een promotieonderzoek naar schokgolftheorie wordt bij de sectie zelf uitgevoerd, terwijl een ander promotieonderzoek wordt uitgevoerd bij de TU Delft.

Schokgolftheorie

Het doel van het onderzoek naar schokgolven is om te komen tot een numeriek model waarmee simulaties van schokgolfvoortplanting en opbreekfenomenen ten gevolge van een explosiebelasting kunnen worden voorspeld.¹¹ In het promotieonderzoek wordt voortgebouwd op reeds eerder door de sectie uitgevoerd experimenteel onderzoek, veelal in samenwerking met de Koninklijke Militaire School (KMS) te Brussel.

Middels het te creëren model en testopstelling kan het schokgolfgedrag worden onderzocht. Het model zal worden gekalibreerd en gevalideerd met een aantal praktijktesten, waarbij door de sectie recent verworven meetapparatuur



De gevolgen van een IED-aanslag op een voertuig in de provincie Zabul

zal worden ingezet. De relevantie van dit onderzoek is groot vanwege de steeds verder teruglopende maatschappelijke acceptatie van slachtoffers bij (vredes)missies. Bovendien is de huidige benadering vaak grotendeels gestoeld op empirie, zodat een onderbouwing door middel van een theoretisch model een belangrijke meerwaarde kan leveren.

11 Borgers, J.B.W., 2006, *Water of zand als beschermingsmateriaal*, interne rapportage FMW-NLDA.

'Veiligheidsbeton'

Tijdens explosies op en in de nabijheid van betonnen beschermingsconstructies vormt het afspringen van brokstukken het grootste risico voor militairen en opgeslagen middelen die zich binnen die constructies bevinden. Het promotieonderzoek naar 'veiligheidsbeton' richt zich op de ontwikkeling van een samenstelling van beton waarbij het materiaal zich onder normale omstandigheden gedraagt als regulier beton, maar onder explosiebelasting uiteen zal vallen in een dermate fijne fractie, dat schade door het fragmentatie-effect tot een minimum zal worden beperkt.

Het onderzoek, dat zich voornamelijk op materiaalkundige aspecten richt, wordt uitgevoerd door de TU Delft in samenwerking met onder andere het Prins Maurits Laboratorium van TNO.

Kennismanagement en ICT

In de civiel-technische wereld bestaat een hardnekkig gerucht dat ingenieurs in de voormalige Sovjet-Unie die een brug hadden ontworpen, direct na het gereedkomen van de bouw onder deze brug werden geplaatst, waarna een complete pantserdivisie van het leger over de brug denderde. Dat dit wellicht tot enige overdimensionering van deze bruggen heeft geleid zal niet verbazen.

Dit geeft weer aan dat 'inzicht' in de materie en gevoel voor proporties een belangrijk onderdeel zijn van de vorming van een ingenieur. Omdat de opleidingstijd en -middelen beperkt zijn en er al direct veel van de kennis van een jonge officier wordt gevraagd in het veld, kan het implementeren en/of ontwikkelen van speciale software voor de genisten een waardevolle aanvulling op de praktijkervaring bieden. Hierin zijn twee sporen te onderscheiden.

Omdat het militair bedrijf, door de uitzendingen en de driejarige termijn waarin een functie wordt vervuld, onderhevig is aan een enorme

erosie van kennis, dient het eerste spoor te worden gevormd door de opgedane ervaringen structureel vast te leggen in een kennismanagementsysteem. Hierbij is het snel en doeltreffend kunnen doorzoeken van een dergelijke database op eerder opgedane ervaringen van essentieel belang. Bij het snel moeten bouwen onder moeilijke omstandigheden is een goed *gemanaged* proces immers essentieel.

Een dergelijk kennismanagementsysteem voorkomt het verloren gaan van ervaring en zorgt dat de kennis voortkomend uit die ervaring snel toegankelijk wordt. Overigens bestaan hier belangrijke parallellen met ervaringsdatabases die nu in de reguliere civiele techniek worden ontwikkeld, ondanks dat het verloop in de functies daar vaak een ordegrrootte kleiner is.

