

NATUURLIJK BRANDCONCEPT IN

De ontwerp-NEN 6055 'Fysisch brandmodel op basis van een natuurlijk brandconcept' die in oktober 2009 door NEN is uitgegeven, is een bouwsteen voor Fire Safety Engineering. Met deze norm kunnen een fysisch brandvermogensscenario en de thermische consequenties worden bepaald in een brandruimte.

TEKST IR. R.A.P. VAN HERPEN

**THEMA:
BRANDVEILIGHEID**



De bouwregelgeving kent een groot aantal bouwtechnische en gebruikstechnische eisen met betrekking tot brandveiligheid. De gebruikstechnische eisen zijn opgenomen in het Gebruiksbesluit; de bouwtechnische eisen in hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit. Wanneer een bouwwerk of gebouw aan alle eisen voldoet wordt het geacht voldoende brandveilig te zijn.

Het kenmerk van deze eisen is dat ze in principe voor elk gebouw kunnen worden toegepast, de eisen zijn dus generiek toepasbaar. Daaraan zijn wel beperkingen gesteld. Hoge gebouwen (hoogste vloer verbleefgebied hoger dan zeventig meter boven het aansluitende terrein), ondergrondse gebouwen (laagste vloer verbleefgebied

lager dan acht meter onder het aansluitende terrein) en gebouwen met grote brandcompartimenten (een grotere gebruiksoppervlakte van het brandcompartiment dan het Bouwbesluit toestaat) vallen buiten de rechtstreekse toepassing van de brandveiligheidsartikelen in hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit. Dit is aangegeven in de afdelingen 2.22 en 2.23 van het Bouwbesluit.

Het lijkt wellicht op het eerste oog wat vreemd dat vervolgens in de betreffende afdelingen geen nieuwe set van voorschriften wordt gegeven ten aanzien van de brandveiligheid. Maar dat is het niet. Dat er geen nieuwe set van voorschriften wordt gegeven houdt in dat geen generieke eisen van toepassing zijn, maar dat met project-

specifieke voorzieningen hetzelfde veiligheidsniveau wordt bereikt als voor gebouwen die wel binnen de rechtstreekse toepassing van de brandveiligheidsartikelen in hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit vallen. Projectsamenstellingen kunnen nu eenmaal niet met generieke voorschriften worden voorgeschreven. Feitelijk is het gelijkwaardigheidsbeginsel in artikel 1.5 van het Bouwbesluit (en artikel 1.4 van het Gebruiksbesluit) hierop ook gebaseerd. Om tot projectsamenstelling te komen is een integrale aanpak noodzakelijk. Met Fire Safety Engineering is dat mogelijk.

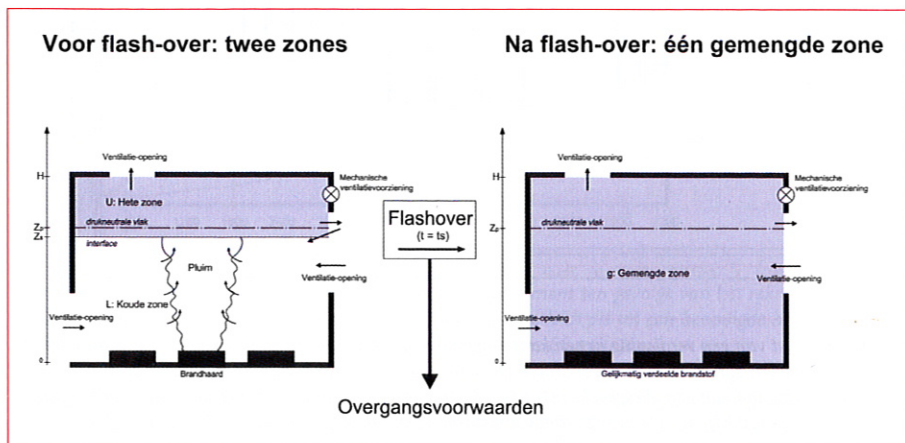
Een projectsamenstelling laat zich niet normeren. Elk project is weer anders. Wat wel genormeerd kan worden is het proces waarbinnen FSE kan plaatsvinden. En uiteraard is het mogelijk om de bouwstenen die de basis vormen te normeren, evenals de randvoorwaarden hiervoor.

