

Letselpreventie

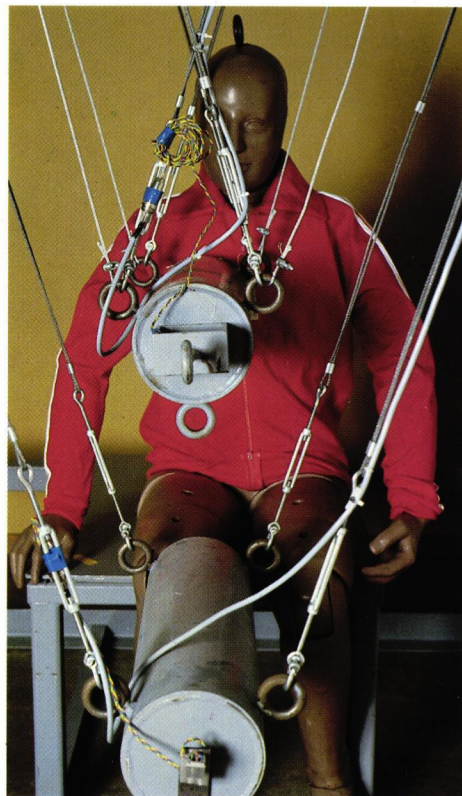
Een belangrijk aspect van onze moderne maatschappij is het wegverkeer, dat echter voor de verkeersdeelnemer risico's inhoudt. Door wetenschappelijk onderzoek te richten op het voorkomen van letsel bij verkeersongevallen en de uitkomsten ervan in praktische maatregelen om te zetten, kunnen deze risico's worden beperkt.

Statistieken uit de laatste vijf jaar van ongevallen in Nederland leren bijvoorbeeld dat de plicht voor bromfietzers een valhelm te dragen heeft geleid tot een daling van ca. 30% van het aantal in het verkeer gedode bromfietzers. De winst van de autogordel wordt geschat op ca. 50% minder gedode automobilisten. In Nederland wordt onderzoek dat is gericht op het voorkomen van verkeersletsels – letselpreventie-onderzoek – verricht door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO, één van de instituten van de Nederlandse Organisatie van Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Het zette in 1960 met statische beproevingen van gordels en helmen de eerste schreden op de weg van het letselpreventie-onderzoek. Thans beschikt het over modern onderzoeksgereedschap en kan het ook gecompliceerd onderzoek op dit gebied aanvatten.

Bij het onderzoek naar de gevolgen van verkeersongevallen wordt de werkelijkheid zo goed mogelijk benaderd – het nabootsen van botsingen is een veel gebruikte methode. Het ligt voor de hand dat de onderzoekers niet kunnen experimenteren met het onderzoeksobject zelf, de mens. Dit houdt in dat het onderzoek in belangrijke mate afhankelijk is van simulatietechnieken. Kennis van de eigenschappen van het menselijk lichaam en de reacties onder zware mechanische belasting is daarbij noodzakelijk.

In het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO is het belang van goede simulatietechnieken al vroeg onderkend. Er werden bijvoorbeeld proefpoppen voor speciale doeleinden ontwikkeld, terwijl ook uitgebreide mogelijkheden voor het uitvoeren van bots-experimenten werden opgebouwd. Behalve op het experiment gerichte gereedschappen wordt echter ook een

MAThematicisch DYnamisch MOdel ontwikkeld – MADYMO. Met dit model kan het gedrag van verkeersdeelnemers bij botsingsituaties zowel twee- als driedimensionaal worden gesimuleerd.



