

TU-Eindhoven geeft 'update' in CEM-technieken : cursus computational and experimental mechanics

Citation for published version (APA):

Vree, de, J. H. P. (1988). TU-Eindhoven geeft 'update' in CEM-technieken : cursus computational and experimental mechanics. *I-twee werktuigbouwkunde*, 4(6/7), 7-8.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1988

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

TU-Eindhoven geeft "update" in CEM-technieken

Van niet alle ontwerp-ideeën is gemakkelijk te zeggen of ze uitvoerbaar zijn. Een redelijke voorspelling van het gedrag van een constructie is gewenst, maar hiervoor moeten vaak complexe rekensommen worden opgelost. Een voorbeeld is een zeer licht geconstrueerde robot, die zeer snel is en een grote positioneringsnauwkeurigheid bereikt door toepassing van geavanceerde meet- en regeltechniek (figuur 1). Een ander voorbeeld is de meetnauwkeurigheid tot op onderdelen van microns, die in de chipsfabricage gehaald kan worden door toepassing van zeer stijve lucht- en vloeistoflagers. Deze lagers worden met geavanceerde softwarepakketten doorgerekend.

Deze voorbeelden illustreren dat de grens van wat nog te ontwerpen en te maken valt, vaak ligt bij de mogelijkheid om met behulp van rekenwerk betrouwbare voorspellingen te doen. Veel ingenieurs, zelfs zij die al jaren op hun vakgebied werkzaam zijn, lopen tegen een kennistekort aan op het gebied van geavanceerde rekenhulpmiddelen en experimenteertechnieken. Het gaat daarbij dan om bijvoorbeeld commerciële softwarepakketten. Potentiële gebruikers beschikken meestal niet over een overzicht van de gebruiksmogelijkheden van die pakketten. De ontwikkelingen gaan snel, en er is in de praktijk weinig gelegenheid om inzicht in de achtergronden van de nieuwe hulpmiddelen te verwerven. Toch is het van belang om te beoordelen welke investeringen zinvol zijn, en welke kennis moet worden bijgespijkerd om efficiënt en effectief met het rekentool te kunnen werken.

Aan de Technische Universiteit Eindhoven is een 1-dag-per-week-opleiding ontwikkeld op het nieuwe vakgebied van de Computational and Experimental Mechanics (CEM). De cursus is bedoeld voor ingenieurs, die nieuwe constructies of systemen beoordelen en testen, en daarbij gebruik (gaan) maken van

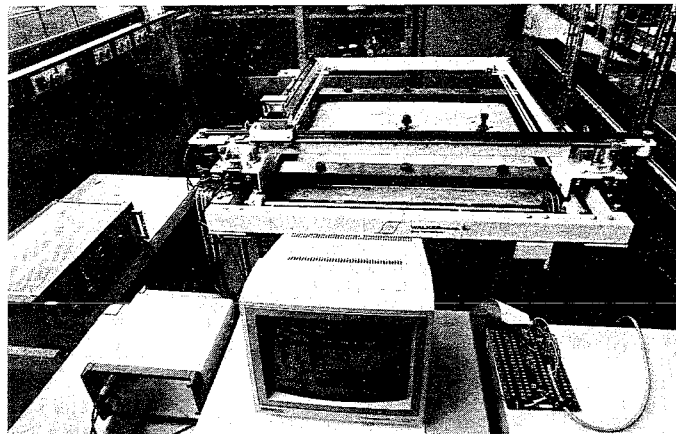


Fig. 1. Een licht geconstrueerde en daardoor slappe XY-tafel met toch hoge positioneringsnauwkeurigheid door toepassing van geavanceerde regeltechniek. Hier wordt onder meer gebruik gemaakt van directe positionering van de end-effector door middel van een optisch meetsysteem