Een goed voorbeeld zijn de inspanningen in het kader van DelftCluster¹² en ONRI-Traverse-Delft Cluster.¹³ Deze laatste stelt:

[...] we zijn al lang bezig met Kennis Management (KM). We weten dat het de innovatiekracht, effectiviteit en efficiency van de organisatie sterk kan verbeteren en daarmee het jaarlijks rendement. We doen van alles, stoppen er veel energie en geld in (uren, ICT, staf) maar hebben het gevoel dat we het KM zelf niet op een effectieve en efficiënte manier doen: de basis van de organisatie (de projectmedewerkers) doet er maar beperkt aan mee en het wiel wordt nog vaak opnieuw uitgevonden. Sommige organisaties zijn om zulke redenen al voor de vierde keer bezig beleid, prioriteiten, activiteiten en (ICT) middelen voor KM bij te stellen...

Met andere woorden: het proces van opdoen van kennis en deze vervolgens sneller toegankelijk maken, breder verspreiden en beter benutten in de praktijk is nog geen sinecure. Hier ligt dus zeker een uitdaging om in samenwerking met de genie een handzaam systeem te ontwikkelen.

Bouwprocesmanagement & ICT

Het tweede spoor betreft het opnemen van softwarematige ontwerpinstrumenten in het basis-

¹² www.delftcluster.nl

¹³ Mischgofsky, F.H., 2007, *De stap naar resultaatgericht kennismanagement in de dagelijkse praktijk van de GWWsector*, Verslag van de ONRI-Traverse-Delft Cluster, CoP 'Kennismanagement in de eigen organisatie', Delft Cluster Publicatiecode DC721222810, Delft Clusterproject DC23.4.1, versie: 4, april 2007.

pakket van de genist, waarmee deze in staat is om snel inzicht te krijgen in de dimensies van constructies. Als simpel voorbeeld kan de verhouding tussen de afmetingen van een balk en de lengte van een overspanning worden aangehaald. Door te kunnen variëren met materiaal en afmetingen en een directe terugkoppeling van het bijbehorende krachtenspel, kan een snelle link met de theorie worden gelegd wanneer de ervaring nog niet aanwezig is. Overigens is het ook van belang dat men reeds in het onderwijs met dergelijke ontwerpinstrumenten om leert gaan.

Voor het uitwerken van dit onderzoeksveld zal nauwe aansluiting worden gezocht bij het Opleidingen en Trainingen Centrum (OTC) Genie voor wat betreft de ervaringen van de operationele genie. Voor het toegankelijk maken van de specialistische kennis wordt de aansluiting bij en het toegankelijk maken van de kennis binnen de bij de DVD-organisatie aanwezige specialistische afdelingen van groot belang geacht.¹⁴

Geni(e)ale geotechniek

Zoals hiervoor gememoreerd, vormt *bescherming* een steeds belangrijker punt bij *out-of-area* optreden. Daarbij zijn er hoge kosten en lange doorlooptijden verbonden aan de verwerving van bijvoorbeeld pantsercontainers, zodat onderzoek naar mogelijke alternatieven gewenst is.

Daarnaast is het door het expeditionair optreden van Defensie onder steeds wisselende omstandigheden wenselijk dat Defensie in het algemeen en de genie in het bijzonder de *mobilititeit* en *constructietaken* verzekeren onder zeer diverse omstandigheden.

Omdat de inzet vaak op zeer korte termijn en in hoog tempo moet plaatsvinden, is het wenselijk dat een meer elementaire studie wordt uitgevoerd naar de mogelijke inzet en de middelen om de mobiliteit en bebouwbaarheid te vergroten. De afgelopen jaren hebben zich zeer veel nieuwe ontwikkelingen voorgedaan in het geotechnische vakgebied in de civiele bouwwereld. De vertaalslag van nieuwe ervaringen en inzichten naar de dagelijkse praktijk van de

FOTO NINH



De genie levert bijstand tijdens watersnood in Tunesië, 1969-1970

genie cq. naar nieuwe mogelijkheden voor de genie ontbreekt vooralsnog. Onderstaand komt aan de orde hoe middels onderzoek dit kennis-hiaat moet worden opgevuld.

Ondergronds bouwen, een veilig alternatief?

Ondergronds bouwen verheugt zich het laatste decennium in een zeer grote belangstelling van de civiele bouwwereld.¹⁵ Hierbij is een aanzienlijke hoeveelheid kennis gegenereerd en toegankelijk gemaakt door het Centrum Ondergrond Bouwen (COB). De vertaalslag van nieuwe 'civiele' ervaringen en inzichten naar de militaire praktijk van de genie ontbreekt vooralsnog.