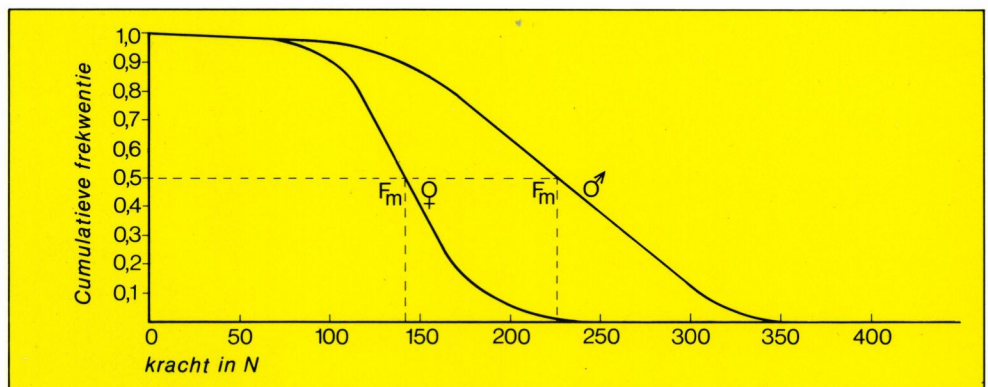
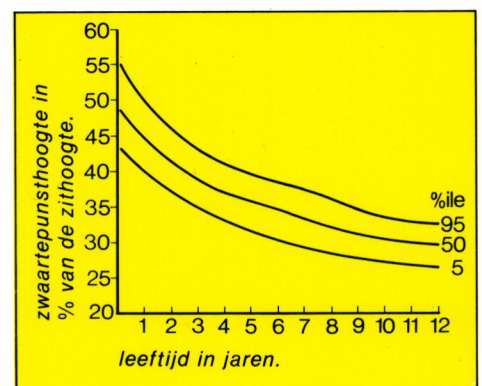
Kennis van de mens

Indien men onderzoek wil verrichten naar het in gunstige zin beïnvloeden van de afloop van ongevallen, is kennis van het menselijk lichaam onontbeerlijk. Het gaat daarbij vooral om kennis van de wijze waarop letsels ontstaan en de belastingen die daarbij optreden. Het vak letselbiomechanica wordt beoefend in een aantal onderzoekinstellingen in de wereld. De noodzaak letselgegevens op indirecte wijze te verkrijgen, leidde tot verschillende speciale onderzoeksmethoden en technieken. In Europa wordt veel energie en geld besteed aan de

Links boven. Calibratie van een proefpop.

Rechts boven. Zwaartepunthoogte van zittende kinderen in relatie tot de leeftijd.

Onder. Cumulatieve frekwentie van de kracht die door de nek nog kan worden verwerkt. De gemiddelde waarde van de kracht (F_m) is voor mannen ca. 1,5 x groter dan voor vrouwen.



Experimenteel botsonderzoek

zorgvuldige analyse en reconstructie van ongevallen die werkelijk hebben plaatsgevonden. De door het Instituut voor Wegtransportmiddelen ontwikkelde mathematische modellen kunnen ook daarbij met voordeel worden toegepast. Het instituut zelf verricht slechts op beperkte schaal biomechanisch onderzoek. Een voorbeeld is onderzoek op de belastbaarheid van de nek in verband met het opklappen van het gelaatscherm van een valhelm. Om resultaten van elders verricht onderzoek gemakkelijk toegankelijk te maken, is in 1977 gestart met een computer-data-bestand van de literatuur op het gebied van de letselbiomechanica.

Experimenten nemen bij letselpreventie-onderzoek een belangrijke plaats in. Het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO was een van de eerste onafhankelijke instituten in Europa dat beschikte over een opstelling voor experimentele simulaties van botsingen, waarmee autogordels kunnen worden onderzocht en getest. De eerste opstelling – een botswagen met enkele stoel – had een experimenteel karakter. Deze werd al spoedig opgevolgd door een botsingsimulator, die voldeed aan de specificaties volgens het autogordelreglement ECE 16. Momenteel beschikt het instituut over drie botsbanen: één met botswagen en enkele stoel, één met botswagen en de mogelijkheid daar een casco van een personenauto op te bouwen en sinds kort over een z.g. 'full-scale' botsbaan. Op de laatste kan een breed scala van botsingen en botsings simulaties worden uitgevoerd. Een kenmerk van deze baan is de zeer lage aanloopversnelling. Door deze eigenschap zullen de condities van het botsobject juist vóór de botsing de werkelijkheid zeer dicht kunnen benaderen, immers:

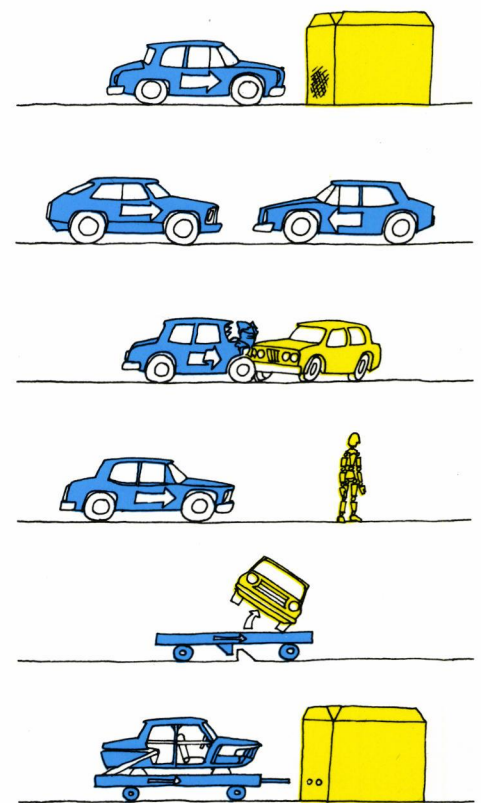
- proefpoppen blijven gedurende de aandrijving goed op hun plaats;
- de gordelconfiguratie blijft ongewijzigd;
- oprolautomaten worden niet voortijdig geactiveerd.

Voor alle banen geldt dat ze zijn voorzien van meet- en registratie-apparatuur die voldoet aan de internationale normen op dit gebied. De verwerking van de meetsignalen kan door middel van een computer geschieden. Ook kunnen de experimenten worden vastgelegd met 'high speed' filmcamera's. Het uitlezen van de films geschiedt met een z.g. 'motion analyzer', die is aangesloten aan de computer.

Overzicht van de 'full scale' botsbaan.



Enkele mogelijkheden van de 'full scale' botsbaan.



Behalve over de botsingsimulatoren beschikt het instituut over een laboratorium voor het uitvoeren van velerlei functionele tests op beveiligingsmiddelen en de componenten daarvan.

Veel van de apparaten in het laboratorium zijn zelf ontwikkeld, zoals:

- een valtoeren met automatische registratie van de krachttijdfunctie voor meten van de schokdemping van valhelmen;
- een beproevingsmechanisme voor de bepaling van de gevoeligheid van oprolautomaten van autogordels;
- een duurbeproevingsofstelling voor het testen van van oprolautomaten van autogordels;
- een vereenvoudigde proefpop voor testen van autogordels, de bekende TNO-10 proefpop;
- kinderpoppen voor het beproeven van kindergordels.

Botsing voor het beproeven van de bevestiging van LPG-tanks aan een autobus.



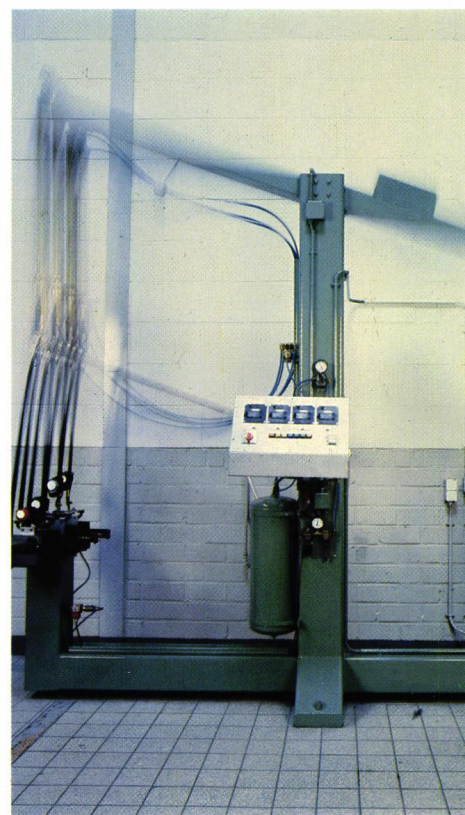
Kenmerken	Simulator 1	Simulator 2	'Full-scale'
Proef	botswagen met één stoel (o.a. ECE-16) frontaal tegen botsblok	botswagen met één stoel, of botswagen met casco of max. 4 stoelen frontaal tegen blok	* botswagen of voertuigen tegen blok, frontaal of onder een hoek * voertuig-voertuig (hoekinstelling) * roll-over
Aandrijfsysteem	stalen veren botswagen langs rails	rubber kabels botswagen langs rails	elektromotor, botsobject gekoppeld aan eindloze stalen kabel
Botssnelheid	50 km/h	instelbaar tussen 5 en 70 km/h	instelbaar tussen 3 en 100 km/h
Max. massa bij max. botssnelheid	500 kg	1000 kg	2000 kg
Afremmsysteem botswagen	Polyurethaan tubes	Polyurethaan tubes kreukelbuizen	Polyurethaan tubes kreukelbuizen