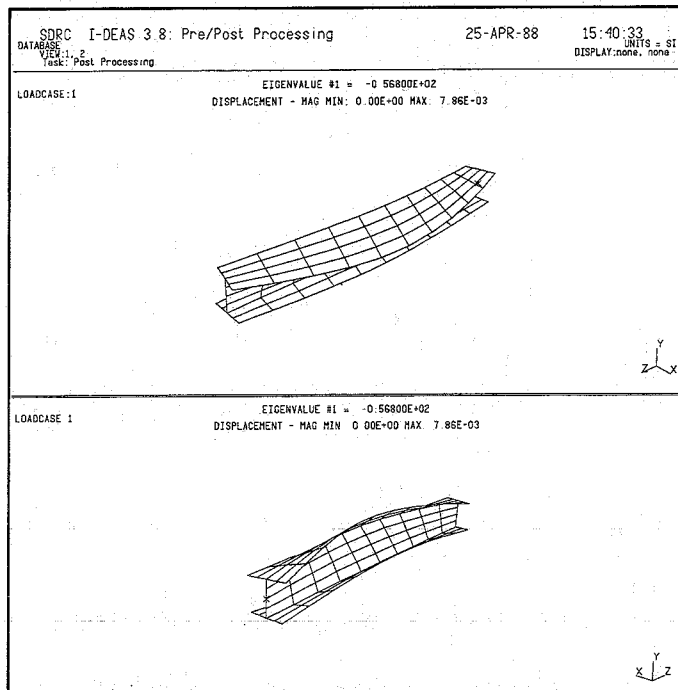
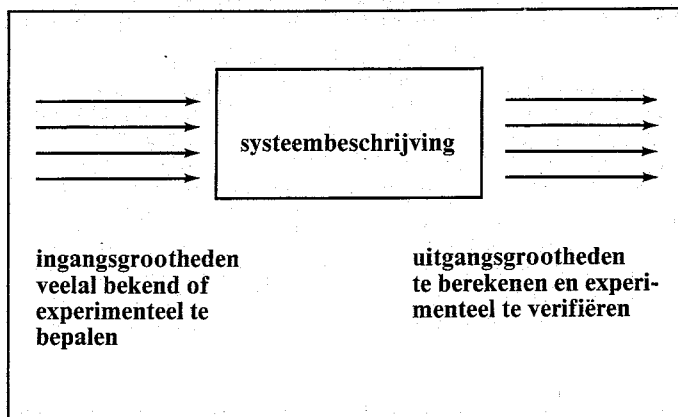


Fig. 2. Numerieke simulatie van het stabiliteitsgedrag van aluminiumprofielen met behulp van een "Spline Finite Strip" programma



modellen en geavanceerde computertoepassingen. De TUE biedt de mogelijkheid om in een kort tijdsbestek de technische expertise aan te vullen met kennis van de achtergronden van moderne reken- en experimenteertechnieken. De opleiding is geschikt voor ingenieurs met uiteenlopende achtergronden. Zowel voor werktuigbouwkundige ingenieurs, regeltechnici, fysici, civiel technologen als voor bouwkundig ingenieurs, scheepsbouwers, vliegtuigbouwers en industriële vormgevers die met CEM worden geconfronteerd, is de opleiding een belangrijke handreiking.

Initiatiefnemers van deze nieuwe opleiding zijn prof.dr.ir. J.D. Janssen, prof.dr.ir. D.H. van Campen en prof.dr.ir. J.J. Kok. Deze hoogleraren van de vakgroep Fundamentele Werktuigkunde van de TUE houden zich bezig met onderzoek en onderwijs in de fundamentele werktuigkundige vakken als statica, plasticiteitsmechanica, dynamica, stromingsmechanica en regeltechniek. Deze vakgroep heeft nauwe contacten met andere disciplines als informatica, statistiek, polymeerchemie en elektro-techniek. Die contacten zijn van groot belang om de snelle ontwikkelingen op softwaregebied en experimenteertechnieken te kunnen bijhouden.

