

Research group PROPOLIS
Processing Polymers & Lightweight Structures

Stijfheidsoptimalisatie bankdragers

Datum: 13/07/2016

Door: Geert Bekaert

E-mailonderzoeker: geert.bekaert@kuleuven.be

Coördinator dienstverlening: Pol Coudeville

E-mail: pol.coudeville@kuleuven.be

Telefoon: +32 50 40 59 34

Onze referentie: TMAC2015-29

Uw referentie:

Opdrachtgever: Atmocore bvba

Adres: Passendaalsestraat 36, 8890 Moorslede

Telefoon: +32 (0) 51 77 83 21 *Fax:*

Mobiel:

BTW-nummer: BE 0475 238 038

Contactpersoon: Wim Houthoofd

E-mail contactpersoon: wim@atmocore.be

Inhoud

1.	Inleiding.....	4
2.	Geometrie en materiaaleigenschappen.	4
	2.1. <i>Mesh.</i>	5
	2.2. <i>Randvoorwaarden en belasting.</i>	6
3.	Resultaten.....	7
	3.1. <i>Reactiekrachten.</i>	7
	3.2. <i>Verplaatsingen.</i>	8
	3.3. <i>Spanningen.....</i>	8
4.	Geoptimaliseerd design.	9
	4.1. <i>Design-wijzigingen.</i>	9
	4.2. <i>Resultaten nieuw design.....</i>	10
	4.2.1. <i>Reactiekrachten.....</i>	10
	4.2.2. <i>Verplaatsingen in het geoptimaliseerd design.....</i>	11
	4.2.3. <i>Spanningen in het geoptimaliseerde ontwerp.</i>	11
5.	Experimentele verificatie.....	13
	5.1. <i>Meetopstelling.....</i>	13
	5.2. <i>Meetresultaten.</i>	15
	5.3. <i>Toegelaten belasting.....</i>	19
6.	Besluiten.	19

1. Inleiding.

Atmocore heeft een nieuw concept van bankdragers bedacht. Deze bankdragers zitten verborgen in een holle bank (legplank) en de helling van de bankdrager ten opzichte van de muur kan bijgesteld worden met een regelschroef (fig. 1). De vraag wordt gesteld of de configuratie niet stijver kan gemaakt worden.

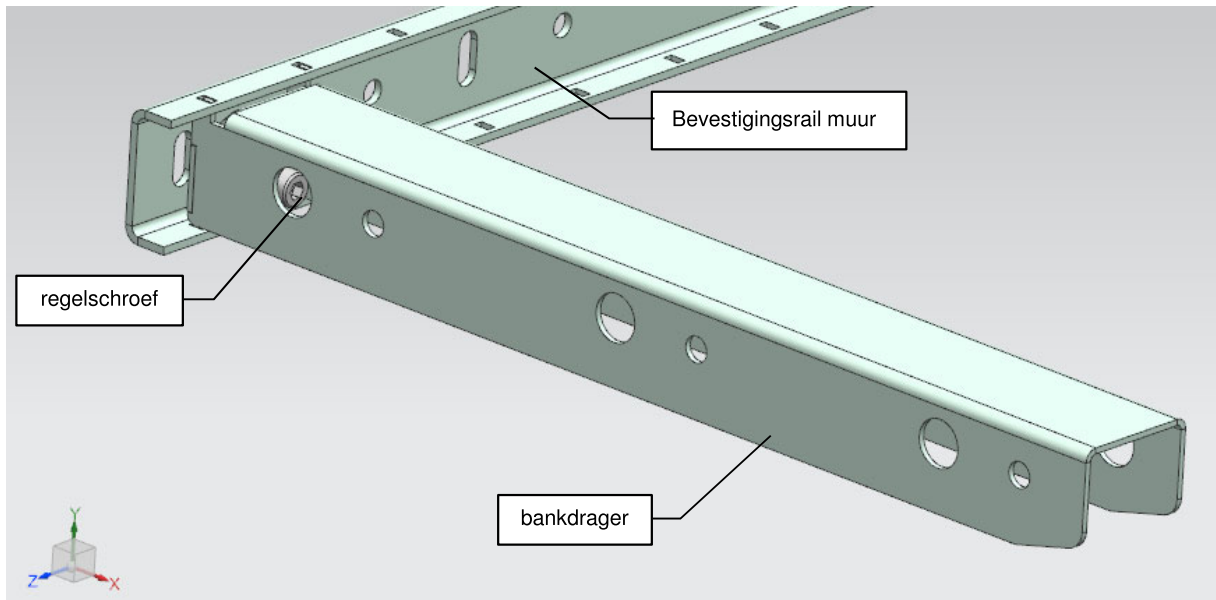


fig. 1: bankdrager.

2. Geometrie en materiaaleigenschappen.

150526 bankdragers shell_sim1
Solution set: non linear mass 10 kg
subcase: mass 10 kg

Het model werd aangeleverd door Atmocore in een step formaat. Het materiaal is S235 (E 206940 MPa, μ 0.288)

De berekeningen werden uitgevoerd in NX10.0. Omdat het over relatief grote verplaatsingen gaat werd de berekening uitgevoerd in SOL601, met als parameter "large displacement".

2.1. Mesh.

Het model werd vereenvoudigd door te rekenen met kwadratische shell-elementen (CQUAD8) waaraan een dikte wordt toegekend. Daartoe werd een middenvlak gecreëerd via de midsurface techniek. De mesh wordt weergegeven in fig. 2.

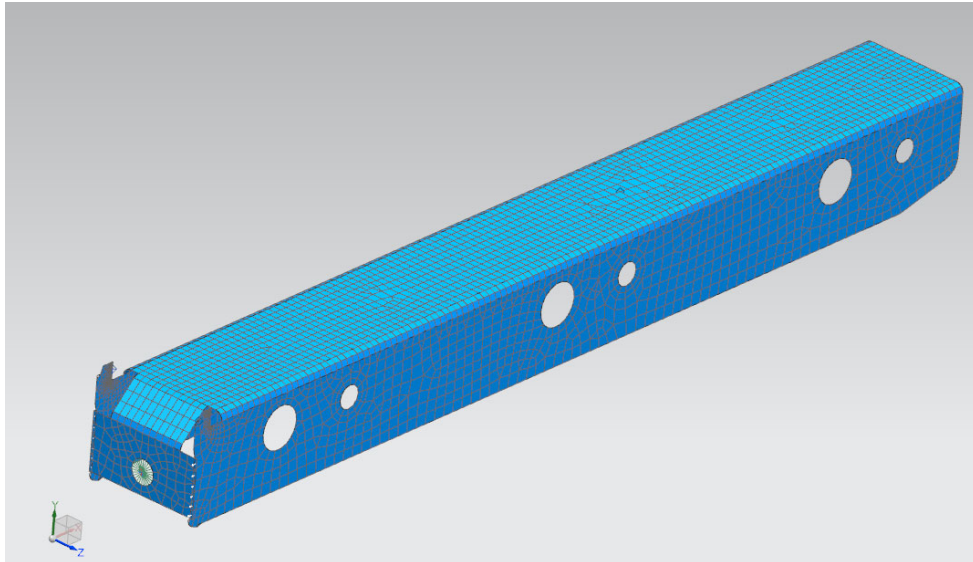


fig. 2: mesh bestaande uit CQUAD8 elementen.