FYSISCH BRANDMODEL IN NEN 6055

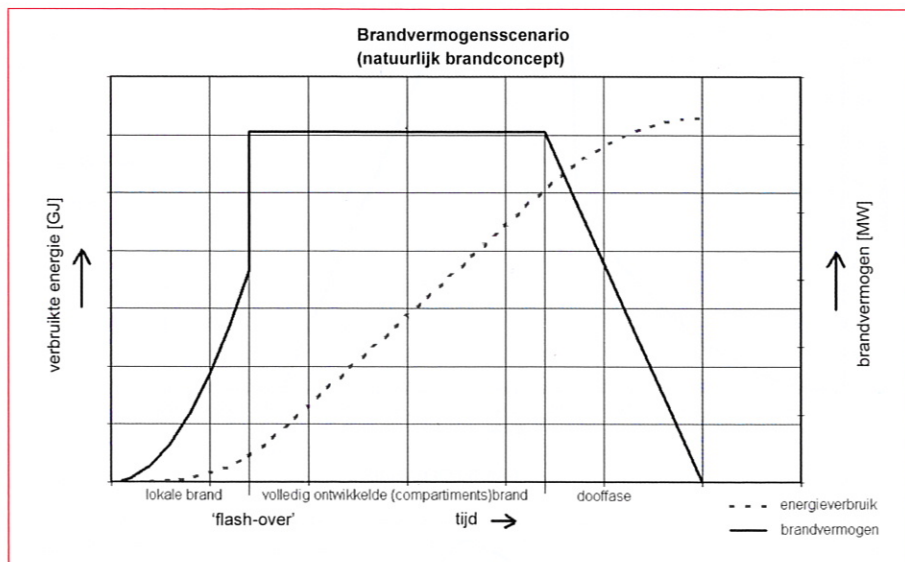
De ontwerp-NEN 6055 (fysisch brandmodel op basis van een natuurlijk brandconcept) die in oktober 2009 door NEN is uitgegeven is een bouwsteen voor Fire Safety Engineering. Met deze norm kan een fysisch brandvermogensscenario worden bepaald in een brandruimte, afhankelijk van:

- hoeveelheid en aard van de brandstof (totale vuurlast, samenstelling van de brandstof, referentie vermogensdichtheid, tijdconstante voor branduitbreiding);
- afmetingen en geometrie van de brandruimte;

FIRE SAFETY ENGINEERING



Figuur 1. In de pre-flash-overfase ontstaat ten gevolge van een lokale brand in de ruimte in beginsel een twee-zonemodel. Bij verdere brandontwikkeling gaat dit onder voorwaarden over in een één-zonemodel. In de post-flash-overfase is altijd sprake van een één-zonemodel.



Figuur 2. Voorbeeld van een brandvermogensscenario bij een natuurlijk brandconcept.

- materialisering van de brandruimte (met name de warmte-isolatie en warmte-accumulatie in scheidingsconstructies);
- openingen in de scheidingsconstructies van de brandruimte.

Het fysisch brandvermogensscenario veroorzaakt een temperatuurverschil tussen de brandruimte en de omgeving. Brandvermogen en temperatuurverschil beïnvloeden elkaar. Natuurlijk leidt een groter brandvermogen tot een groter temperatuurverschil, terwijl een groot temperatuurverschil ook tot een groter brandvermogen kan leiden. De massastromen door openingen in de scheidingsconstructies zullen

groter worden bij een toenemend temperatuurverschil tussen brandruimte en omgeving. Wanneer de brand ventilatiebeheerst is (dat wil zeggen dat het brandvermogen wordt bepaald door de hoeveelheid zuurstof die tot de brand kan toestromen) leidt een grotere zuurstofmassastroom via openingen in de scheidingsconstructies tot een toename in het brandvermogen.