Overzicht botsfaciliteiten

Onder. Duurbeproeving van oprolautomaten van autogordels.

Volgende pagina boven. Detail van gordelautomaat in duurbeproevingsofstelling

Volgende pagina onder. Exploded view van de TNO-10 proefpop voor keuringsproeven met autogordels.



Produktbeoordeling en -ontwikkeling

In de loop der jaren heeft het instituut voor Wegtransportmiddelen TNO veel ervaring opgedaan op het gebied van beveiligingsmiddelen voor verkeersdeelnemers. Dit betreft enerzijds de beoordeling van deze produkten in de ongevalssituatie – zoals de schokdempende eigenschappen van een valhelm of de belasting op een door een autogordel tegengehouden automobilist.

Anderzijds echter ook eigenschappen als draagcomfort, bedienbaarheid, aanpassing aan het voertuig en beïnvloeding van andere functies. Vaak moeten nieuwe meet- en beproevingsmethoden worden ontwikkeld of bestaande aangepast. Door stap voor stap nieuwe elementen in de beoordeling te betrekken, wordt een produkt in zijn ontwikkelingsgang kritisch gevolgd. Dit leidt tot steeds betere produkten.

Met de aldus opgebouwde kennis is het mogelijk bij te dragen aan de ontwikkeling van beveiligingsmiddelen. In de gevallen waarin er in het instituut geen specifieke kennis op het gebied van materialen en produktieprocessen

aanwezig is, wordt hierbij samen- gewerkt met TNO-instituten die deze wel hebben.

Een goed voorbeeld vormen de kinder- beveiligingsmiddelen. Het instituut was het eerste dat een keuringsnorm hiervoor opzette, als basis voor de beoordeling van de beschermende eigenschappen ervan. Deze werd vervolgens enkele malen aangepast. De laatste versie kreeg in 1977 de erkenning van de Nederlandse overheid. Ook bij het opstellen van de nieuwe ECE-normen was het instituut betrokken. Bij vergelijkende onderzoeken werd aandacht besteed aan het comfort, de stabiliteit in het voertuig bij rijden en de acceptatie door het kind.