De regelschroef wordt oneindig stijf verondersteld (belast op axiaalkrachten) en werd dus vervangen door een RBE2 spider vanuit het center van de regelschroef naar de boring in de achterplaat (fig. 3).

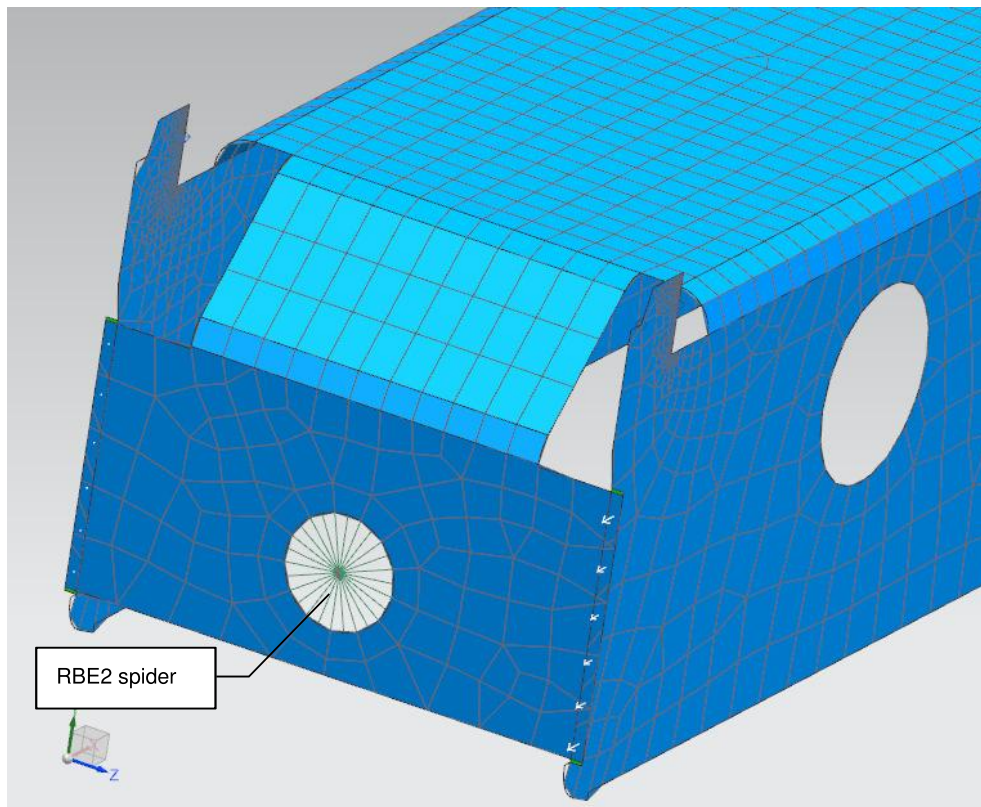


fig. 3: regelschroef vervangen door RBE2 spider

2.2. Randvoorwaarden en belasting.

De bankdrager wordt verondersteld te steunen op de twee inhakingspunten (punten A en B in fig. 4) en de regelschroef. Dit is het "worst case" scenario. De oplegging is immers stijver als de bankdrager steunt tegen de zijflanken (punten D1 en D2 in fig. 4). Dit laatste is het geval als de regelschroef niet ingedraaid is.

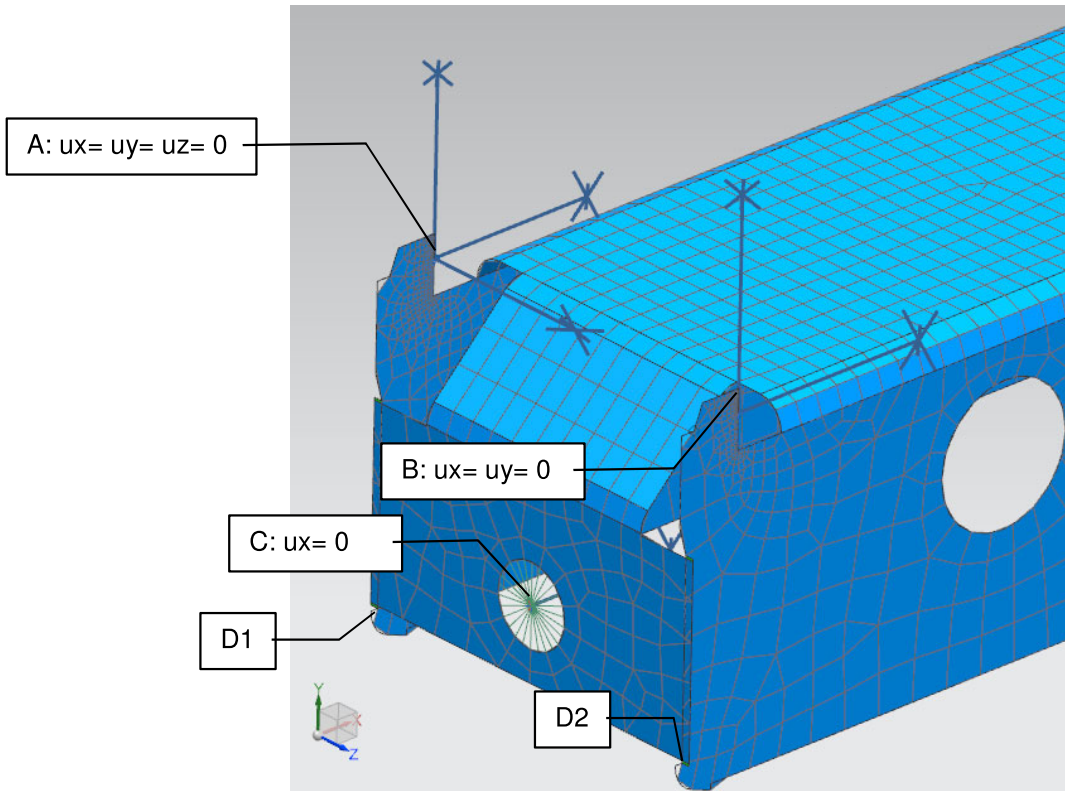


fig. 4: randvoorwaarden.

De verbinding van de achterplaat met de regelschroef is niet gelast. Er is louter een contact tussen die twee onderdelen. In de simulatie werd dat ook als dusdanig gemodelleerd (fig. 5).