VENTILATIEBEHEERSTE BRAND

Een ventilatiebeheerste brand komt in de regel voor in de post-flash-overfase. In deze fase staat de hele ruimte in brand en is de zuurstofvraag van de brand zo groot dat de massastromen via de openingen in de scheidingsconstructies ontoereikend

zijn voor volledige verbranding. Met andere woorden: er is een ondermaat aan zuurstof, de mate van ventilatie is bepalend voor het brandvermogen. Omdat na flash-over de hele ruimte in brand staat, kan worden uitgegaan van een volledig gemengd mengsel. De brandruimte kan als één homogeen mengsel worden beschouwd. Voor deze gemengde zone gelden de volgende relevante behoudswetten:

- Wet van behoud van energie: de som van de geproduceerde brandvermogen, de inkomende en uitgaande vermogens door convectie en straling en de energiebuffering in de brandruimte is nul.
- Wet van behoud van massa: de som van de geproduceerde massastroom door de brand, de inkomende en uitgaande massastromen en de massa-buffering door verandering van de dichtheid in de brandruimte is nul.
- Wet van behoud van deeltjes: elk naar zijn soort, met name de brandstof en zuurstof.

In de pre-flash-overfase is de brand in de regel brandstofbeheerst. Dat wil zeggen dat er een overmaat aan zuurstof is, waardoor niet de ventilatie de bepalende factor is voor het brandvermogen, maar de aard van de brandstof. De pre-flash-overfase beschrijft een lokale ontwikkelende brand, gebaseerd op de referentie vermogensdichtheid en de tijdconstante voor branduitbreiding. Deze brandstofkenmerken hangen af van de inrichting en het gebruik van de brandruimte. Bij een lokale brand worden de verbrandingsproducten (rook en warmte) via een rookpluim afgevoerd naar een hete zone bovenin de brandruimte. Daarmee ontstaat een twee-zonemodel. Voor elke zone gelden weer de behoudswetten voor energie, massa en deeltjes. Natuurlijk gelden de behoudswetten ook voor de gehele ruimte. De hete zone cumuleert bij een ontwikkelende brandmassa en temperatuur tot aan één van de flash-overvoorwaarden wordt voldaan. Op dat moment breidt de brand zich uit tot de totale ruimte en gaat het twee-zonemodel over in een één-zonemodel.

In de pre-flash-overfase is het brandvermogen in het algemeen kwadratisch, in de post-flash-overfase is deze min of meer stationair. De post-flash-overfase gaat over in de dooffase wanneer zeventig procent van de aanwezige brandstof is verbrand. Het fysisch brandmodel omvat het gehele brandscenario; vanaf ontstaan van de brand tot aan het uitdoven ervan. Daardoor kan het als basis dienen voor de thermische belasting op personen gedurende de vluchtfase en repressieve fase (zoals het TNO-vultijdenmodel), maar ook voor de thermische belasting op constructies die met name in de post-flash-oversituatie tot stand komt.

RANDVOORWAARDEN TOEPASSING FYSISCH BRANDMODEL

Voor toepassing van het fysisch brandmodel zijn twee soorten randvoorwaarden noodzakelijk:

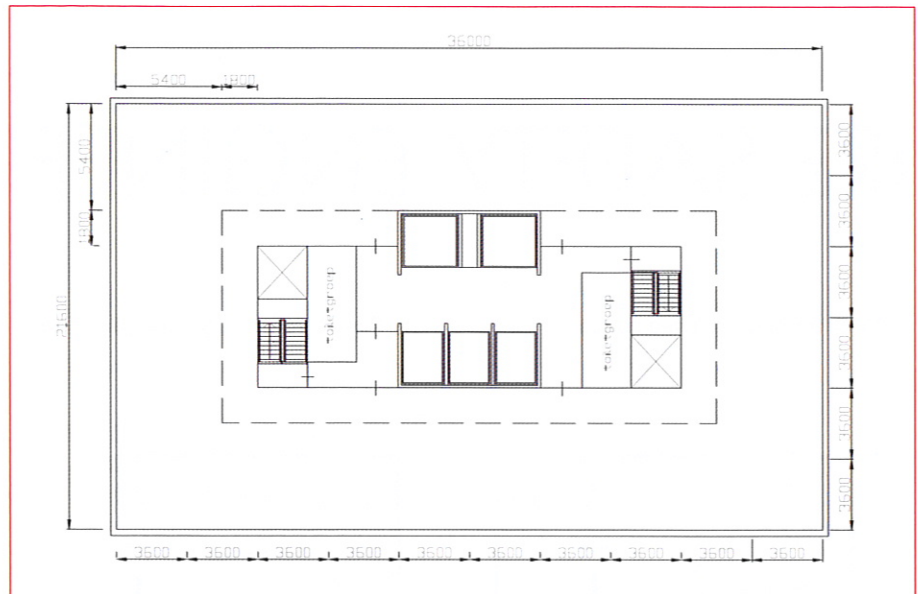
- bouwkundige randvoorwaarden van de brandruimte (doorgaans is dit een brandcompartiment); en
- brandstofafhankelijke randvoorwaarden van de brandhaard.