Doel van het onderzoek is dan ook het verkennen van de mogelijkheden van recente nieuwe geotechnische technieken voor geniedoelstellingen. Te denken valt aan ondergrondse munitieopslag en het realiseren van ondergrondse commandocentra, ondergrondse munitieopslag en ondergrondse schuilkelders, al dan niet in compounds en al dan niet ter vervanging van pantsercontainers. Op deze wijze kunnen beschermingsconstructies van een voldoende veiligheidsniveau wellicht op economischer wijze worden gerealiseerd.

14 Stael, A.E.C. van der, 2007, *Ground improvement: state of the art*, General Reporter, XIV European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid.

15 Bosch, J.W., 2003, *De paradox van ondergronds bouwen, meervoudig ≠ eenvoudig*, ISBN 90 407 2438 5; 2003; DUP.

Grondverbeteringstechnieken

De mogelijkheden van toepassing van grondverbeteringstechnieken en (paal)funderingstechnieken bij genietoepassingen zal in samenwerking met onder meer de scholen van het OTC Genie en Geniewerken worden onderzocht.

Het onderzoek dat zal worden verricht, behelst onder meer de verbetering van het inzicht in de draagkracht van verschillende typen ondergrond door het opzetten van een geniespecifieke grondonderzoeksmethodiek. Een sprekend voorbeeld hiervan is dat bij de bouw van de compounds in Afghanistan mogelijk overdimensionering van funderingen op staal heeft plaatsgevonden en grote problemen zijn ontstaan met het aanbrengen van ondergrondse infrastructuur in de keiharde bodem. Iets dat mogelijk relatief simpel had kunnen worden voorkomen als de genie vooraf in staat was gesteld om voldoende en adequaat grondonderzoek uit te voeren.

Een belangrijke randvoorwaarde hierbij wordt weer gevormd door de aspecten gevaar en noodzakelijke snelheid van handelen, omdat deze voorafgaand aan een missie beide hoog zullen zijn.

Het onderzoek naar de ontwikkeling van eenvoudige hulpmiddelen om de mobiliteit tijdens expeditionair optreden te verhogen zal bestaan uit de integratie van snelle methoden van grondverbetering en meer duurzame grondverbeteringstechnieken voor defensiedoeleinden. Hierbij valt te denken aan helikopterplatforms, vliegvelden en wegen in en bij compounds. Grondverbeteringstechnieken hebben de laatste jaren in de civiele geotechniek een enorme vlucht gemaakt¹⁶ en bieden tevens veelbelovende mogelijkheden op het militaire vlak.

Ten slotte zullen ontwerpmethoden worden ontwikkeld voor een efficiëntere constructie van de fundering, bijvoorbeeld van compounds en van landhoofden en pijlers van tijdelijke



FOTO NIMH

Explosievenopruijing in Noord-Irak, 1991

bruggen. Het is bijvoorbeeld opvallend dat binnen de genie de kennis van paalfunderingstechnieken bijna volledig is verdwenen, omdat het de laatste tientallen jaren nooit meer noodzakelijk was op palen te funderen aangezien de grond steeds meer dan draagkrachtig genoeg was.

Dit wil natuurlijk niet zeggen dat op de mogelijke volgende locatie van uitzending deze kennis niet uiterst waardevol kan zijn. Bovendien blijkt ook nog eens dat de genie in het verleden hiertoe wel degelijk in staat was, getuige het aanwezige materieel en de werkzaamheden in de slappe Indonesische grond.

Nieuwe uitdagingen

Als laatste punt worden nog enkele nieuwe uitdagingen genoemd, die zeker de aandacht vereisen en waarmee de sectie zich, afhankelijk van de beschikbare capaciteit, ook inhoudelijk zal bezighouden.

Kunststoffen

In de civiele techniek wordt veel onderzoek gedaan naar nieuwe, alternatieve constructiematerialen. Met name de toepassing van kunststoffen is hierin zeer interessant, omdat deze in staat blijken te zijn om vele, soms tegenstrijdige materiaaleigenschappen in zich te kunnen verenigen. Een enorm belangrijke eigenschap van kunststoffen is dat ze over het

¹⁶ Zie noot 13.

algemeen veel lichter zijn dan conventionele bouwmaterialen als steen, beton en staal. Dat is niet alleen gezien de enorm hoge kosten van (lucht)transport een voordeel, maar ook op het gebied van de verwerking van de materialen in constructies. Te denken valt aan ARBO-regelgeving, waar Defensie uiteraard ook mee te maken heeft. Bovendien bieden kunststoffen, in combinatie met de lokaal beschikbare grond, de mogelijkheid om snel en efficiënt tot de samenstelling van zogeheten ‘gewapende grond’-constructies te komen. Aarden wallen (HESCO) zijn daar een goede eerste aanzet toe. Andere voorbeelden zijn nu reeds bestaande tijdelijke ultralichte bruggen van HDPE¹⁷ of opblaasbare bruggen en kunststof rijplaten.