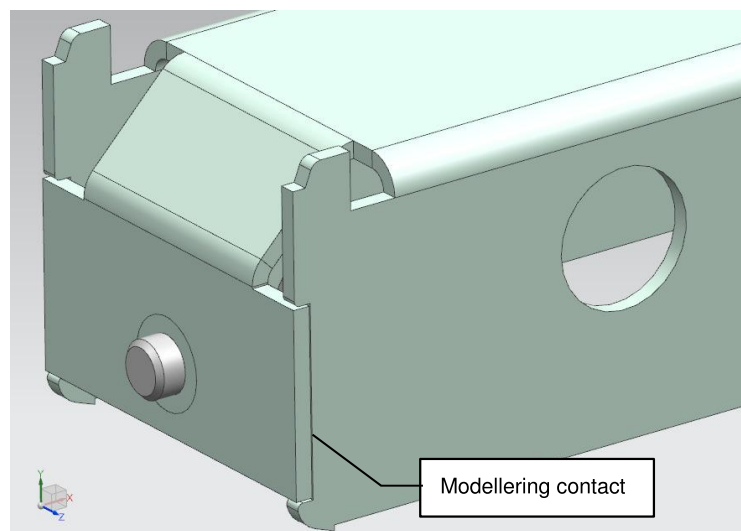


fig. 5: contact tussen achterplaat en zijplaat.

Als referentiebelasting wordt een massa van 10 kg gekozen, die ingrijpt op een afstand van 170 mm van de muur.

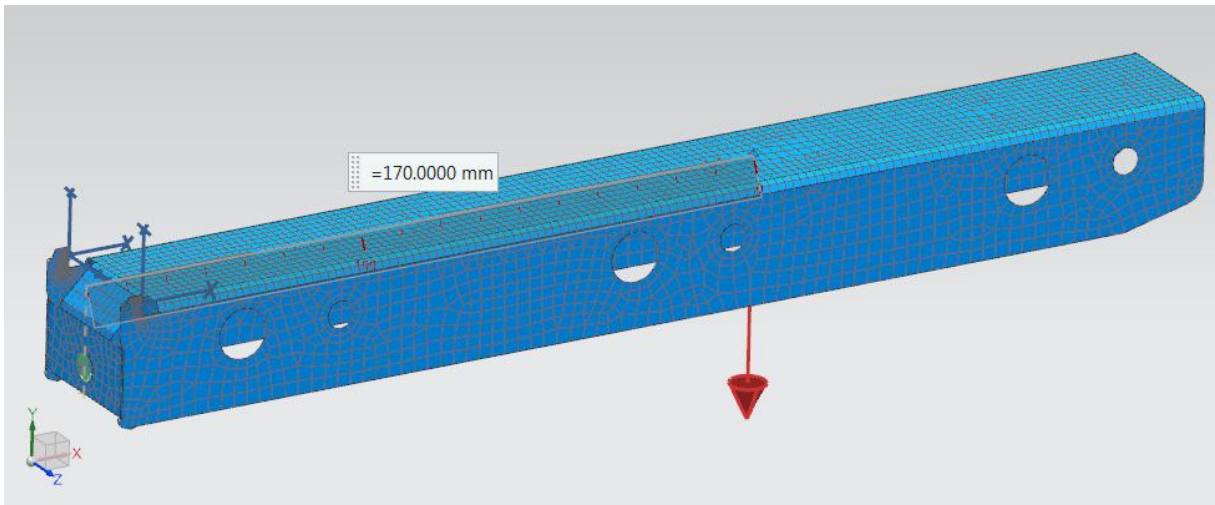
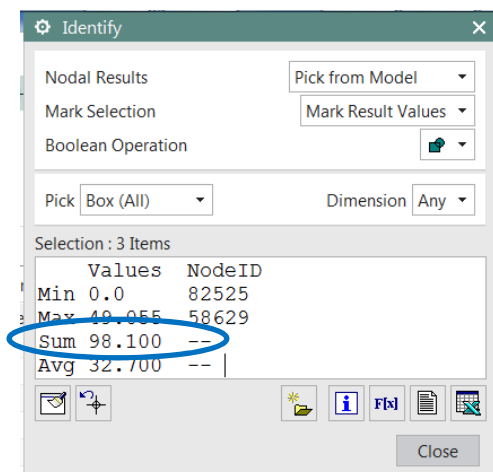


fig. 6: belasting 10 kg.

3. Resultaten.

3.1. Reactiekrachten.

Hier onder wordt de totale reactiekracht in y-richting weergegeven. Deze kracht komt overeen met de massa van 10 kg die werd opgelegd in "2.2. Randvoorwaarden en belasting.". Dit wijst op een correct rekenproces.



3.2. Verplaatsingen.

De verplaatsingen worden (10x vergroot) weergegeven in fig. 7. De verplaatsingen bedragen 2.2 mm onder de last en 3,6 mm op het uiteinde. De doorbuiging van de bankdrager wordt voornamelijk bepaald door de vervorming van de achterplaat. Het bovenzvlak blijft immers voornamelijk vlak terwijl de achterplaat een grote vervorming ondergaat.

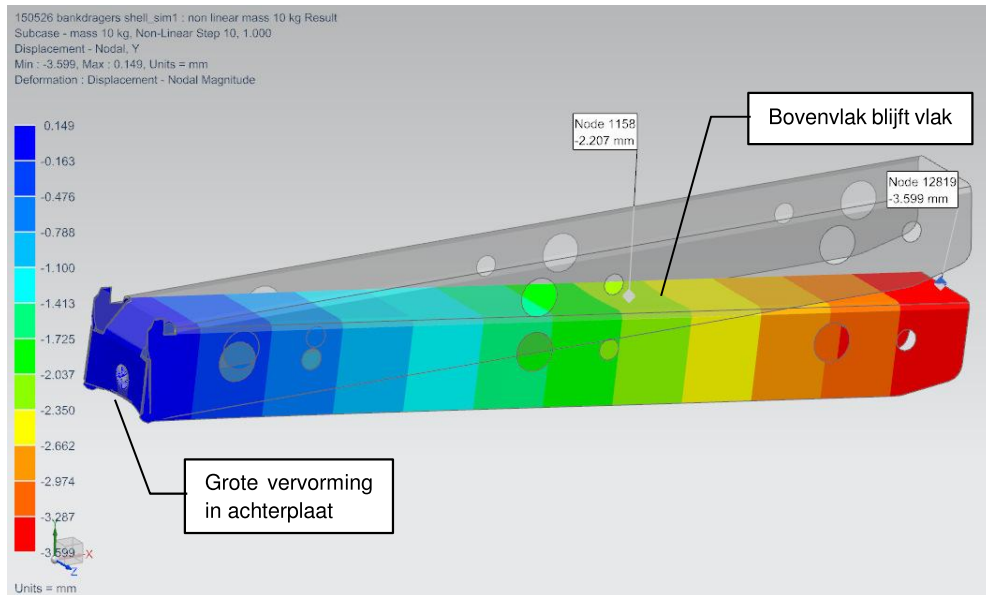


fig. 7: verplaatsingen originele model.

3.3. Spanningen

De Von Mises spanningen worden weergegeven in fig. 8. Spanningen boven de vloeigrens (235 MPa) worden grijs ingekleurd. Bijna de volledige achterplaat wordt grijs gekleurd. Dit duidt erop dat er daar een blijvende plastische vervorming zal optreden.