Bouwkundige randvoorwaarden betreffen met name de materiaaleigenschappen van de scheidingsconstructies, zoals de dikte van materiaallagen met bijbehorende soortelijke massa, soortelijke warmte en warmtegeleidingscoëfficiënt, en openingen hierin, zoals bezwijkcriteria van openingen, stralings- en stromingsparameters. Deze randvoorwaarden zijn noodzakelijk om het warmtetransport door stroming, straling, geleiding en buffering te kunnen vaststellen. Door deze warmtetransportmechanismen wordt de temperatuurontwikkeling in de brandruimte (hete zone, koude zone, gemengde zone) bepaald.

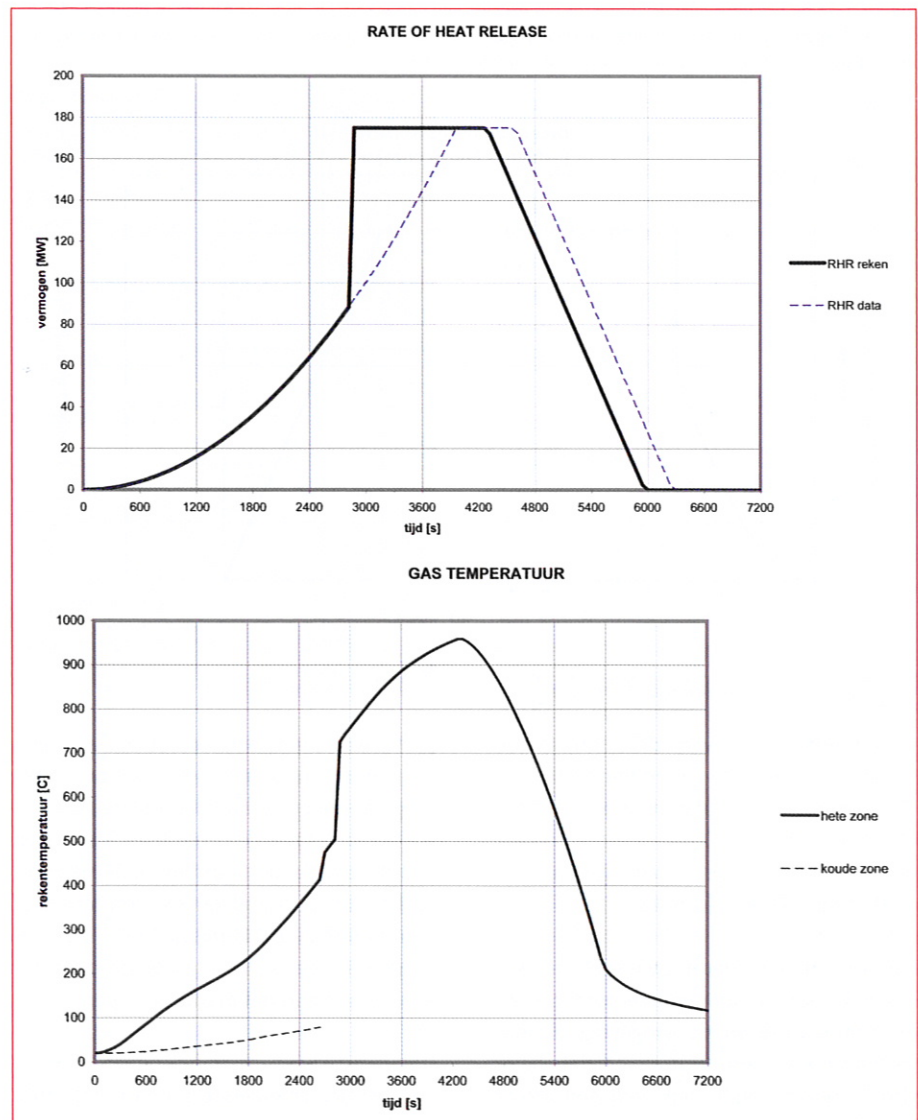
Brandstofafhankelijke randvoorwaarden kunnen worden gevonden in NEN 6055 zelf. Hierin zijn verschillende brandstoffen opgenomen, variërend van cellulosebrandstof (toepasbaar voor de meeste gebouwbranden) en koolwaterstofbrandstoffen (waaronder auto's) tot enkele specifieke brandstoffen (zoals PVC). Cellulosebrandstof is de meest voorkomende brandstof voor gebouwbranden. De daaruit volgende referentie brandvermogen, de tijdconstante voor branduitbreiding en de vuurbelasting, uitgesplitst naar de gebruiksfuncties volgens het Bouwbesluit, kunnen worden gevonden in de nationale bijlage bij Eurocode 1 (NEN-EN 1991-1-2/NB).

