

Spanningen in een acrylaatdeksel

Citation for published version (APA):

Braak, L. H., & Dukul, M. E. (1994). *Spanningen in een acrylaatdeksel*. (DCT rapporten; Vol. 1994.109). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1994

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.

Spanningen in een
acrilaatdeksel

Dr.ir. L.H. Braak
Mak.Müh. M.E. Dukul

Rapport WFW 94.109

in opdracht van:

Howden Food Equipment
P.O. Box 2261
5202 CG 's Hertogenbosch

augustus 1994

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Modelvorming
3. Berekeningen
4. Resultaten
5. Conclusies

1. INLEIDING

Howden Food Equipment bouwt o.a. een verpakkingsmachine voor de voedselindustrie: de Henkovac 2900. Deze machine is voorzien van een acrylaatdeksel waarmee met enige regelmaat problemen in de praktijk zijn. Aan het deksel is een siliconenhouder bevestigd, waarvoor bevestigingsgaten in het deksel zijn aangebracht. De belasting wordt gevormd door de onderdruk die in de productruimte ontstaat tijdens de procesgang. Scheurvorming vindt meestal plaats in de hoek van het deksel. Het is niet duidelijk of de scheurvorming start in de bevestigingsgaten voor de siliconenhouder.

Via het Transferbureau van de Technische Universiteit Eindhoven heeft Howden Food Eqm contact gezocht met de Vakgroep Fundamentele Werktuigkunde (WFW) voor het uitvoeren van een spanninganalyse van het deksel op basis van eindige elementenberekeningen, uitgevoerd met het pakket I-DEAS van SDRC, Ohio.

In dit verslag wordt ingegaan op de modelvorming en worden de resultaten van de berekening gepresenteerd.

2. MODELFORMING

Voor de geometrie van het deksel is uitgegaan van een aangeleverde tekening. Gezien de tweezijdige symmetrie van het product kan volstaan worden met het modelleren van slechts een kwart van het deksel, mits de juiste randvoorwaarden op de symmetrievlakken worden ingevoerd.

Aangezien werd vermeld dat scheurvorming meestal in de hoek van het deksel plaatsvindt, is een vrij gedetailleerde mesh-verdeling in de hoek aangebracht.

Over de dikte van de plaat zijn steeds drie elementen genomen, zodat het effect van plaatbuiging redelijk goed voorspeld kan worden.

De ondersteuning van het deksel gebeurt door middel van een siliconenslang die in een groef ligt. Volgens opgave van de fabricant blijft het deksel onder belasting ca. 0.7 mm vrij van de onderliggende plaat. De groef waarin de slang ligt, wordt niet in de modelvorming betrokken; ter plekke wordt wel de verticale verplaatsing onderdrukt. Mocht blijken dat er hoge spanningen in de buurt van de ondersteuning ontstaan dan kan in een vervolgstudie een meer gedetailleerde modelvorming plaatsvinden.

Ook de uitsparing voor de bevestiging van de siliconenhouder (met een diepte van 1,5 mm en een diameter van 26mm) is niet in dit model verwerkt.

Aan de bevestigingsmiddelen van het deksel met de rest van de machine is geen aandacht besteed, omdat de scharnieren nauwelijks spanningen introduceren.

In fig. 1 is een 3D- representatie van het model van het deksel weergegeven.

De belasting

De belasting op het deksel wordt gevormd door een druk van 1 bar op de buitenzijde van het deksel aan te brengen. Uiteraard staat deze druk steeds loodrecht op het buitenoppervlak.

Op de siliconenhouder komt een kracht van 30 N per strekkende centimeter. Deze sluitkracht zorgt voor een druk van 1,38 N/mm² op de facetrand rond het bevestigingsgat.

De materiaalgegevens

Volgens opgave van de fabricant van de deksels (Walla GmbH) kunnen de volgende waarden worden aangehouden:

Elasticiteitsmodulus:	3300 N/mm ²
Dwarscontractiecoëff.	0.3
Treksterkte:	74 N/mm ²

Gegevens over de vermoeiingssterkte van het materiaal zijn niet beschikbaar.

De elementkeuze

De schematisering van de constructie tot een eindig-elementen-netwerk gebeurt met behulp van 8-knoops "brick"-elementen, die een bi-lineair verplaatsingsveld definiëren.