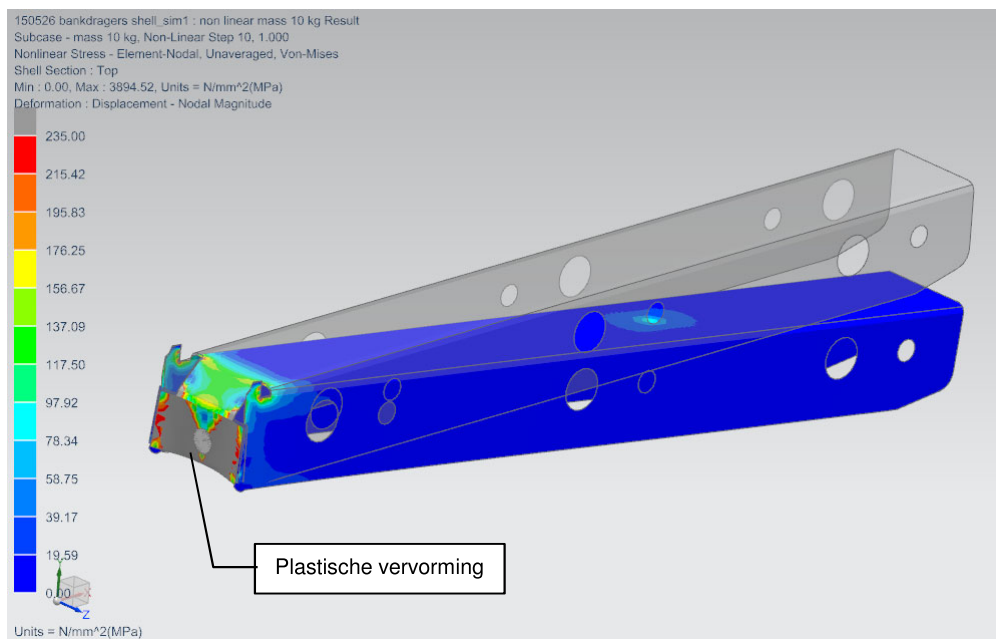


fig. 8: Von Mises spanningen origineel model.

4. Geoptimaliseerd design.

160715 bankdragers shell smaller_sim1
Solution set: non linear mass 10 kg
subcase: mass 10 kg

4.1. Design-wijzigingen.

Omwille van de grote spanningen in de achterplaat die aanleiding geven tot een geringe stijfheid worden enkele verbeteringen aan het ontwerp voorgesteld. De doorbuiging van de achterplaat wordt in grote mate bepaald door de breedte van de bankdrager aangegeven in fig. 9a. De doorbuiging is evenredig met de afstand B1 in de derde macht. Door deze afstand te verkleinen zoals in fig. 9b zal de doorbuiging van de achterplaat van de bankdrager kleiner worden. Nochtans zal het traagheidsmoment van de bankdrager kleiner worden waardoor de doorbuiging van de bankdrager zelf zal vergroten. Toch zal dit laatste slechts een klein effect zijn. Uit fig. 7 blijkt immers duidelijk dat de vervorming niet zozeer in de bankdrager zelf zit dan wel in de achterplaat.

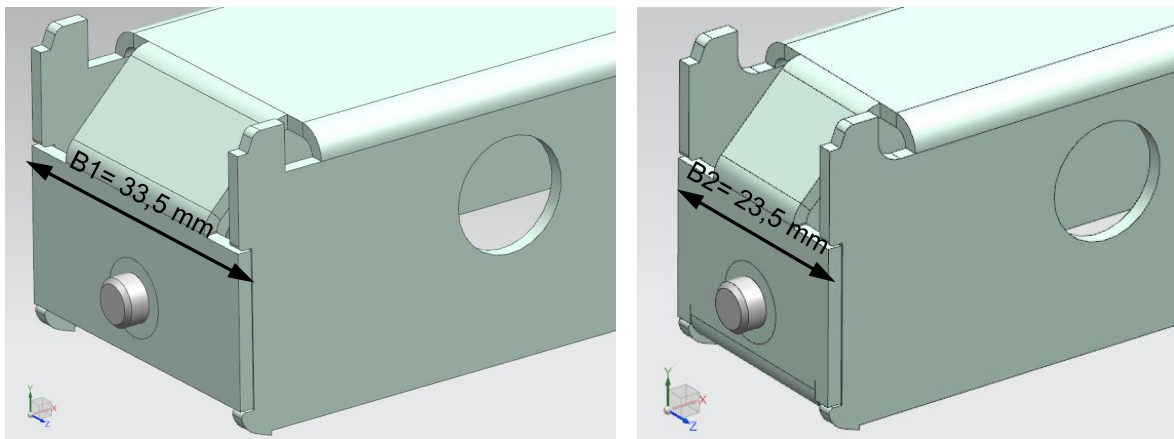


fig. 9: De breedte van de bankdrager wordt verminderd.

Een andere design-wijziging die wordt voorgesteld is het overplooiën van de onderste boord op de achterplaat (fig. 10 a en b). Hierdoor wordt de onderkant van de achterplaat heel wat stijver en zal dusdanig de vervorming van de achterplaat reduceren.

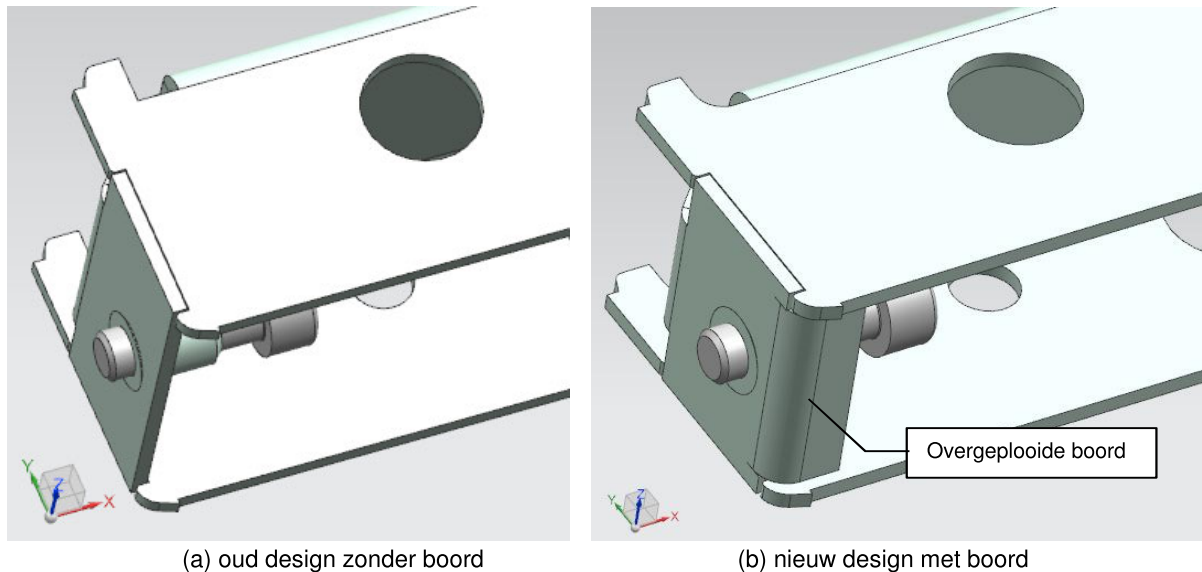
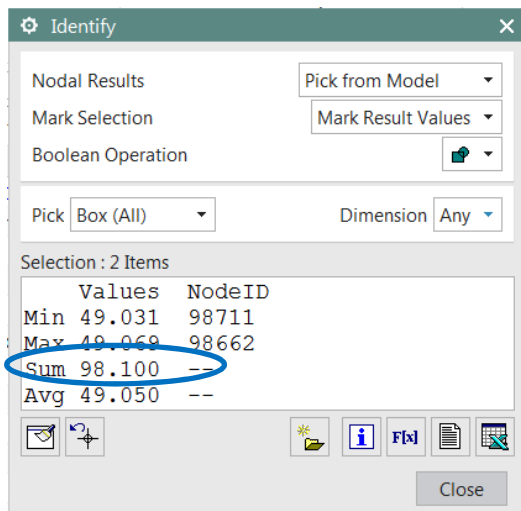


