

Rekenmodel voor botsings simulatie

MADYMO verovert de wereld

Het door de afdeling Botsveiligheid van TNO Wegtransportmiddelen ontwikkelde MADYMO (Mathematical Dynamical Model) verovert de wereld in tweeërlei opzicht. Dat bleek weer eens op een begin november gehouden gebruikersbijeenkomst in Fort Lauderdale Florida, dat een kleine honderd bezoekers trok. Niet alleen neemt het aantal gebruikers flink toe, ook de toepassingen beperken zich allang niet meer tot botsingsproeven op het scherm.

Tegen een non-descripte achtergrond zien we een gestileerde pony met zijn berijder bezig met het spelen van polo. Op een gegeven moment krijgt het paard een hartaanval en valt. De berijder komt op de grond terecht en loopt zwaar hersenletsel op. Een sportongeval is zo gebeurd, zeker bij polo. Het bijzondere is hier echter dat het helemaal is nagespeeld op de computer.

'Ongevalsanalyse is een van de nieuwere toepassingen van MADYMO', vertelt prof. dr. ir. Jac Wismans, onderzoeksmanager van de afdeling Botsveiligheid van TNO Wegtransportmiddelen en een van de geestelijke vaders van het programma. 'Meestal niet van ruitersongevallen overigens, maar van ongevallen met auto's. Dergelijke ongevalsanalyses spelen met name in de Verenigde Staten een belangrijke rol bij aansprakelijkheidsprocedures.'

Air bags

Naast ongevalsanalyse werd er in Fort Lauderdale ook aandacht besteed aan andere toepassingen van MADYMO. Zo vervult het programma een belangrijke rol bij de ontwikkeling van 'air bags' die inzittenden van een auto moeten beschermen tegen de gevolgen van frontale en sinds kort ook zijdelingse botsingen. Een andere belangrijke ontwikkeling is het gebruik van MADYMO bij andere transportmiddelen dan auto's, zoals onderzoek naar de botsingsveiligheid van treinen en vliegtuigen. Vrij vertaald komt dat neer op

onderzoek naar de vraag hoe de constructie, de beveiligingsmiddelen en het interieur zodanig te verbeteren zijn, dat de gevolgen van een botsing voor de passagiers zo klein mogelijk zijn.

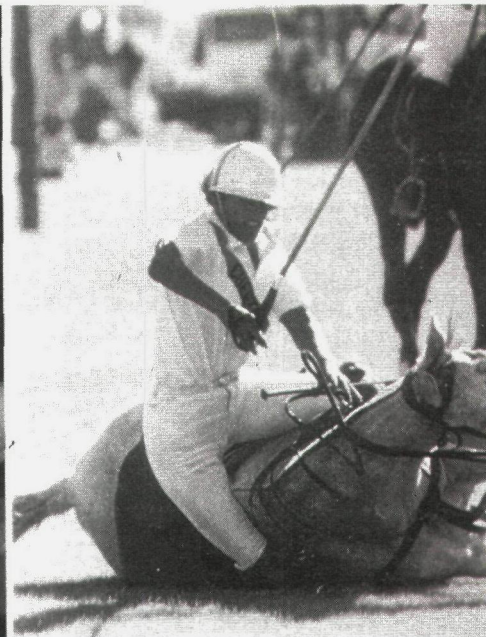
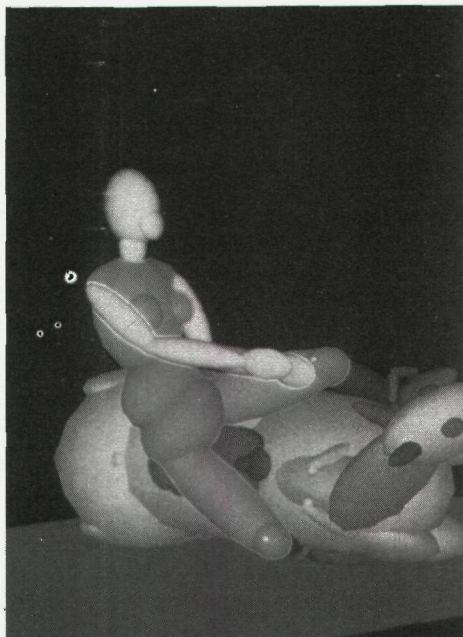
Veiligheid