Computational and Experimental Mechanics heeft zich de laatste jaren stormachtig ontwikkeld uit traditionele mechanica-disciplines waarin altijd een zeer nauwe relatie met de wiskunde heeft bestaan. Aan de TUE zijn de internationale ontwikkelingen op het terrein van CEM nauwlettend gevolgd, en er worden bijdragen geleverd door middel van onderzoek op dit terrein. De vergaarde kennis wordt nu beschikbaar gesteld door het aanbieden van een opleiding "Computational and Experimental Mechanics". In deze opleiding participeren ook een aantal docenten van de andere twee techni-

sche universiteit in Delft en Twente. De opleiding is een aanvulling op vakopleiding van ingenieurs. De opleiding maakt deel uit van de tweede fase en is als zodanig een activiteit van het Instituut Vervolgopleidingen van de TUE.

Systeembenaderingen

In de cursus wordt de systeembenadering extra belicht. Een constructie wordt daarbij als een systeem beschouwd, waarbij de relatie tussen de ingangsgrootheden en de uitgangsgrootheden wordt beschreven door een stelsel wiskundige vergelijkingen.

Figuur 2 toont de numerieke simulatie van het stabiliteitsgedrag van aluminium profielen. Figuren 3 t/m 5 tonen een voorbeeld van de verificatie van numerieke stabiliteitsberekeningen en gecompliceerde aluminiumprofielen, die o.a. in de kassenbouw worden toegepast. Bij het modelleren van de werkelijkheid tot een mathematisch model is het meestal noodzakelijk vereenvoudigingen en verwaarlozingen toe te passen om een herkenbaar stelsel te formuleren waarvoor een oplossingsprocedure gevonden kan worden. Uiteraard is het hierbij van belang inzicht te hebben in de toelaatbaarheid en effecten van die vereenvoudigingen en verwaarlozingen.

Bekende voorbeelden van numerieke oplossingsprocedures zijn de eindige elementenmethode, de eindige differentiemethode en de zogenaamde boundary-element-methode, die afhankelijk van de aard van het probleem al dan niet iteratief worden toegepast. Deze methoden komen onder meer diepgaand aan de orde, waarbij niet-lineariteiten in materiaalgedrag, vervormingen en dynamisch gedrag extra aandacht krijgen. Een betrouwbare verificatie van voorspellingen uit rekenmodellen is een dwingende noodzaak. Daarom worden methoden besproken voor het opnemen en bewerken van in- en uitgangsgrootheden. In verband hiermee komen statisti-

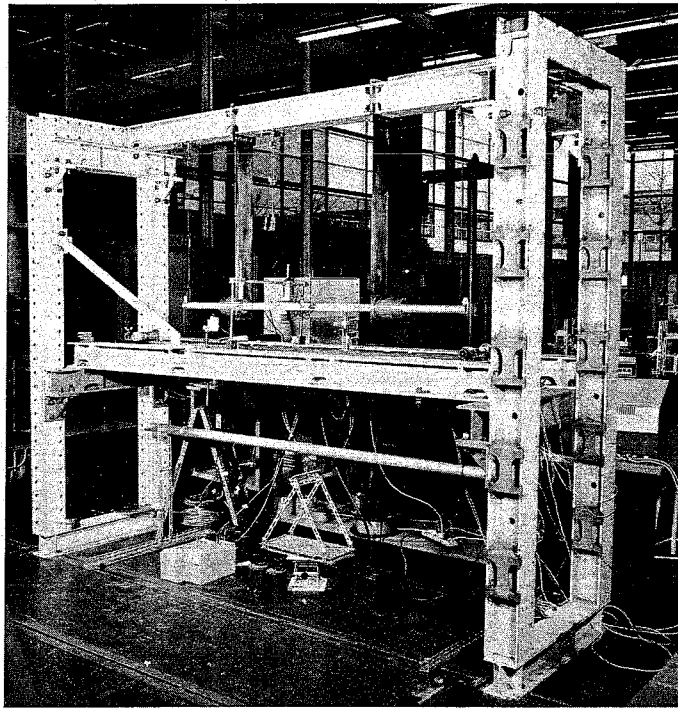


Fig. 3. Opstelling voor het experimenteel bepalen van het stabiliteitsgedrag van AL-profielen met complexe dwarsdoorsnede