fig. 10: overplooiën van de onderste boord op de achterplaat.

4.2. Resultaten nieuw design.

4.2.1. Reactiekrachten.

Hier onder wordt de totale reactiekracht in y-richting weergegeven voor het geoptimaliseerde design. Deze kracht komt overeen met de massa van 10 kg die werd opgelegd in “2.2. Randvoorwaarden en belasting.”. Dit wijst op een correct rekenproces.



4.2.2. Verplaatsingen in het geoptimaliseerd design.

De verplaatsingen voor het geoptimaliseerd design worden (10x vergroot) weergegeven in fig. 11. De verplaatsingen zijn gereduceerd tot 0.46 mm onder de last (2.2 mm in het oude design) en 0.76 mm op het uiteinde (3,6 mm in het oude design). Het is duidelijk dat de achterplaat heel wat minder vervormt in het nieuwe design wat resulteert in een kleinere verplaatsing van de bankdrager.

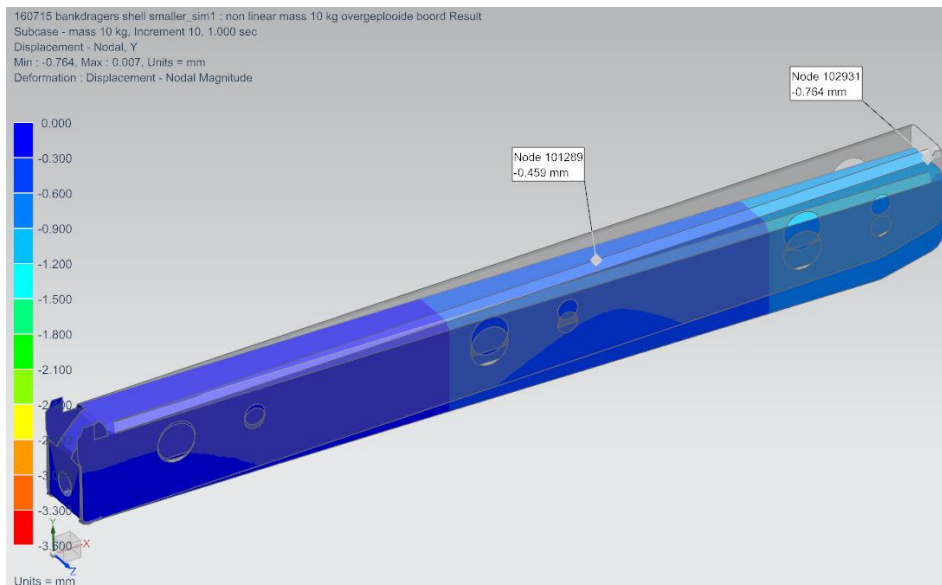


fig. 11: verplaatsingen geoptimaliseerd design

4.2.3. Spanningen in het geoptimaliseerde ontwerp.

De spanningen in het geoptimaliseerd ontwerp worden weergegeven in fig. 12. Spanningen groter dan de vloeigrens (235 MPa) worden grijs ingekleurd. Het is duidelijk dat de achterplaat heel wat minder plastisch wordt vervormd. De grotere stijfheid van de a

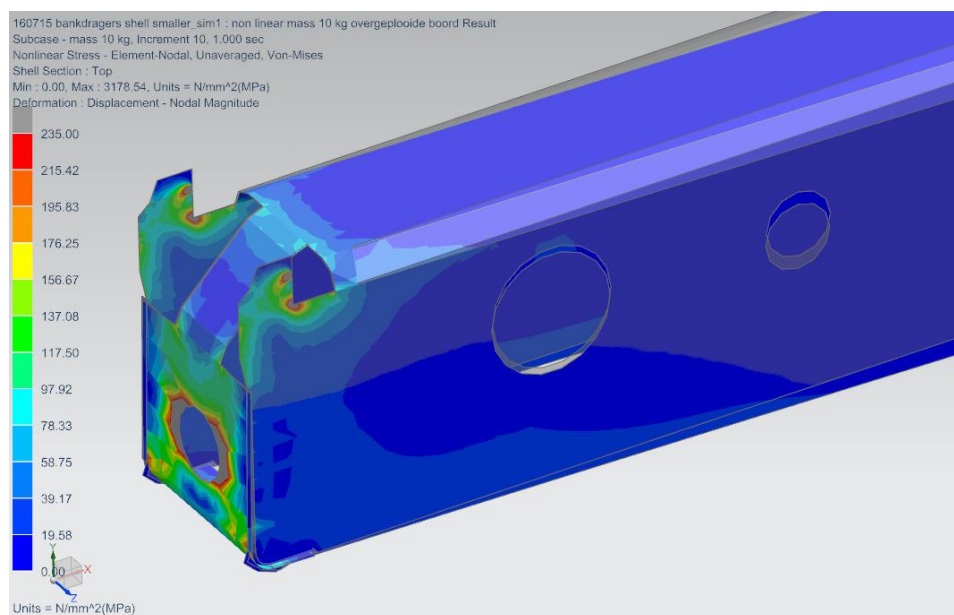


fig. 12: Spanningen in het geoptimaliseerd ontwerp.

5. Experimentele verificatie.

5.1. Meetopstelling.

De stijfheid van het geoptimaliseerde design werd geverifieerd door een drukproef met de Instron drukbank. Een gedeelte van de bevestigingsrail aan de muur werd vastgebout aan een statief. De bankdrager werd vervolgens vastgeklikt in de bevestigingsrail (fig. 13).