'Verkeersveiligheid is een groot probleem in onze samenleving', stelt Wismans. 'Jaarlijks vallen er 50.000 doden in het verkeer in West-Europa. En dan hebben we het nog niet over de gewonden, die voor kortere of langere en een groot aantal zelfs voor altijd, kampen met de gevolgen van een ongeval. Als je kijkt naar het verlies aan werkbare levensjaren, dan scoort verkeer als oorzaak hoger dan hart- en vaatziekten of kanker.'

Voor het verbeteren van de verkeersveiligheid werden en worden er botsproeven gedaan. Daarbij laat men auto's inclusief 'dummies' van inzittenden met een bepaalde snelheid op een muurtje botsen. Op die manier wordt onderzocht wat de gevolgen zijn van het gebruik van veiligheidsgordel en airbag en van andere veiligheidsvoorzieningen zoals kooi-constructies en kreukelzones.

Simuleren

Botsingsproeven zijn erg kostbaar. Daarom kwam indertijd al snel de vraag op of je ze ook niet - voor een deel althans - kon simuleren. Omdat simuleren goedkoper is, zou je daarvoor in de verschillende fasen van het ont-



Een ongeval tijdens het polospel, in werkelijkheid en als simulatie door MADYMO.

werpproces van een auto gemakkelijker onderzoek kunnen doen naar de botsveiligheid.

Met dat in het achterhoofd begon TNO in 1975 met de ontwikkeling van MADYMO. Eerst voor eigen gebruik en vanaf begin jaren tachtig ook voor anderen, met name in de automobielen-industrie.

'Het grote voordeel van MADYMO vergeleken met andere systemen is', aldus Wismans, 'dat je een ontwerp heel snel en globaal kunt doorrekenen. Vooral in de eerste fase van het ontwerpproces is dat van belang. Naarmate je je ontwerp meer verfijnt kun je met MADYMO ook verfijndere berekeningen uitvoeren.'

Waardering

MADYMO wordt door steeds meer mensen gewaardeerd, althans als we kijken naar het aantal organisaties dat MADYMO 'huurt'. Dat zijn er inmiddels meer dan honderd, waaronder, aldus Wismans, alle grote autofabrikanten in de wereld. MADYMO is met name populair onder de autofabrikanten in de Verenigde Staten, Europa en Japan, maar het programma vindt inmiddels ook zijn weg naar Korea, Australië, India, Israël en zelfs China.

De verhuur van het programma, de bijbehorende ondersteuning in de vorm van 'hot lines' en cursussen voor gebruikers en natuurlijk de verdere ontwikkeling ervan, levert werk aan meer dan twintig TNO'ers. Aan de vooravond van de twintigste verjaardag kunnen we rustig zeggen dat MADYMO een succes is. Het verovert de wereld, zowel door het groeiend aantal toepassingen als door de gestage groei van het aantal gebruikers.

Multi-body en eindige elementen methode

Wat MADYMO onderscheidt van andere programma's is, dat het een combinatie is van twee verschillende manieren om de omgeving te modelleren, de 'multi-body'-manier en de eindige elementen methode. De laatstgenoemde methode wordt wereldwijd veel gebruikt. Daarbij worden voorwerpen en lichamen nauwkeurig opgemeten en verdeeld in kleine vakjes, die elk bepaalde eigenschappen hebben. Vindt er een botsing plaats dan worden voor elk vakje de effecten daarvan berekend en vertaald in de bijbehorende vervorming. Dankzij de steeds snellere computers is het mogelijk om die berekeningen redelijk snel uit te voeren. Bij de andere methode, de 'multi-body'-aanpak gaat men uit van complete onderdelen. Zo

wordt een arm beschouwd als twee cilinders, verbonden door een flexibel verbindingstuk. Berekend wordt wat het effect is op die 'multi-bodies' van de krachten die bij een botsing optreden. Die effecten worden niet 'vakje voor vakje' berekend zoals bij de eindige elementen methode, maar over de 'body' als geheel. Dankzij de combinatie is het mogelijk om een groot scala aan systemen te onderzoeken uiteenlopend van vrijwel stijve constructies, die, als de botsing krachtig genoeg is, bezwijken tot structuren die bewegen onder invloed van externe krachten, zoals de mens zelf of de wielophanging van de auto. Juist die combinatie maakt MADYMO uniek in de wereld van botsings simulatie.