Natuurlijke materialen

Ook het gebruik van natuurlijke materialen verdient warme belangstelling. Zo staat bamboe bekend om het verenigen van een aantal zeer gunstige kwaliteiten ten aanzien van de elasticiteit, sterkte, gewicht en taaierheid na breuk. Om het negatieve aspect van het gebrek aan homogeniteit van natuurlijke materialen te elimineren, kan worden gekozen voor kunststoffen als geotextielen, die de gunstige eigenschappen van natuurlijke materialen combineren met een consistente kwaliteit.

Hiernaar wordt momenteel in Duitsland baanbrekend onderzoek verricht.^{18, 19} En wellicht dat het in de nabije toekomst ook mogelijk is om kunstmatige ‘slimme’ materialen te fabriceren die sterk en stijf materiaalgedrag onder normale statische en dynamische belastingen kunnen combineren met flexibel, energieabsorberend gedrag onder een explosiebelasting.

Balans...

Ten afronding wordt nog eens benadrukt hoe essentieel het is om voortdurend een gezonde balans te blijven houden tussen de wetenschappelijke benadering van onderzoek en de oplossing van een praktisch probleem. Wetenschappelijk onderzoek bij de sectie Civiele Techniek van de Faculteit Militaire Wetenschappen mag niet tot ‘ivoren toren’-gedrag met wetenschappelijk verantwoorde discussiegroepen leiden. Maar de balans mag ook niet doorslaan naar

het alléén maar oplossen van een acuut en/of praktisch probleem. Albert Einstein verwoordde dat ooit in twee uitspraken:

De meest fundamentele ideeën van de wetenschap zijn in wezen eenvoudig en kunnen in de regel worden uitgedrukt in een taal die voor iedereen begrijpelijk is.

Hij nuanceerde dat vervolgens prachtig met de uitspraak:

Alles moet zo simpel mogelijk gemaakt worden, maar niet simpeler.²⁰

Alleen door deze balans te vinden kan de civiele techniek complementair zijn voor een snelle, flexibele en inventieve genie. De crux is het tenslotte voldoende ‘wetenschap van bouwen’ te hebben! ■

Literatuur

- Speck, O., M. Milwich, D.L. Harder & T. Speck, 2005: Vom biologischen Vorbild zum marktreifen biologischen Produkt: der ‘technische Pflanzenhalm’ – *Museo*, 22: 96-103.
- Stoel, A.E.C. van der, 2001, *Grouting for Pile Foundation Improvement, Grouting for Pile Foundation Improvement*, stellingen bij het proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Technische Universiteit Delft, ISBN 90-407-2223-4, DUP.
- Vitruvius, Marcus Pollio, 27 v. Ch., *De architectura* IX. 9-12.
- Wolthuis, A., Verrassend Ondergrond: Grotwoningen in Cooper Pedy, *COB Nieuws*, 2007, nummer 39, juli 2007.

Overige bronnen

<http://player.omroep.nl/?afID=5018779&md5=fed76c56dc16740e14016ccc5b59e77a>
www.pbs.org/wgbh/buildingbig/index.html

- 17 *Technisch Weekblad*, 2007, ‘Principe van pak koffie vormt basis voor vacuümbrug’, jaargang 38, no. 27/28, 14 juli.
- 18 *‘Dat willen wij ook’, Afl. 7: Taai zijn als een plant*, 2007, acht-delige serie televisierapportages van de VPRO, datum uitzending: 11-07-2007 19:50.
- 19 RIVM rapportnummer 500799002, mei 2004, *Risico’s in bedijkte termen, een thematische evaluatie van het Nederlandse veiligheidsbeleid tegen overstromen*, ISBN 90-6960-110-9, RIVM Bilthoven.
- 20 Zie noot 9.