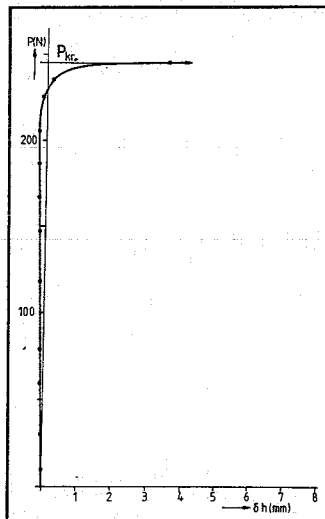


Fig. 4. Merkwaardig niet-lineair gedrag van een op buiging belast AL-profiel

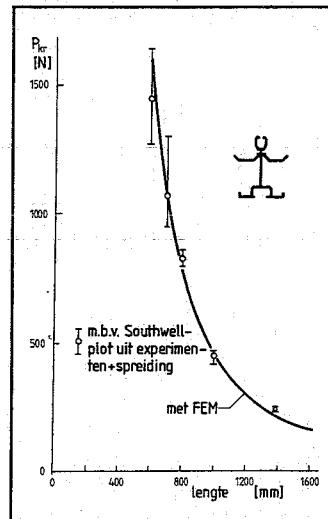


Fig. 5. Confrontatie van berekening en experiment voor het stabiliteitsgedrag van een geëxtrudeerd AL-profiel

De vakgebieden waarbij gebruik gemaakt kan worden van CEM lopen sterk uiteen. In de opleiding wordt daarom een groot aantal onderwerpen aan de orde gesteld. Deze onderwerpen zijn:

Continuumsmechanica, microreologie, stabiliteit van constructies, numerieke aspecten van de niet-lineaire vaste stof mechanica, numerieke oplossingsmethoden voor stromingsproblemen, toestandsbeschrijving van systemen, dynamica van mechanische systemen, experimentele modelvorming, numeriek optimaliseren van constructies, multibody-dynamica, meten van vloeistofstroming, statistische methoden, regeltechniek, data-aquisitie-transport en -verwerking, statische en dynamische karakteristieken van meetsystemen, meten van rekken, mengselmodellen, breukmechanica.

sche methoden uitvoerig aan de orde. In het vak vormoptimalisering worden parameters op een georganiseerde manier gevarieerd om een optimaal ontwerp te krijgen met betrekking tot tevoren vastgestelde ontwerpcriteria.

Aan de basis van de cursus ligt wiskundekennis op technisch-universitair niveau als basis voor het hele terrein van de Computational en Experimental Mechanics. Bij veel vakken wordt gebruik gemaakt van een identieke notatie. Deze notatie wordt tijdens de cursus aangeleerd.

De cursusdagen vallen steeds op maandag. Elke cursusdag bestaat uit vier blokken. De eerste drie zullen een college-opzet hebben, verzorgd door docenten van de TUE en deskundigen van beide andere technische universiteiten. Het laatste dagdeel wordt gevuld door demonstraties, praktische oefeningen, instructie en discussie. Bovendien is het mogelijk om in de avond de nieuwe concepten, theorieën en procedures nog beter te leren hanteren aan de hand van oefeningen op de aanwezige computersystemen (PC's Werkstations Mini en Minisuper) en met de aanwezige (deels commerciële) software. Dit alles met hulp van deskundigen.

De cursus begint eind augustus en de kosten bedragen f 18.000,-. Om een optimale kennisoverdracht te waarborgen is de groeps grootte beperkt. Over deelname wordt door de programmaleiding beslist nadat een gesprek met de kandidaat heeft plaatsgevonden.

Nadere inlichtingen verstrekt het Instituut Vervolgopleidingen T.U.E. (040-472011) of de coördinator van de cursus, ir. J.H.P. de Vree (040-472807).