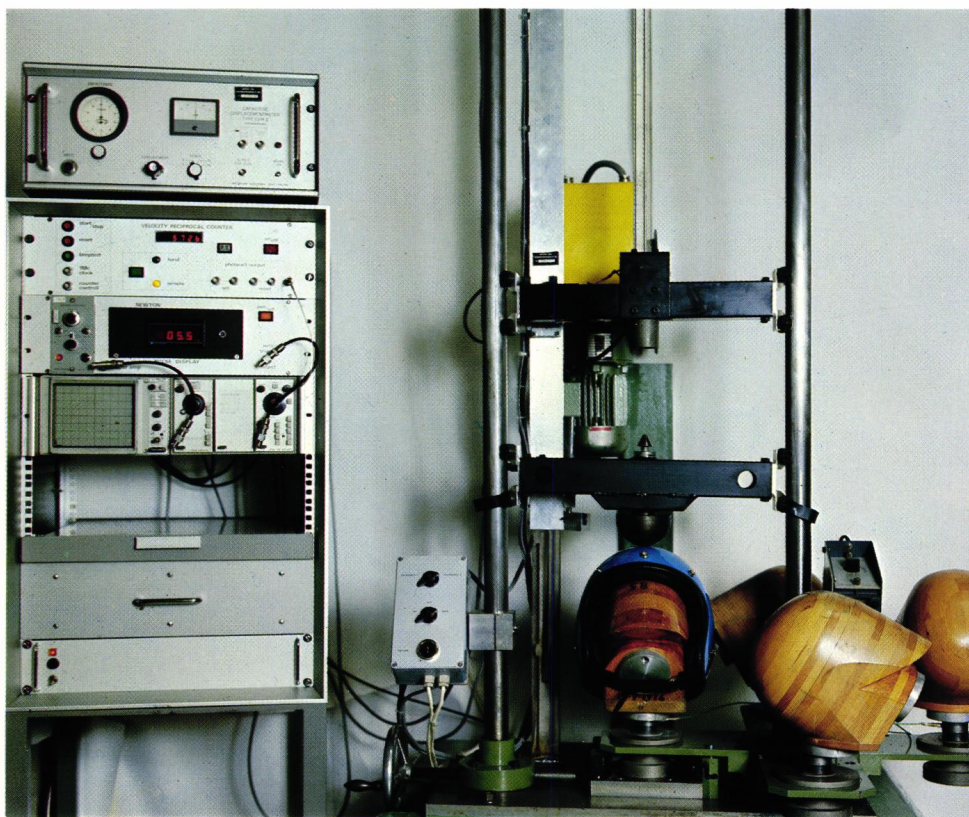
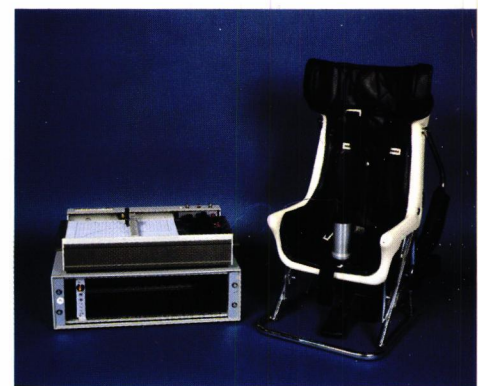
In het kader van de ontwikkeling van meetmethoden werd een serie kinder- proefpoppen ontwikkeld. Daarbij is rekening gehouden met de specifieke anatomie van kinderen, waardoor zij relatief vaker buik- en nekletsels dan volwassenen oplopen.

Links. Bepaling van de schokdempende werking van een valhelm.

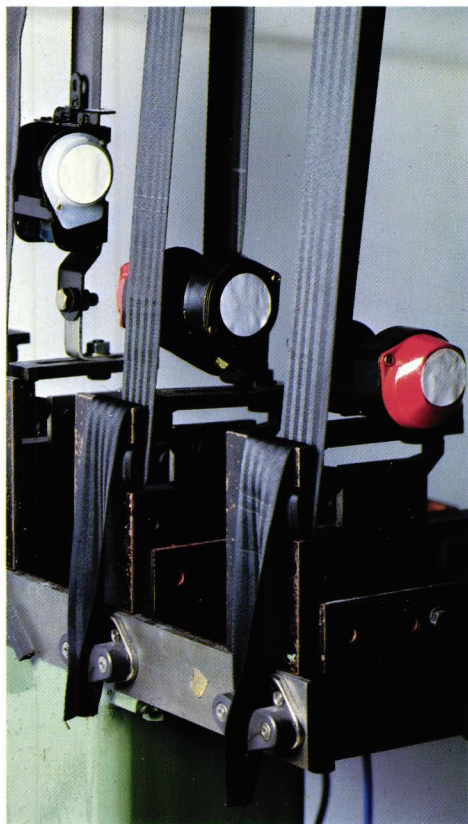
Rechts boven. De TNO-familie kinderproef- poppen voor resp. 3/4, 3, 6 en 10 jaar.

Rechts midden. Thermometer voor het bepalen van de oppervlaktetemperatuur van een kinderzitje.

Rechts onder. De 6-jarige dummy op de achterbank van een auto.