3. BEREKENINGEN

De berekeningen aan het model van het acrylaatdeksel worden uitgevoerd met het eindige-elementenprogramma I-DEAS van SDRC, Ohio. Het programma is geschikt voor het doen van berekeningen aan lineaire constructies; dat wil zeggen dat de verplaatsingen en vervormingen klein moeten. Plastische vervorming kan niet worden meegenomen in de beschouwing. Het effect van een eventueel aanwezige bewerkingsspanning in het materiaal is ook niet bekend. De berekening levert uitsluitend de extra spanning als gevolg van de voorgeschreven belasting.

Het lineair zijn van de berekening betekent onder meer dat de relatie tussen belasting en verplaatsing resp. belasting en spanningen beide lineair zijn; verdubbeling van de belasting geeft ook een twee maal zo hoge verplaatsing en spanning.

De volgorde van werken is de volgende:

De constructie wordt opgebouwd uit een aantal, relatief eenvoudig te beschrijven, subgebieden. Vervolgens wordt een meshverdeling gemaakt zodanig dat een correcte aansluiting van de elementen tussen verschillende subgebieden gewaarborgd is.

Nadat een serie controles op de juistheid van de elementverdeling is uitgevoerd kunnen de belastingen en de kinematische randvoorwaarden worden ingevoerd.

Daarmee is het probleem voldoende goed beschreven zodat een berekening gestart kan worden.

Het programma berekent in eerste instantie de (onbekende) knooppuntsverplaatsingen, waarmee het verplaatsingspatroon van de constructie bekend is. Vervolgens worden uit die verplaatsingen de rekken en spanningen per element berekend en de steunpunts of reactiekrachten.

In de "post processing"-fase kunnen de berekeningsresultaten op verschillende manieren in beeld worden gebracht.

4. RESULTATEN

4.1 Verplaatsingen

In fig. 2 is het globale verplaatsingspatroon van het model weergegeven. In fig. 3 is de verplaatsing in een symmetrievlak gegeven.

De grootste verplaatsing: 1,85 mm, treedt op in het midden van het deksel, zoals te verwachten viel. Een globale meting bij Howden leverde een waarde van ca. 2,5 mm als maximum verplaatsing op. In orde van grootte liggen beide waarden dicht genoeg bij elkaar.

Uit het globale verplaatsingsverloop blijkt dat de randvoorwaarden correct zijn ingevoerd.

De rand van het deksel zakt iets door: 0,55 mm; volgens Howden blijft het deksel ca. 0,7 mm vrij; hetgeen niet in tegenspraak is met de berekende waarde.

4.2 Spanningen

In fig. 4 is verloop van de vergelijkspanning volgens Von Mises weergegeven. Hoge waarden van deze spanningsgrootte treden op in het midden van het deksel, in het midden van de opgelegde randen en in de hoek van het deksel aan de binnenzijde.

Opmerkelijk is dat het bevestigingsgat voor de siliconenhouder geen spanningsconcentratie veroorzaakt. De daar ingevoerde drukbelasting is relatief laag in vergelijking met de spanning als gevolg van het vacuumentrekken en de gradient van de spanning in de hoek van het deksel is blijkbaar zo groot dat het gat "ver" weg is.

De waarde van het maximum in de hoek van het deksel is slechts 8,37 N/mm². Deze waarde ligt ver onder de door de leverancier opgegeven waarde van de toelaatbare trekspanning. Zelfs als wordt aangenomen dat de toelaatbare waarde van de vermoeiingsspanning een factor lager ligt, dan nog blijkt uit deze berekening niet dat de spanningstoestand in de hoek aanleiding is tot scheurvorming.

In fig. 5 is de Von Misesspanning gegeven in een doorsnede midden door de hoek van het deksel. Daarin is te zien dat de maximale waarde van de vergelijkspanning optreedt in de overgang van de dekselrand naar de schuine opstaande rand in het gebied met de grootste afrondingsstraal. Eveneens blijkt uit deze figuur dat er rondom het gat voor de bevestiging van de siliconenhouder geen extra spanningen ontstaan.

5. CONCLUSIES

Op grond van de eindige-elementenberekeningen aan het acrylaat deksel van de Henkovac 2900 blijkt dat er welliswaar een spanningsconcentratie in de hoek van het deksel optreedt, maar de waarde van de maximale spanning zou geen aanleiding tot scheurvorming moeten zijn.