Microscopie om nalichten te meten

Als eerste in de wereld zijn TNO en de Universiteit van Utrecht erin geslaagd om de techniek van fluorescentie-levensduur in te bouwen in een confocaal microscoop. Dit biedt allerlei nieuwe toepassingsmogelijkheden op uiteenlopende gebieden.

Vijf jaar geleden kwam Hans Gerritse van de Universiteit van Utrecht bij de werkgroep sensoren van TNO Milieuwetenschappen om te informeren of een door TNO ontwikkelde confocaal microscoop (een microscoop waarmee drie-dimensionale plaatjes kunnen worden gemaakt van bijvoorbeeld cellen), die toen net door een Amerikaans bedrijf op de markt werd gebracht, ook kon worden gebruikt voor een project waar hij mee wilde beginnen. 'Dit lukte helaas niet, maar voor de rest klikte het meteen', aldus Arie Draaijer, projectleider binnen deze werkgroep. 'De ideeën die bij TNO leefden voor het verder ontwikkelen van deze microscoop sloten aan bij de expertise van de groep waarvan Gerritse deel uitmaakt, de afdeling Moleculaire Biofysica.' Een voorstel voor een stimuleringsprogramma van de Stichting voor Technische Wetenschappen (STW) was snel geschreven, werd gehonoreerd en er konden twee mensen aan het werk.

Het plan was om fluorescentielevensduren met de confocaal microscoop te gaan afbeelden. 'Dit klinkt moeilijker dan dat het is', zegt Draaijer, 'want het is niet meer dan met een microscoop kijken naar speciale zogenaamde fluorescerende stoffen, vlak nadat je als het ware de lamp uitdoet.' Fluorescerende stoffen (stoffen die bijvoorbeeld zorgen dat de was wit wordt, maar ook op brandweer- en politiewagens gezet worden en in markeerstiften zitten) hebben namelijk de eigenschap dat ze nog even nalichten als het licht al uit is. Dit soort stoffen worden heel veel gebruikt in biomedisch onderzoek. Na vier jaar hard werken is het gelukt om een microscoop te realiseren waarmee dit nalichten kan worden gemeten.

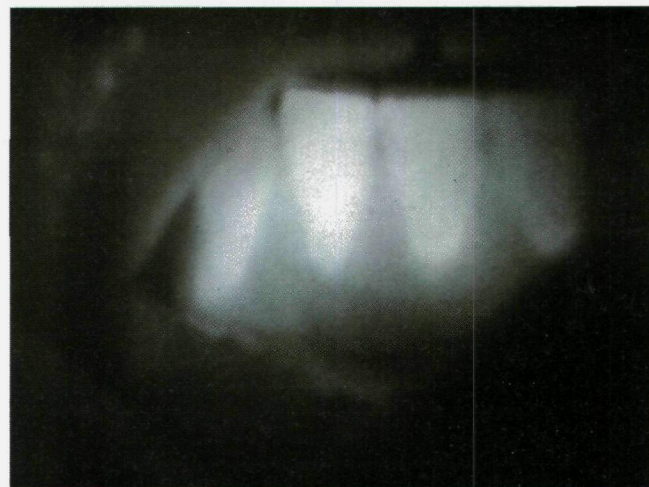
Wat je daar bijvoorbeeld mee kan doen is te zien op de foto's hiernaast die gemaakt zijn door een groep in Duitsland die ook op dit gebied aan het werk is. Draaijer: 'Deze foto's werden getoond op een bijeenkomst die onlangs door TNO was georganiseerd voor groepen die op dit terrein actief zijn of daar belangstelling voor hebben. De spin-off van dit onderzoek heeft voor TNO al geleid tot een aantal opdrachten. Bovendien is er belangstelling voor de commercialisering van dit werk, vanuit het bedrijf dat ook de door TNO ontwikkelde microscoop produceert en verkoopt.'