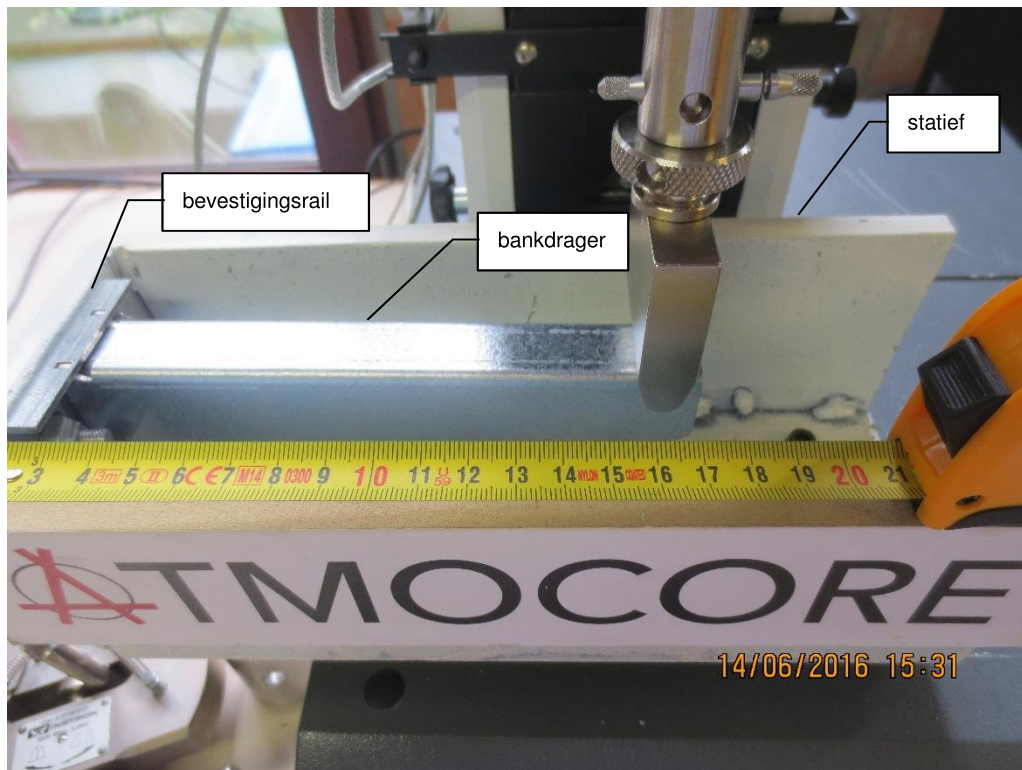


fig. 13: test set-up

De testen worden zowel op het oude ontwerp als op het nieuwe ontwerp uitgevoerd. Telkens wordt de regelschroef volledig ingedraaid, en vervolgens tot op 1 mm, 2 mm, 3 mm en 4 mm uitgedraaid. In fig. 14 wordt de afstand waarover de regelschroef is uitgedraaid weergegeven op het oude model van bankdrager. De foto maakt ook duidelijk dat de achterplaat in het oude ontwerp sterk plastisch vervormd wordt.

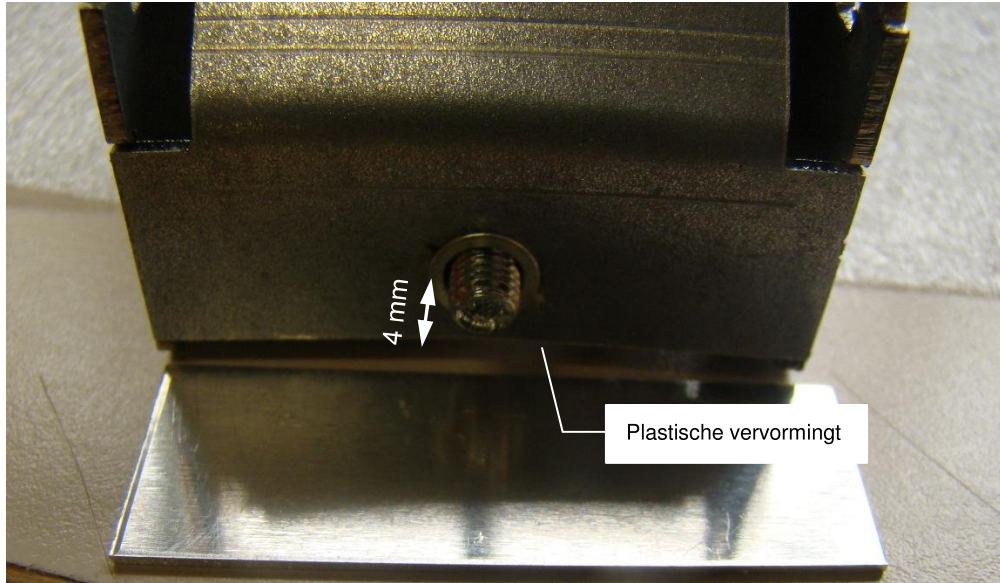


fig. 14: hoogte regelschroef ten opzichte van de achterplaat

5.2. Meetresultaten.

D:\Berekeningen\150428 Atmocore bankdragers TMAC2015-29\160607 meting bankdragers\160607 samenvatting raw data.xlsx

In fig. 15 tot en met fig. 19 wordt telkens de kracht in functie van de verplaatsing weergegeven. De groene meetdata slaan telkens op het oude ontwerp, de blauwe meetdata geven de resultaten weer voor het nieuwe ontwerp. Voor iedere variante (oud of nieuw model; regelschroef 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm of 4 mm uitgedraaid) werden vier bankdragers getest (a, b, c en d in de legende rechts van de grafiek).

Hoe steiler de helling van de grafiek “kracht vs verplaatsing” is, hoe stijver de bankdrager zich gedraagt. Het is dus duidelijk dat het nieuwe model heel wat stijver is dan het oude model. In het geval de regelschroef verder is uitgedraaid wordt de bankdrager minder stijf, en dit in grotere mate voor het oude model. Dit heeft te maken met het feit dat de achterplaat van de bankdrager meer belast wordt bij een verder uitgedraaide regelschroef. Een bijkomend fenomeen bij een verder uitgedraaide regelschroef is dat het een tijdje duurt vooraleer de bankdrager de belasting kan opnemen (fig. 16 en fig. 17). Dit wordt veroorzaakt doordat er eerst een zekere speling moet worden weggewerkt (zie video **D:\Berekeningen\150428 Atmocore bankdragers TMAC2015-29\160607 meting bankdragers\fotos\103c Terugvering.MOV**). Door de toleranties op het plooiproces kan de afstand tussen de achterplaat en de verticale ribbe variëren van bankdrager tot bankdrager (fig. 20). Dit maakt dat de grafieken per variante (a, b, c of d) niet allemaal perfect op elkaar liggen.



fig. 15: kracht vs verplaatsing bij regelschroef ingedraaid.