RISICOBENADERING THERMISCHE BELASTING HOOFDDRAAGCONSTRUCTIES

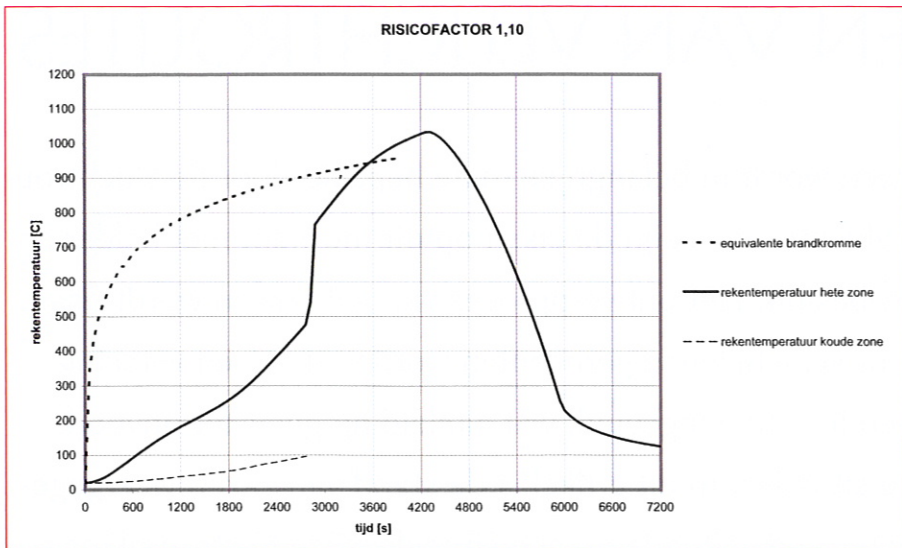
Wanneer het fysisch brandmodel met de bouwkundige en brandstofafhankelijke



Figuur 3. Lay-out van een verdieping in een kantoorgebouw van vijftien verdiepingen. De vluchtroutes, liften en opvangcapaciteit zijn in de kern opgenomen. De kern is geen onderdeel van het brandcompartiment. Voor de gevels is uitgegaan van een vliesgevelconstructie zonder brandwerendheid. De permanente vuurbelasting is aangehouden op 300 MJ/m^2 . De overige randvoorwaarden zijn afkomstig uit NEN-EN 1991-1-2/NB.



Figuur 4. Het fysisch brandvermogensscenario en de bijbehorende gastemperatuur voor het brandcompartiment van figuur 3. Voor het rekenscenario van het brandvermogen moet het fysisch brandvermogensscenario in dit geval volgens NEN-EN 1991-1-2/NB met een risicofactor 1,10 vermenigvuldigd worden. Daarin is uitgegaan van een niet-automatische brandmeldinstallatie met doormelding naar de alarmcentrale van de brandweer.



Figuur 5. De berekende gastemperatuur in het brandcompartiment ten gevolge van het rekenscenario voor het brandvermogen. Vertaald naar de standaard brandkromme leidt dit tot een benodigde brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de hoofd draagconstructie van 66 minuten.

randvoorwaarden wordt toegepast, ligt daarmee het brandvermogensscenario en de temperatuur in de brandruimte (hete zone, koude zone, gemengde zone) vast. Dit is een natuurlijk brandconcept, dat wil zeggen dat het brandscenario bepaald wordt door brandstof en brandruimte (brandcompartiment), zonder ingrijpen van buitenaf.