Mathematisch simuleren met MADYMO

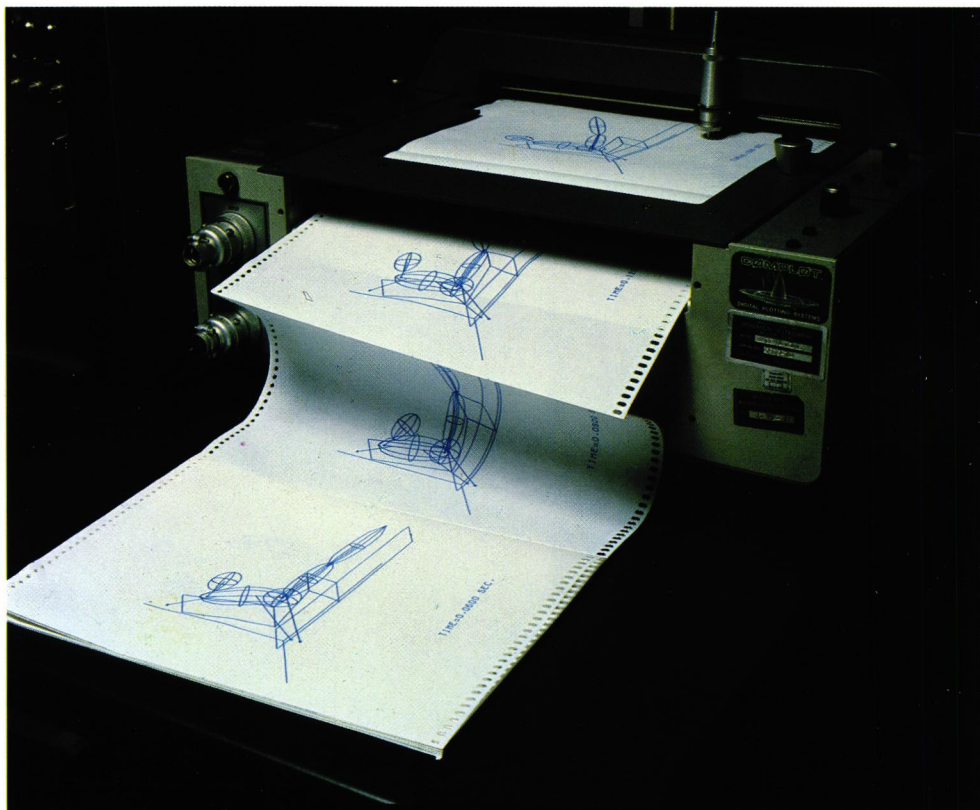
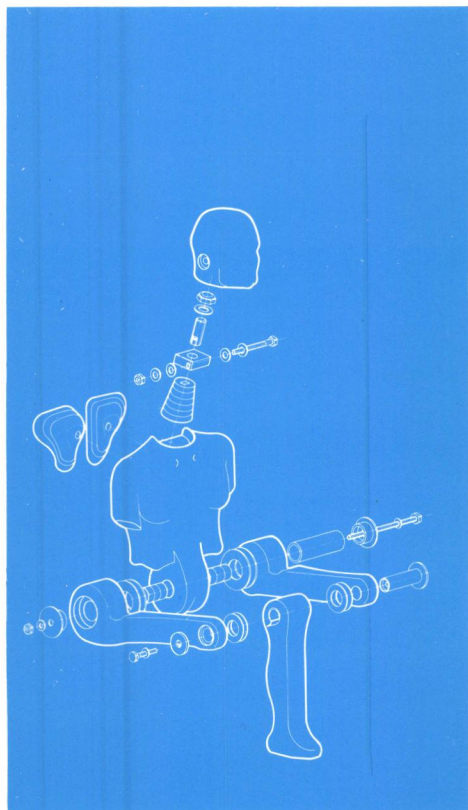


Is voor het verhogen van de veiligheid het verrichten van experimenteel onderzoek van essentieel belang, veel voordeel kan ook het gebruik van mathematische modellen opleveren. Mathematische simulaties maken bijvoorbeeld de uitvoering van gevoeligheidsanalyses, die experimenteel nauwelijks uitvoerbaar zijn, gemakkelijk mogelijk. Ook kan door toepassing van mathematische simulaties belangrijk meer informatie worden verkregen omdat het mathematisch model de beweging van en de krachten en momenten op elk element van het beschouwde systeem berekent. Bij experimenten kan slechts op beperkte schaal opnemers worden aangebracht.