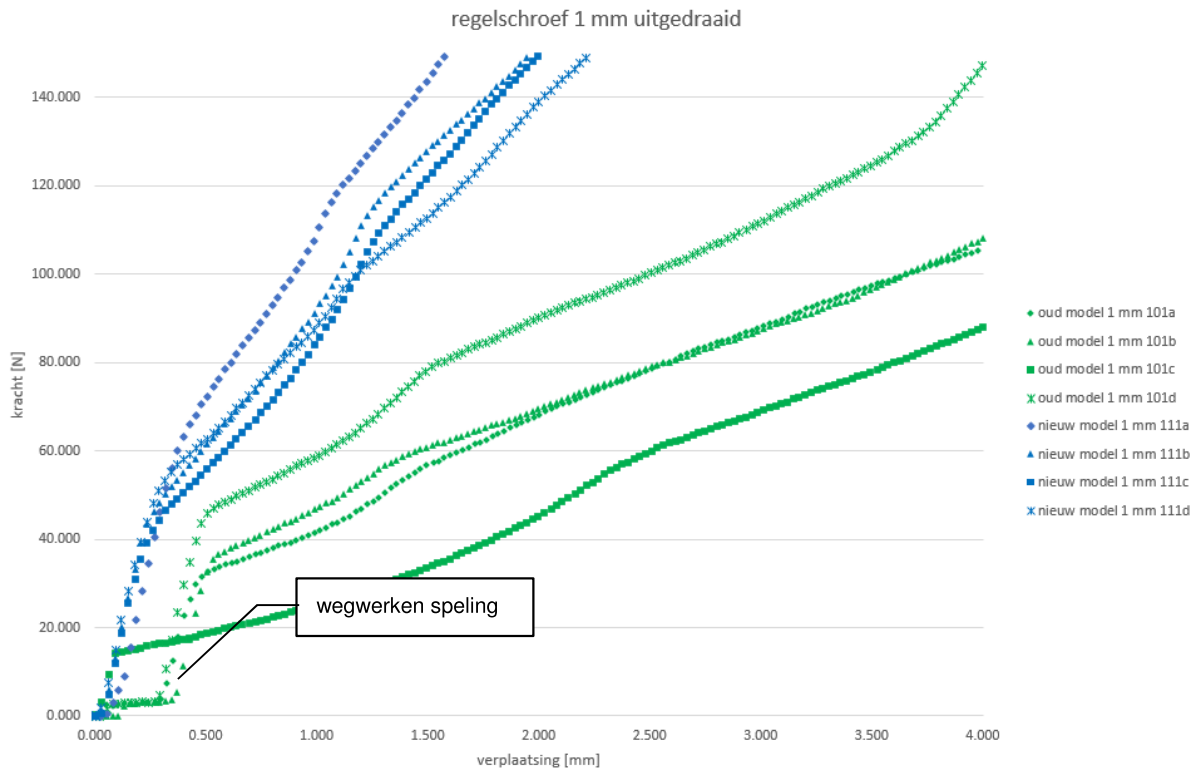


fig. 16: kracht vs verplaatsing bij regelschroef 1 mm uitgedraaid.

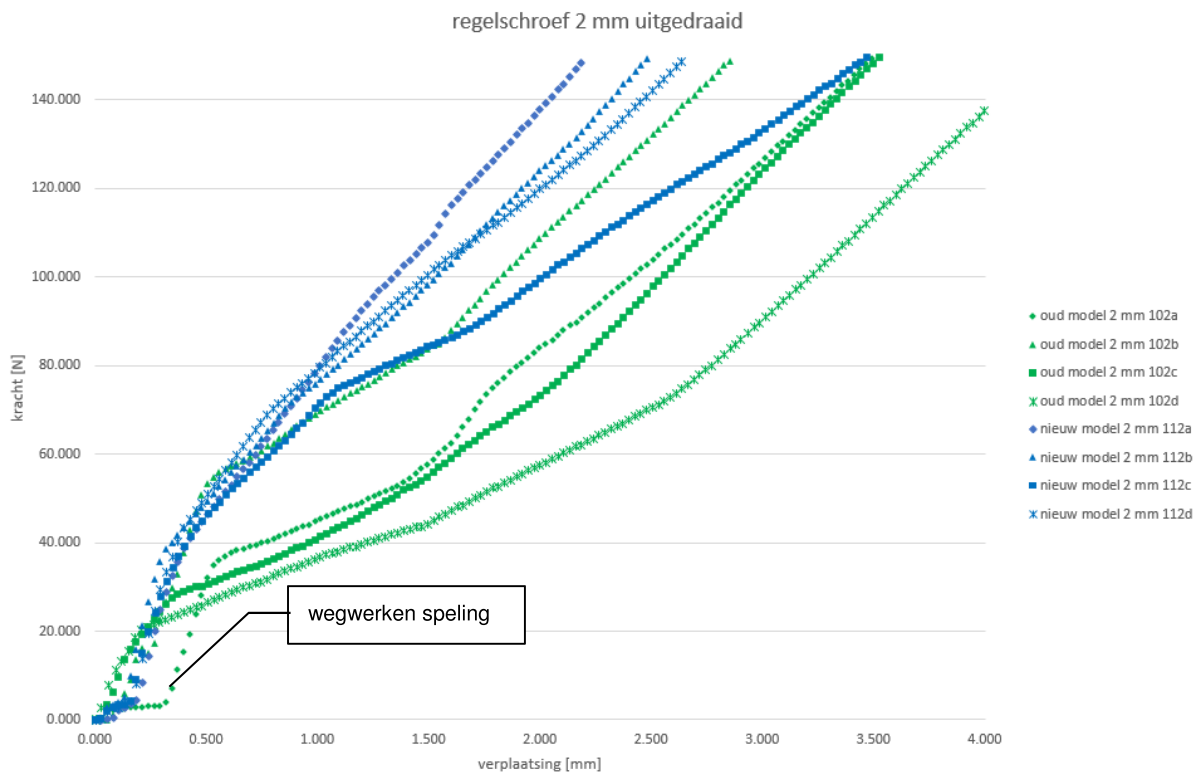


fig. 17: kracht vs verplaatsing bij regelschroef 2 mm uitgedraaid.