Vaak wordt er ingegrepen in dit brandscenario, als gevolg van organisatorische en installatietechnische maatregelen. In Nederland mag gerekend worden op de inzet van overheidsbrandweer. De effectiviteit van deze inzet wordt bepaald door het installatietechnische beveiligingsniveau, zoals de wijze van detectie, wijze van melding en eventuele aanwezigheid van brandbestrijdingsinstallaties, zoals een sprinklerinstallatie. Deze organisatorische en installatietechnische brandbeveiligingsvoorzieningen kunnen in principe in het fysisch model worden gemodelleerd. Het tijdsbestek voor effectuering van de voorzieningen is daarbij aan een grote spreiding onderhevig. Feitelijk leidt dit tot allemaal verschillende scenario's, waarin met de verschillende rendementen van voorzieningen rekening wordt gehouden (van optimaal tot falen).

Om te vermijden dat van talloze verschillende scenario's de thermische belasting en ook de thermische en mechanische respons van de draagconstructie moet worden bepaald, elk met een eigen waarschijnlijkheid, wordt een risicofactor op het brandvermogen van het natuurlijk brandconcept toegepast. De risicofactor wordt bepaald met behulp van de nationale bijlage bij Eurocode 1. Hierdoor ontstaat een aangepast brandvermogensscenario waarmee een karakteristieke waarde

voor de thermische belasting op draagconstructies kan worden bepaald. Door deze te vergelijken met de karakteristieke waarde voor de thermische en daaruit volgende mechanische respons van de constructie wordt bepaald of de constructie voldoende brandwerend is met betrekking tot bezwijken (R) bij het gehanteerde brandscenario. De karakteristieke waarden volgen uit de betrouwbaarheid die noodzakelijk is om de kans op het maatgevende effect (het bezwijken van de hoofd draagconstructie) voldoende klein te houden. Hieraan liggen statistische gegevens ten grondslag. Deze benadering, die vastligt in Eurocode 0 (NEN-EN 1990+NB) kan als semi-probabilistisch worden beschouwd. Daarin bedraagt de toelaatbare bezwijkkans voor gebouwen in gevolgklasse 2 (CC 2) $1,3 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Het voordeel van deze aanpak is dat met één brandvermogensscenario de karakteristieke thermische belasting op de draagconstructie kan worden bepaald. Desgewenst kan deze thermische belasting worden vertaald in een equivalente brandduur volgens de standaard brandkromme. Het voorbeeld van figuur 3 is op die wijze uitgewerkt in figuren 4 en 5. Op de websites www.brandveiligmetstaal.nl en www.nieman.nl kan een stappenplan met hulpmiddelen voor deze werkwijze worden gedownload.

In plaats van de vaste generieke grenswaarden volgens het Bouwbesluit kan nu een projectspecifieke grenswaarde worden gehanteerd voor de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de hoofd draagconstructie. Deze projectspecifieke grenswaarde voldoet aan het veiligheidsniveau van het Bouwbesluit, maar houdt

rekening met aanvullende projectspecifieke randvoorwaarden ten aanzien van de brandhaard, het gebouw en de brandveiligheidsvoorzieningen ervan (organisatorisch en installatietechnisch). Kortom: een maatwerkoplossing!

BRONNEN

- NEN-EN 1990+NB: Eurocode – grondslag van het constructief ontwerp(en), inclusief nationale bijlage, 2002 – 2007, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- NEN-EN 1991-1-2+NB: Eurocode 1: belastingen op constructies – deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand, 2002 – 2007, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- Ontwerp-NEN 6055: Fysisch brandmodel op basis van een natuurlijk brandconcept, 2009, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- Van Herpen, R.A.P.: Brandveiligheid beschouwd vanuit risicobenadering, Bouwregels in de praktijk, 01-02-2009.

IR. R.A.P. VAN HERPEN IS
TECHNISCH DIRECTEUR VAN
ADVIESBURO NIEMAN BV
TE ZWOLLE. INTERNET:
WWW.NIEMAN.NL.