De fluorescentie-levensduurtechniek biedt nieuwe toepassingsmogelijkheden op uiteenlopende terreinen: bij kankeronderzoek, bij aerodynamische studies in de vliegtuigindustrie, bij controle op afwijkingen in adersystemen, maar ook bij het in beeld brengen van het afsterven van bossen.

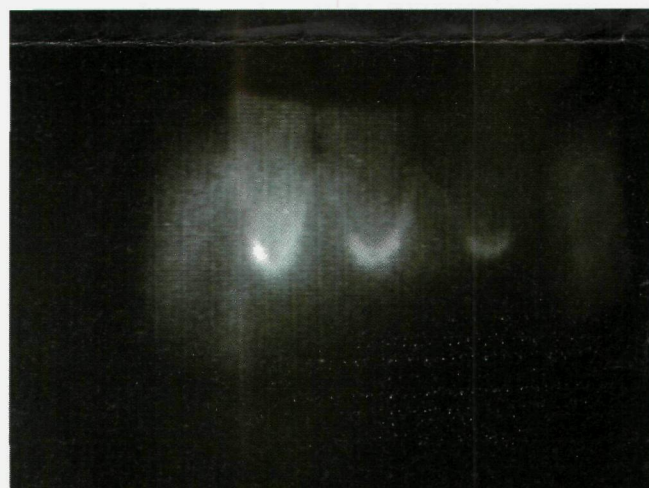
Normale opname van een gebit, waarbij aantastingen zichtbaar zijn.



Bij een opname van dezelfde, fluorescent gekleurde gebits-elementen zonder fluorescentie-levensduur contrast zijn de gaatjes niet te zien.



Doordat in en rond de aantastingen een andere chemische omgeving heerst, kunnen deze goed zichtbaar worden gemaakt door de fluorescentie-levensduur contrast methode.



Wargame KIBOWI traint landmachtstaven

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium en Data Sciences werken samen aan de ontwikkeling van KIBOWI, een strategisch belangrijke 'wargame' voor de Koninklijke Landmacht. Hiermee worden staven op bataljon- en brigade-niveau getraind in gevechtssituaties.

Deze omvangrijke simulator, waarin tot veertig grafische werkplekken worden gekoppeld, vertegenwoordigt een waarde van in totaal 6,7 miljoen gulden. KIBOWI bestaat uit drie grote modules: de mens-machine interface, de simulator-besturingssoftware en het tactisch hart van het model: de evaluator. TNG-FEL ontwikkelt de evaluator. Data Sciences is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de mens-machine interface en de besturingssoftware. Beide organisaties kunnen hiertoe putten uit een uitgebreide ervaring in de defensie-sector met simulatoren. In een oefening die met het KIBOWI-model wordt ondersteund, worden de stafelementen van het bataljon en de brigade getraind.

Daarbij bevinden deze staven zich meestal fysiek in het terrein. De staven dienen het gevecht te leiden en de bewegingen van de vijand te volgen. Daartoe staan zij in (radio)contact met hun ondercommandanten. Van deze commandanten ontvangen zij de meldingen omtrent de gevechtssituatie. Tevens worden aan de ondercommandanten opdrachten verstrekt. De ondercommandanten hebben een directe interactie met de wargame en bevinden zich in een speciaal daartoe ingerichte ruimte. Op het beeldscherm krijgen zij informatie omtrent hun deel van het gevechtssveld. Dat gevechtssveld is in groot detail in de wargame opgenomen. De ondercommandanten kunnen daarbij hun (in de wargame gerepresenteerde) eigen eenheden opdrachten geven en verkrijgen informatie over de vijandelijke activiteiten. De vijand wordt ook door mensen gespeeld. Op deze wijze ontstaat een interactief gevecht waarbij ge-ageerd en ge-reageerd moet worden.