regelschroef 3 mm uitgedraaid

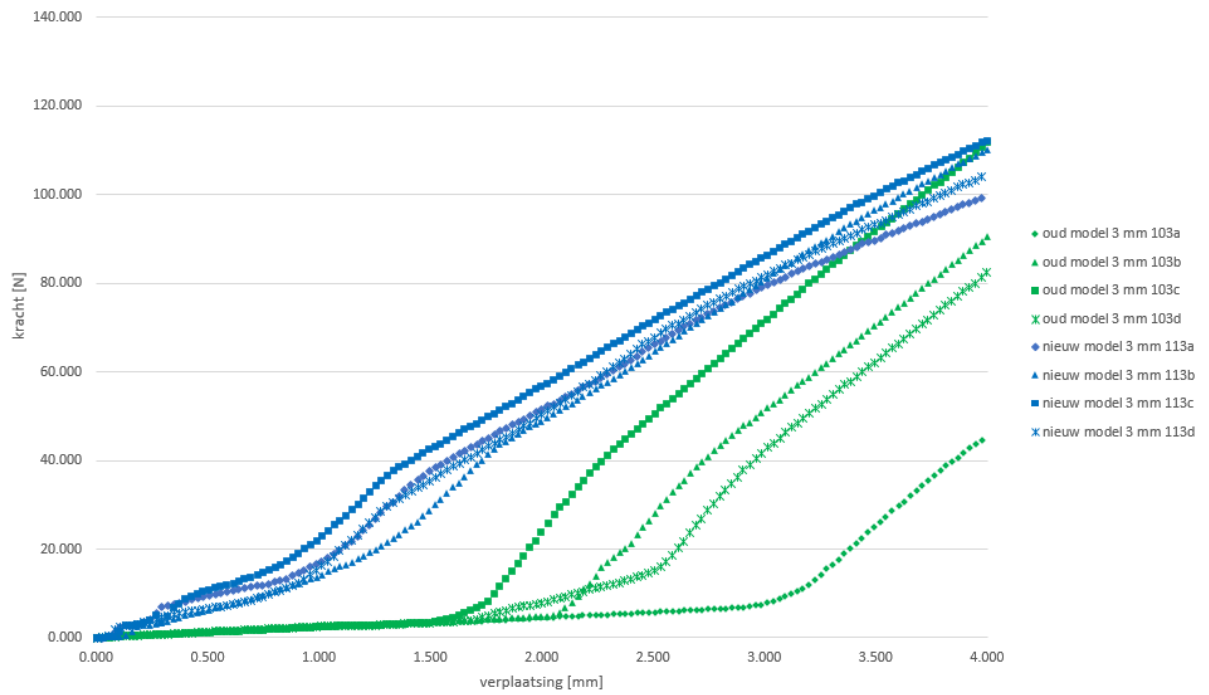


fig. 18: kracht vs verplaatsing bij regelschroef 3 mm uitgedraaid.

regelschroef 4 mm uitgedraaid

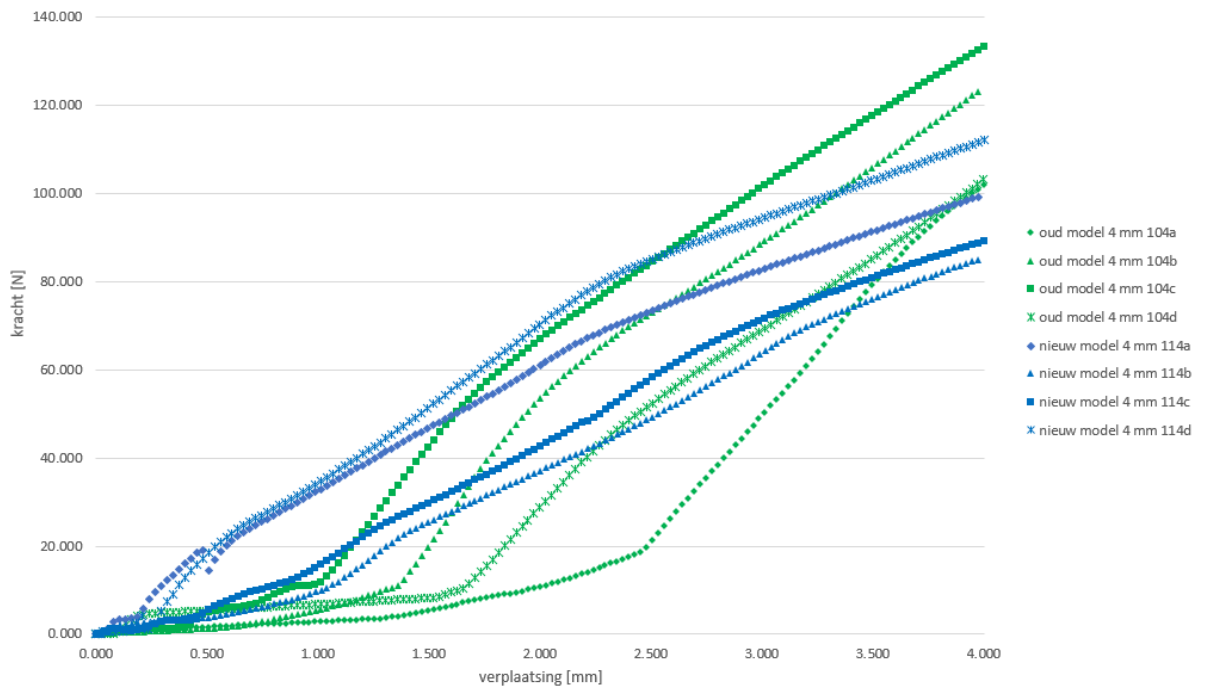


fig. 19: kracht vs verplaatsing bij regelschroef 4 mm uitgedraaid.



fig. 20: tolerantie op plooiproces.

5.3. Toegelaten belasting.

D:\Berekeningen\150428 Atmocore bankdragers TMAC2015-29\160614 meting bankdragers

0 mm.MOV

1 mm.MOV

1 mm_1.MOV

2 mm.MOV

2 mm_1.MOV

Uit de grafieken van fig. 15 tot en met fig. 19 is niet eenvoudig op te maken welke belasting de bankdrager kan dragen. Om die reden werd beslist om de bankdrager te belasten met een massa die telkens 1 kg groter wordt (zie fig. 21). Telkens wordt de belasting volledig weggenomen. Dit werd gedaan in het geval de regelschroef niet was uitgedraaid, en dan telkens twee keer voor het geval de regelschroef respectievelijk 1 mm en 2 mm was uitgedraaid. De test werd niet gedaan voor een regelschroef die 3 of 4 mm was uitgedraaid omdat deze situatie onrealistisch is. Op het ogenblik dat de bankdrager niet meer naar zijn oorspronkelijke positie terugkeert wordt besloten dat de bankdrager zijn maximale belasting heeft bereikt. Vanaf 70 N werd een kleine blijvende vervorming waargenomen die echter ook kan veroorzaakt zijn door het wegwerken van een speling in de oplegging. Vanaf 100 N werd een grote blijvende vervorming waargenomen.

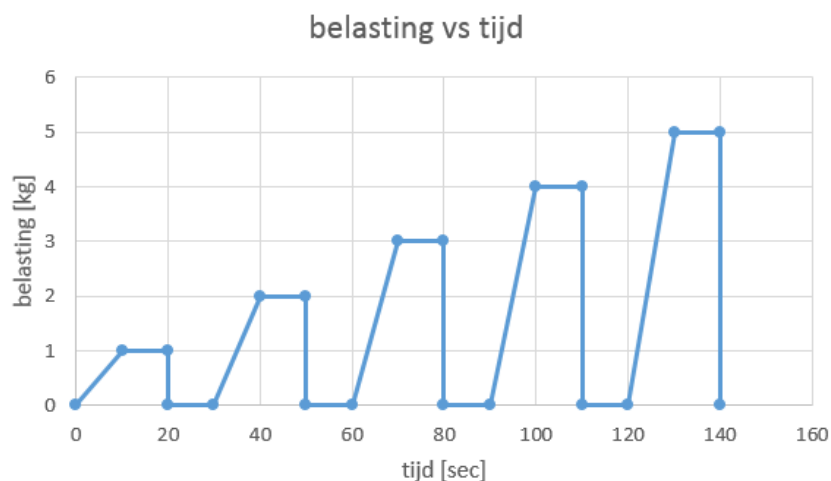


fig. 21: cyclische belasting.

6. Besluiten.

De bankdrager kan een belasting van 10 kg aan. Bij deze belasting zal geen breuk optreden maar begint er zich een blijvende plastische vervorming te manifesteren ter hoogte van de achterplaat.