Het verdient aanbeveling om de dikte van het deksel op diverse plaatsen, en zeker in de hoek, na te meten. Gezien het fabricageproces van het deksel is het niet gegarandeerd dat overal een wanddikte van 30 mm gewaarborgd is. Een juiste waarde van de dikte is belangrijk, omdat de derde macht van de dikte in de stijfheidsrelaties voorkomt en de tweede macht van de dikte in de spanningsrelaties.

Het doorlopende gat voor de bevestiging van de siliconenhouder heeft nauwelijks invloed op de spanningsverdeling in de hoek van het deksel. Wijzigingen van deze bevestiging lijken niet nodig.

Het verschil in berekende en gemeten doorzakking in het midden van het deksel zou voor een deel te verklaren zijn door verschil in wanddikte tussen het rekenmodel en het echte deksel, hetgeen een extra reden is om de dikte van het deksel nauwkeurig te kennen.

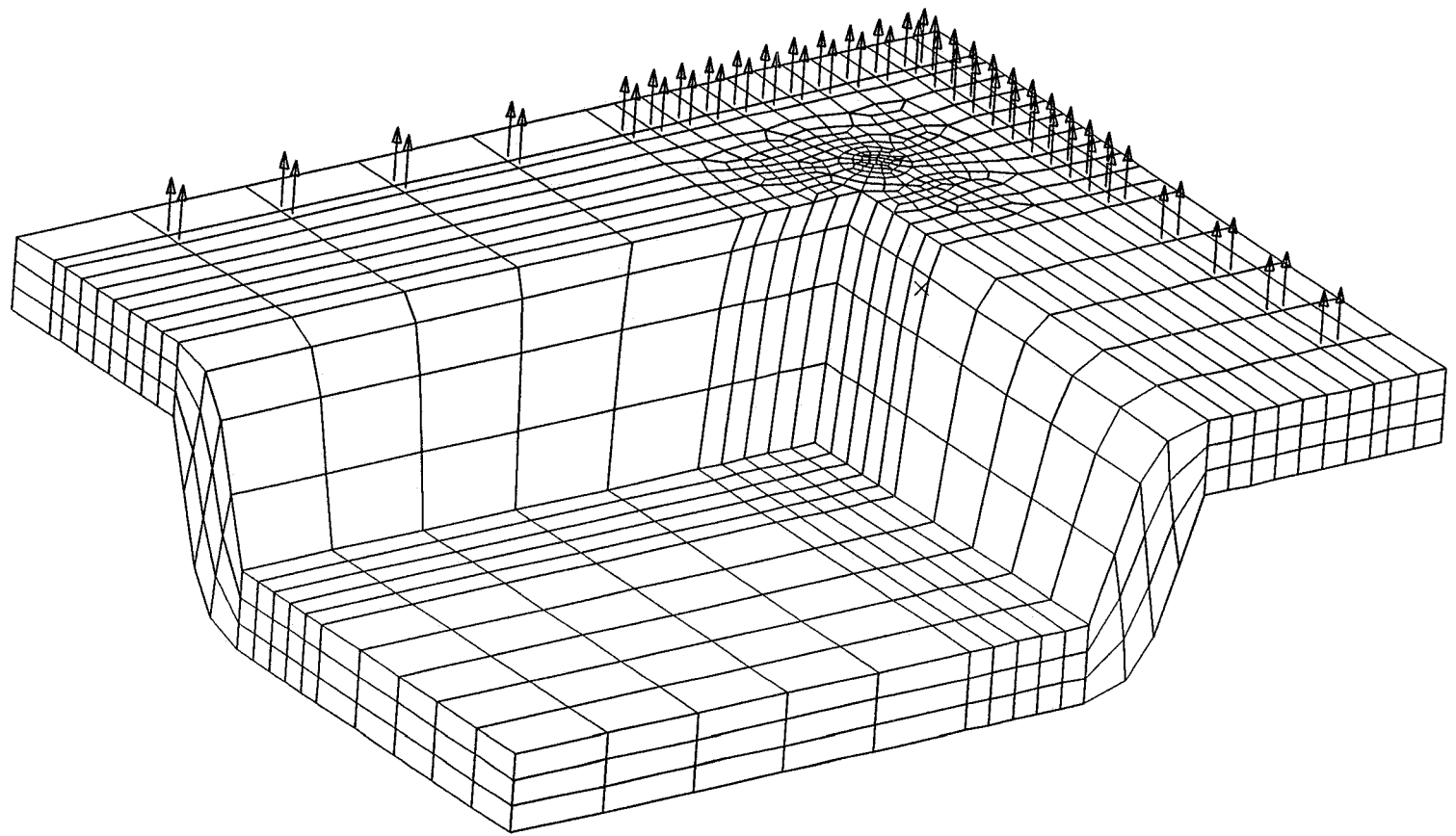


Fig. 1. Elementverdeling voor een kwart deksel