Octrooi Informatie Dienst bestaat 60 jaar

'Er wordt zelden iets totaal nieuws uitgevonden'

In Nederland wordt veel overbodig laboratoriumonderzoek gedaan. Een grondige literatuurstudie kan vaak aantonen dat het onderzoek elders al eerder is verricht. De beste bron voor een dergelijk literatuuronderzoek is de collectie van de Europese Octrooiraad in Rijswijk. 'Hier staan de nieuwste octrooi-aanvragen uit de hele wereld, maar ook vondsten uit de vorige eeuw kunnen wij zo opzoeken,' aldus Loek Koper, hoofd van de Octrooi Informatie Dienst die dit jaar zestig jaar bestaat.

De Octrooi Informatie Dienst (OID), die sinds 1972 een onderdeel vormt van TNO, werd in 1934 opgericht als intermediair tussen de Nederlandse Octrooiraad en het publiek. Voordien had het publiek vrije toegang tot de verzameling, maar dat bleek tot een rommeltje te leiden: 'In sommige gevallen lieten lezers zelfs octrooien uit de mapjes verdwijnen,' vertelt Koper. Tegenwoordig liggen de octrooien nog steeds losbladig bijeen in kartonnen mappen, op onderwerp gerangschikt in speciale metalen kasten. Maar de collectie, die verdeeld is over een gebouw van 24 verdiepingen aan de Rijswijkse Patentlaan en twee grote dependances in de directe omgeving, is alleen toegankelijk voor bevoegde medewerkers.

Verzamel-recherche

Wie wil nagaan welke uitvindingen er recent in een bepaald vakgebied zijn gedaan, kan een verzamel-recherche laten uitvoeren door de OID. De zes deskundigen van de dienst, die gespecialiseerd zijn in werktuigbouwkunde, chemie en elektrotechniek, verrichten ook preliminair nieuwheidsonderzoek voor bedrijven die hun kansen willen inschatten voordat zij een octrooi aanvragen. Omgekeerd kunnen bedrijven, die veel hinder ondervinden van een bepaald octrooi, de dienst inschakelen voor een nietigheidsonderzoek, met het doel om dat octrooi alsnog onderuit te halen. En ten slotte doet de dienst ook inbreukonderzoek voor bedrijven die een produkt op de markt willen brengen, maar zeker willen weten dat zij daarmee geen inbreuk maken op bestaande rechten.

Koper herinnert zich een opmerkelijk inbreukonderzoek uit de jaren zestig: 'Albert

Heijn had toen de 'Premie van de Maandclub'. Een van de maandpremies, die trouwe klanten voor weinig geld konden bestellen, was een wasmachine van Italiaans fabrikaat. Wij hebben hier toen alle onderdelen van die wasmachine apart onderzocht en dat was maar goed ook, want Philips bleek een octrooi te hebben op het ophangingsysteem van de trommel.' Een kleine aanpassing kon voorkomen dat Albert Heijn door de klantvriendelijke actie voor grote onvoorziene kosten kwam te staan.

Beste collectie

De collectie van de Europese Octrooiraad is het ideale werkterrein voor de OID. Volgens ingewijden is het de beste verzameling die er op dit gebied bestaat. De collectie in Rijswijk werd in 1978 door de Europese Octrooiraad



Loek Koper, hoofd van de Octrooi Informatie Dienst: 'Een kubus-vormig suikerklontje staat wellicht nergens beschreven, maar als iemand daarop octrooi zou aanvragen zou er toch sprake zijn van onvoldoende uitvindingshoogte.'

overgenomen van de Nederlandse Octrooiraad, omdat die laatste van alle Europese landen al de meest uitgebreide verzameling had opgebouwd. Duitsland kreeg de beoordelende instantie van de Europese Octrooiraad toegewezen, die uiteindelijk uitmaakt of een aanvraag wordt gehonoreerd. Maar het zoekwerk, wat aan de beoordeling van elke aanvraag vooraf gaat, wordt in Rijswijk verricht.