Door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO wordt in samenwerking met de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) MADYMO ontwikkeld (MATHematisch DYnamisch MOdel). MADYMO is gericht op het simuleren – twee- én driedimensionaal – van het dynamisch gedrag van een of meer systemen bestaande uit in een vertakte structuur

onderling beweeglijk gekoppelde stijve lichamen. Voorbeelden zijn inzittenden van voertuigen en voetgangers. MADYMO is een modulair opgebouwd programmapakket waarvan het belangrijkste kenmerk het automatisch genereren van de bewegingsvergelijkingen is. Hierdoor is het gebruiksgemak relatief groot. Het programma is verder zo opgezet dat de gebruiker zelf specifieke mathematische bewerkingen kan toevoegen en het model, binnen zekere grenzen, aan zijn wensen kan aanpassen.

Het plotten van een stap van een MADYMO-simulatie.



Keurings- en routineproeven

Het instituut voor Wegtransportmiddelen TNO voert reeds vele jaren lang keuringsproeven uit. Het werd door de Minister van Verkeer en Waterstaat als keuringslaboratorium in het kader van een aantal wettelijke voorschriften aangewezen. De industrie, die aan eisen moet voldoen, kan hierdoor terugvallen op een instituut met kennis en ervaring op het gebied van keuren en aanverwant onderzoek. Door te streven naar een hoge kwaliteit van de uit te voeren metingen en door service te bieden bij de afwikkeling van de keuringen, heeft het instituut internationale bekendheid verkregen. De belangrijkste keuringsproeven, die thans worden uitgevoerd, zijn:

- Autogordels volgen ECE Reglement 16 of EEG Richtlijn 77/541/EEG.
- Beveiligingsmiddelen voor kinderen volgens een door TNO ontwikkelde norm en volgens voorgesteld ECE Reglement.
- Valhelmen volgens ECE Reglement 22 en volgens het Nederlands Nationale Reglement.

Behalve de wettelijke keuringen kan het instituut ook proeven uitvoeren volgens

de standaard testprocedures van de meeste thans in de wereld gehanteerde voorschriften en reglementen. Voor de fabrikant heeft dit het voordeel dat hij beschikt over een kwaliteitstoets aan een geldende norm, die is uitgevoerd door een onafhankelijk instituut. De mogelijkheden reiken van proeven op beveiligingssystemen en componenten tot integrale botsproeven op auto's en daarin ingebouwde beveiligingssystemen. De botsbanen en de meet- en dataverwerkingsapparatuur voldoen aan de daarvoor geldende meest gangbare eisen.

Het uitvoeren van proeven is niet de enige bemoeienis die het instituut heeft met keuringen. De Nederlandse overheid wordt ondersteund met deskundigheid bij het internationale overleg over wetgeving.

Op deze wijze wordt bereikt dat ook de kennis verworven bij onderzoek en in de dagelijkse keuringspraktijk wordt ingebracht. Een belangrijke bijdrage werd door het instituut geleverd bij de ontwikkeling van het nieuwe ECE Reglement voor kinderbeveiligingsmiddelen.

Dienstverlening in letselpreventie

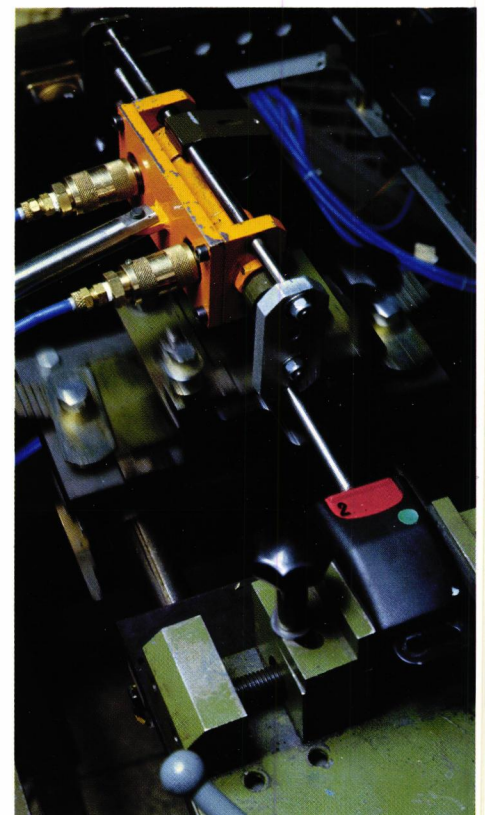
Voor de uitvoering van de genoemde activiteiten beschikt het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO over ervaren medewerkers met een brede kennis op het vakgebied en over moderne apparatuur en hulpmiddelen. Omdat onderzoek op het gebied van letselpreventie vaak multidisciplinair van aard is, ligt verdere samenwerking met anderen voor de hand. Doordat het instituut deel uitmaakt van de TNO-organisatie, kan deze samenwerking op veel gebieden gemakkelijk tot stand worden gebracht. Door aldus gebruik te maken van de kennis en de faciliteiten waarover de gehele organisatie beschikt, kan het instituut zijn opdrachtgevers met een zeer uitgebreid potentieel ten dienste staan.