dekse1 H2900

LOAD SET: 1 - LOAD SET 1

DISPLACEMENT - NORMAL MIN: 0.095175 MAX: 1.85

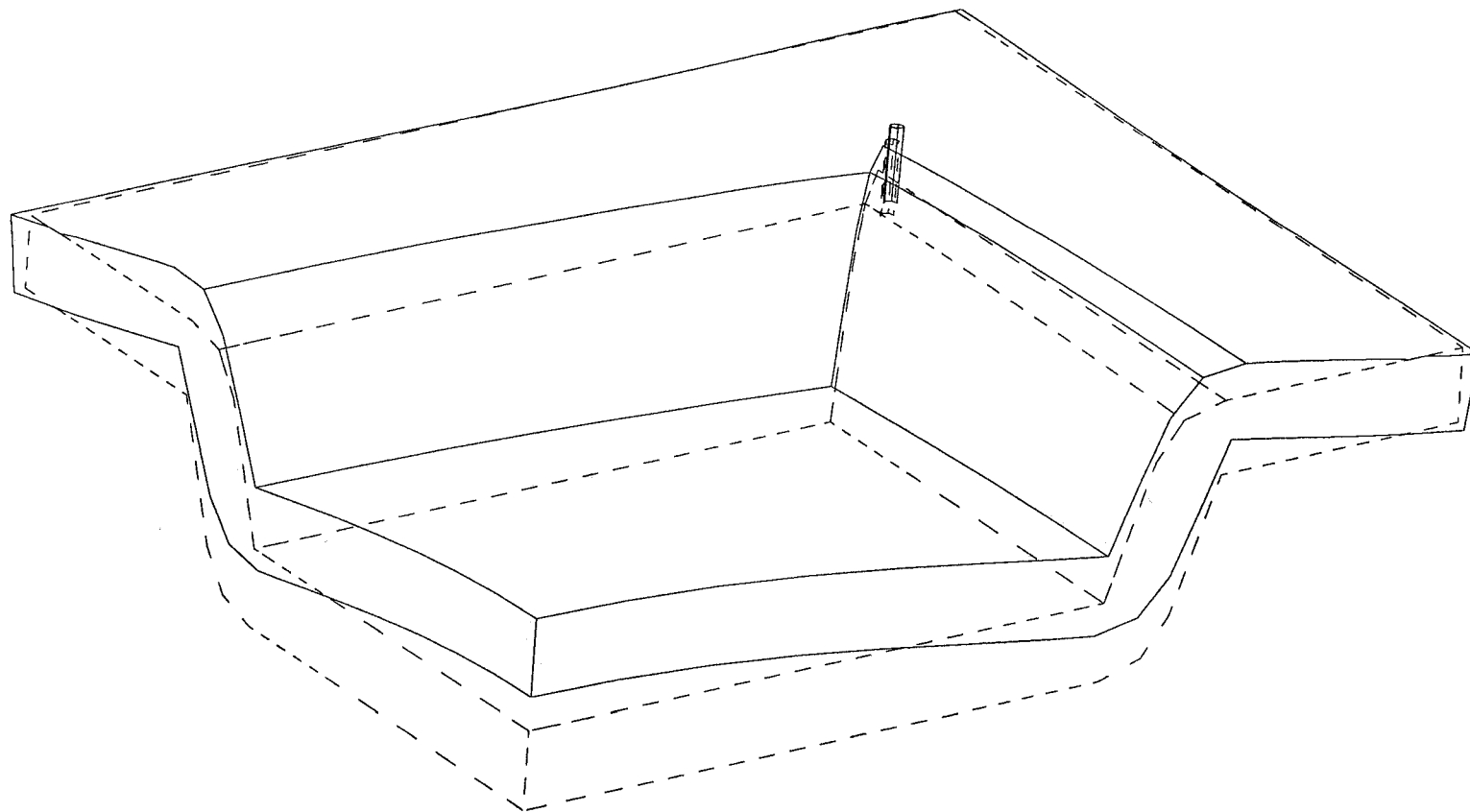


Fig. 2. Vervormd en onvervormd model

dekse1 H2900

LOAD SET: 1 - LOAD SET 1

DISPLACEMENT - NORMAL MIN: 0.275545 MAX: 1.85

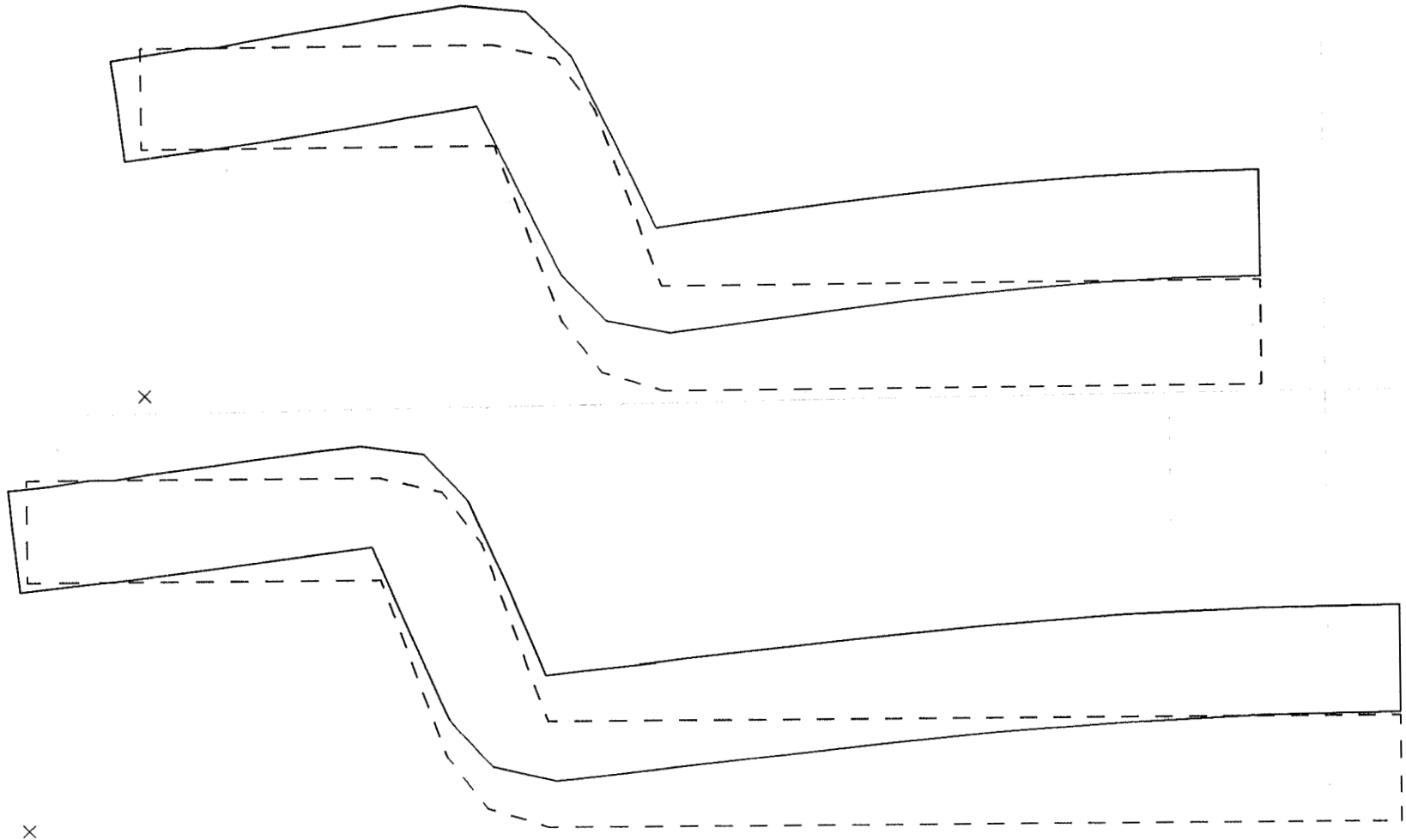


Fig. 3. Vervorming van de symmetriedoorsneden

Fig. 4. Contourplot van de Von Misesspanning

Fig. 5. Von Misesspanning in een doorsnede in de hoek