Een octrooi-aanvraag moet voldoen aan twee criteria. De beschreven uitvinding moet

nieuw zijn, en zij moet voldoende uitvindingshoogte hebben. 'Nieuw betekent dat de uitvinding niet eerder beschreven mag zijn in een publikatie die in een openbare bibliotheek te vinden is,' aldus Koper. Het tweede criterium is minder makkelijk te definiëren. Koper geeft een voorbeeld: 'Een kubus-vormig suikerklontje staat wellicht nergens beschreven, maar als iemand daarop octrooi zou aanvragen zou er toch sprake zijn van onvoldoende uitvindingshoogte.'

Of een uitvinding nieuw is wordt per geval nauwkeurig nagegaan door de dertienhonderd medewerkers van de Europese Octrooiraad, die jaarlijks 56.000 octrooi-aanvragen te verwerken krijgen. Ondanks het gigantische aantal aanvragen wordt er volgens Koper hoogst zelden iets totaal nieuws uitgevonden. Meestal gaat het om aanpassingen en verfijningen van eerdere uitvindingen. De meeste octrooi-aanvragen hebben betrekking op massaproducten, zoals plastic bloempotjes of verpakkingen, waarvan er miljoenen tegelijk worden verkocht.

Veertig procent gehonoreerd

Octrooi wordt alleen verleend op werkwijzen en machines en op produkten die met die werkwijzen en machines worden gemaakt. 'De ontdekker van penicilline kon geen octrooi krijgen, omdat penicilline van oorsprong een natuurprodukt is,' licht Koper toe. 'Pas toen hij een manier ontwikkelde om de stof chemisch na te maken, kwam hij in aanmerking voor een octrooi.'

Voor een octrooi-aanvraag moet behalve de Europese ook de Amerikaanse en de Japanse collectie worden doorgeploegd om te beoordelen of de aanvraag nieuw is. Vandaar dat in Rijswijk ook alle Amerikaanse en Japanse octrooien aanwezig zijn. 'Bij de Amerikaanse Octrooiraad worden er ieder jaar 108.000 octrooien verleend. Bij de Japanse zijn het er zelfs 300.000 per jaar,' weet Koper. Hij schat dat veertig procent van de aanvragen wordt gehonoreerd. 'De technische ontwikkelingen gaan zo snel dat bedrijven soms gedurende het onderzoek hun aanvraag al weer intrekken.'

Dat neemt niet weg dat de verzameling van de Europese Octrooiraad in hoog tempo blijft groeien. 'Het probleem is dat er nooit iets weggegooid kan worden,' aldus Koper. 'Ook in de oude octrooien kunnen uitvindingen beschreven staan die nu weer als nieuw worden gepresenteerd.' Een voorbeeld: 'Er was een oplossing gevonden voor het gevaar van stofexplosies bij de produktie van poedermelk. Maar uit onderzoek bleek dat diezelfde oplossing al in de vorige eeuw was aangedragen ter voorkoming van stofexplosies in de mijnbouw.'

Verkenning Amerikaans technologiebeleid in het vervoer

TNO-delegatie bezoekt Witte Huis

INRO, Centrum voor Infrastructuur, Transport en Regionale Ontwikkeling van TNO-BSA voert momenteel een studie uit in opdracht van het Directoraat voor het Vervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat naar technologische innovaties in het verkeer en vervoer. Belangrijkste doelen van de studie zijn het identificeren van de voornaamste technologische ontwikkelingen en het aangeven van mogelijke manieren waarop Verkeer en Waterstaat de technologiefactor in haar algemene vervoersbeleid kan incorporeren.

Mede in het kader van deze studie heeft onlangs een delegatie van Verkeer en Waterstaat en TNO een aantal sleutelorganisaties in de Verenigde Staten bezocht, die zich bezig houden met technologie in het vervoer. Het doel was na te gaan welke prioriteiten ten aanzien van technologische trajecten men daar gekozen heeft, hoe men de gewenste technologische ontwikkeling bevordert en welke organisatievormen men daarvoor gekozen heeft.