Samenvattend zijn de mogelijkheden:

- botsingen met complete auto's tegen obstakels en tegen andere auto's – frontaal, flank en kopstaart; waar gewenst volgens standaardprocedures;

Links. Dummy voor testen van autogordels.

Rechts. Duurbeproeving van een autogordelsluiting.



- simulaties van botsingen tussen auto's en andere verkeersdeelnemers, zoals voetgangers en fietsers;
- experimentele botsingsimulaties met casco's op een botswagen, waarbij auto en beveiligingsmiddelen als systeem in hun geheel kunnen worden onderzocht;
- mathematische simulaties en gevoeligheidsanalyses van botsingsituaties van velerlei aard;
- opzet en uitvoering van grootschalige experimenten in combinatie met mathematische modelsimulaties;
- ontwikkeling van meetmethoden, procedures en apparatuur met betrekking tot de prestaties van voertuigen, voertuigonderdelen en beveiligingsmiddelen bij botsingen, alsmede van de gebruikseigenschappen daarvan;
- onderzoek, beoordeling en ontwikkeling van beveiligingsmiddelen voor verkeersdeelnemers;
- onderzoek naar en beoordeling van

het gedrag van voertuigen en voertuigcomponenten bij botsingen;

- het uitvoeren van keuringen en standaardproeven volgens internationaal voorgeschreven of erkende testprocedures;
- studies op het gebied van de biomechanica en ten behoeve van het bepalen van criteria voor veiligheid van voertuigen, voertuigonderdelen en beveiligingsmiddelen.

Een belangrijk deel van deze werkzaamheden wordt uitgevoerd op basis van opdrachten. Deze kunnen vele vormen aannemen, van kleine advies- en evaluatieopdrachten en keuringsproeven tot grote projecten. Opdrachten tot onderzoek worden verricht op strikt vertrouwelijke basis. Meestal wordt gewerkt op basis van nacalculatie en een richtprijs, doch ook andere condities zijn mogelijk. Voor keuringen en routinemetingen gelden vaste tarieven. Grote opdrachten worden ingedeeld in fasen, waarbij na elke fase een evaluatie en een beslissing over de voortgang van het project kan worden ingebouwd. Het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO zal steeds

trachten een onderzoek zo op te zetten, dat aan de problemen of vraagstelling van de opdrachtgever optimaal wordt beantwoord.

Voor verder inlichtingen:

Instituut voor Wegtransportmiddelen
TNO (IW-TNO)
Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Postbus 237, 2600 AE DELFT
Telex 31453 zptno nl
Tel. 015 - 56 93 30

Directeur: Ir. Drs. P.D. van der Koogh

Letselpreventie

Beoordeling en ontwikkeling van beveiligingsmiddelen voor weggebruikers, biomechanica, botsonderzoek, mathematische modellen, ontwikkeling van proefpoppen.
Ir. A.G.M. Tak; J.C. Bastiaanse

Keuringen

Keuren van autogordels, valhelmen en kinderbeveiligingsmiddelen, volgens nationale en internationale reglementen.
L. Visser

Frontale botsing van een personenauto.



Vormgeving:
Stafafdeling In- en Externe Communicatie TNO

Fotografie:
P. Melchior, V. Scheffer

Druk:
V. Dooren b.v.