Kaderprogramma

In totaal zijn een twintigtal instellingen in de overheids- en R&D sfeer bezocht. Hoogtepunt was het bezoek aan het *Executive Office of the President (Office of Science & Technology Policy)* in het Witte Huis. Dit orgaan rapporteert direct aan de president en opereert onder vice-president Gore. Door de Clinton-regering is de *National Council of Technology Development* in het leven geroepen die een kaderprogramma voor technologieontwikkeling ten behoeve van maatschappelijke doeleinden ontwikkelt. Met name de conversie van de defensie-industrie naar civiele terreinen en de bijbehorende besteding van de vrijvallende defensiegelden spelen



De delegatie van Verkeer en Waterstaat en TNO in San Francisco. Rechts Martie van der Vlist en tweede van rechts Ben Jansen, beiden van TNO-INRO.

hierin een belangrijke rol. Deze *council* heeft dezelfde status als die op het gebied van de nationale veiligheid. Gesproken is met de leiding van het *Executive Office*. Het blijkt dat transport een van de acht velden is waarop men de technologie-ontwikkeling richt. De *Council* is bezig een *National Program for Transportation* op te stellen waarin de te starten activiteiten moeten passen. Acht speerpunten zijn hierbinnen geselecteerd, waaronder nieuwe materialen in de fysieke infrastructuur, vervoersinformatietechnologieën en *next generation automobile (clean car)*.

Uitwisseling

Met name de twee laatste speerpunten waren voor de delegatie zeer interessant. In samenwerking met GM, Ford en Chrysler heeft

men zich ten doel gesteld binnen korte tijd een drie maal zuiniger en schone auto op de markt te brengen met dezelfde prestaties als de huidige voertuigen. In nauwe samenwerking met ITS-America (ITS = *Intelligent Transportation Systems*) bereidt men omvangrijke investeringen voor in de intelligente infrastructuur.

Opvallend was dat deze regering aan de maatschappelijke en beleidsgerichte gevolgen van technologische innovatie grote aandacht geeft. Dit soort aspecten was onder de vorige regeringen uit de belangstelling geraakt. De Amerikanen waren zeer gecharmeerd van de Nederlandse strategische en integrale vervoersplanning. Afgesproken is dat er een actieve uitwisseling van informatie zal plaats vinden.

Kwaliteitsborging in ziekenhuizen

In de gezondheidszorg is behoefte aan een integraal kwaliteitssysteem. Een van de initiatieven daartoe is het Proefproject Accreditatie (PACE). Acht ziekenhuizen, verenigd in de Stichting PACE, hebben kwaliteitsborgingsnormen ontwikkeld, gericht op het beheersen van de kwaliteit van de ziekenhuisorganisatie. Het ontwikkelen van de normen en het projectmanagement waren in handen van PG-TNO. Hoofdfinanciers waren de Ziekenfondsraad, TNO en de deelnemende ziekenhuizen. De eerste fase van PACE is vorige maand afgerond.

Het gaat bij PACE niet om de kwaliteit van de individuele beroepsbeoefenaar in het ziekenhuis, maar om de organisatorische kant van de zorg. De hiervoor opgestelde normen zijn toepasbaar als checklist (voorafgaand aan initiatieven tot verbetering), als structuur voor procesbeheersing in de organisatie en/of als toetsingsinstrument. De Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen (NVZ) heeft besloten de PACE-normen als uitgangspunt te nemen voor een in de toekomst in te stellen accreditatieprocedure voor ziekenhuizen. Met ingang van volgend jaar zal TNO meewerken aan implementatiecursussen onder auspiciën van de NVZ.

Als hulpmiddel voor het invoeren van de normen is een praktijkrichtlijn opgesteld. Ziekenhuizen die aan de normen voldoen, kunnen in de toekomst een accreditatie krijgen. Een accreditatiegids dient dan als toetsingsinstrument.

Er zijn nu 21 normen opgesteld voor verschillende afdelingen en diensten in een ziekenhuis. De Ziekenfondsraad heeft zich inmiddels bereid verklaard ook het vervolg van PACE te financieren. Eind 1995 hoopt men de resterende 16 normen gereed te hebben. Dan is de gehele ziekenhuis-organisatie in normen beschreven.