

Sluisdeur Helmond – Oorspronkelijke reservedeuren

Bepaling levensduur

Project	:	Sluisdeur Helmond – Oorspronkelijke reservedeuren Bepaling levensduur
Projectnummer	:	20480
Opdrachtgever	:	SPIE Nederland B.V. Industrieweg 41A 3361HJ Sliedrecht
Hoofdconstructeur	:	Ingenieursbureau Boorsma b.v.
Projectleider	:	Ir. J. Wessels
Constructeur	:	Ing. P. Knoppert
Vestiging	:	Urk / Amersfoort
Datum	:	30-04-2021 versie 0.1 30-04-2021 versie 1.0 25-06-2021 versie 2.0

Bouwtechniek

Constructies

Bouwfysica

Waterbouwkunde

Infrastructuur

Bouwmanagement

Milieu

Geologie

	Naam:	Datum:	Paraaf:
Opgesteld:	P. Knoppert	25-06-2021	
Gecontroleerd:	P.C. Soldaat	25-06-2021	

Q:\2020\20480 Sluisdeuren Helmond (SPIE)\60 ontwerp\RA20480-003_2.0.docx

Hoofdvestiging
G. Sondermanstraat 2
9203 PV Drachten

Postbus 647
9200 AP Drachten
T +31 (0) 880 188 300
E drachten@boorsma-consultants.nl

Nevenvestiging
Hardwareweg 7F
3821 BL Amersfoort

Postbus 2505
3800 GB Amersfoort
T +31 (0) 880 188 360
E amersfoort@boorsma-consultants.nl

Nevenvestiging
Het Spijk 18C
8321 WT Urk

T +31 (0) 880 188 380
E urk@boorsma-consultants.nl

IBAN NL47RABO0309081076
G-rek NL11RABO0991476239
BIC RABONL2U
KvK 01042375
BTW NL.00.39.38.682.B.01
W www.boorsma-consultants.nl

Alle opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd overeenkomstig de "De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011) - Rechtsverhouding opdrachtgever - architect, ingenieur en adviseur", gedeponeerd ter griffie van de Rechtbank te Amsterdam, met dien verstande dat aan ons de vrijheid voorbehouden blijft om een geschil in afwijking van de DNR 2011 in eerste instantie voor te leggen aan de gewone rechter, bevoegd ter plaatse van onze hoofdvestiging. De DNR 2011 ligt ter inzage ten kantore van Ingenieursbureau Boorsma BV. Ingenieursbureau Boorsma BV is een handelsnaam van B.V. Ingenieursbureau Ir. K. Boorsma

INGENIEURS

Inhoudsopgave

Conclusie en aanbevelingen	3
1. Inleiding	4
1.1. Projectbeschrijving	4
1.2. Wijzigingen ten opzichte van vorige versies	4
2. Gebruikte documenten	5
2.1. Documenten m.b.t. Sluis Helmond	5
2.2. Van toepassing zijnde voorschriften	5
2.3. Van toepassing zijnde voorschriften / richtlijnen Rijkswaterstaat	5
3. Gebruikte rekensoftware	6
4. Toegepaste constructiematerialen en kwaliteiten.....	7
4.1. Staal- en ankerkwaliteiten	7
5. Uitgangspunten voor de constructieve controle.....	8
5.1. Gevolgklasse en referentieperiode	8
5.2. Belastingsgevallen	8
5.2.1. Permanente belasting	8
5.2.2. Belasting uit verval	8
5.2.3. Kracht in trek-/duwstang	9
5.3. Combinaties.....	10
6. Bepaling vermoeiingsschade	11
6.1. Voorhar	11
6.1.1. Langsverstijvers	11
6.1.2. Lijf voorhar.....	14
6.2. Achterhar	17
6.2.1. Langsverstijvers	17
6.2.2. Lijf achterhar.....	20
6.2.3. Schot achterhar	22
7. Conclusie	24
Bijlage 1. Berekening SCIA Engineer.....	25

Conclusie en aanbevelingen

Voor het herstel van de deuren van het benedenhoofd van sluis Helmond zijn de reservedeuren in het benedenhoofd geplaatst. In dit rapport is voor de reservedeuren het aantal opneembare spanningswisselingen bepaald. Dit is uitgevoerd voor de locaties met waargenomen vermoeiingsschades van de deuren van het benedenhoofd.

Maatgevend is de aansluiting van de langsverstijvers op de voorhar. Hier zijn 884 spanningswisselingen opneembaar, wat bij 6000 spanningswisselingen per jaar neerkomt op een levensduur van circa 2 maand, voordat de eerste vermoeiingsschade op zal treden.

1. Inleiding

1.1. Projectbeschrijving

De benedendeuren van de sluis Helmond zijn verwijderd voor onderhoud en de reservedeuren zijn in het benedenhoofd geplaatst. Omdat er bij de benedendeuren vermoeiingsschade aanwezig is wordt in dit rapport op basis van de waargenomen schade bij bepaald hoeveel spanningswisselingen bij de reservedeuren opneembaar zijn alvorens er ook vermoeiingsschade op zal treden.

1.2. Wijzigingen ten opzichte van vorige versies

versie 0.1	Betreft eerste uitgave t.b.v. interne controle
versie 1.0	Opmerkingen n.a.v. interne controle verwerkt
versie 2.0	Opmerkingen opdrachtgever verwerkt

2. Gebruikte documenten

2.1. Documenten m.b.t. Sluis Helmond

- Hydraulische belastingen sluis Helmond en sluis Schijndel - D10011412.pdf
- GTI Rapportage Deur 1 Helmond schade v2.1.pdf
- GTI Rapportage Deur 2 Helmond schade v1.0.pdf
- Beelden van de Duikinspectie van de bovendeuuren op 19-02-2021

Tekeningen bestaande deuren:

NBWZ-1993-05263	Puntdeur boven- en benedenhoofd Wijz. 0 d.d. 26-01-1990 van Rijkswaterstaat directie bruggen
NBWZ-1993-05271	Overzicht van deur in sluis Wijz. 0 d.d. 14-11-1989 van Rijkswaterstaat directie bruggen
NBWZ-1993-05273	Betonmaten voor de puntdeuren van sluis Helmond van Rijkswaterstaat directie bruggen
NBWZ-1993-05277	Onderdelen puntdeuren Wijz. E d.d. 25-05-1991 van Begemann staalbouw B.V. te Helmond
NBWZ-1993-05278	Onderdelen puntdeuren Wijz. E d.d. 01-05-1991 van Begemann staalbouw B.V. te Helmond
NBWZ-1993-05279	Onderdelen puntdeuren Wijz. D d.d. 21-06-1991 van Begemann staalbouw B.V. te Helmond

2.2. Van toepassing zijnde voorschriften

algemeen/ belastingen

NEN-EN 1990	Eurocode – Grondslagen voor het ontwerp
NEN-EN 1991-1-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen

staalconstructies

NEN-EN 1993-1-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-8	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Algemene regels – Ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1993-1-9	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Algemene regels – Vermoeiingssterkte van staalconstructies

2.3. Van toepassing zijnde voorschriften / richtlijnen Rijkswaterstaat

ROK 1.4	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken
---------	---------------------------------

3. Gebruikte rekensoftware

Voor alle gebruikte rekensoftware geldt dat de naam en de versie van het programma is vermeld op de afdruk van de uitvoer.

4. Toegepaste constructiematerialen en kwaliteiten

4.1. Staal- en ankerkwaliteiten

Constructiestaal:

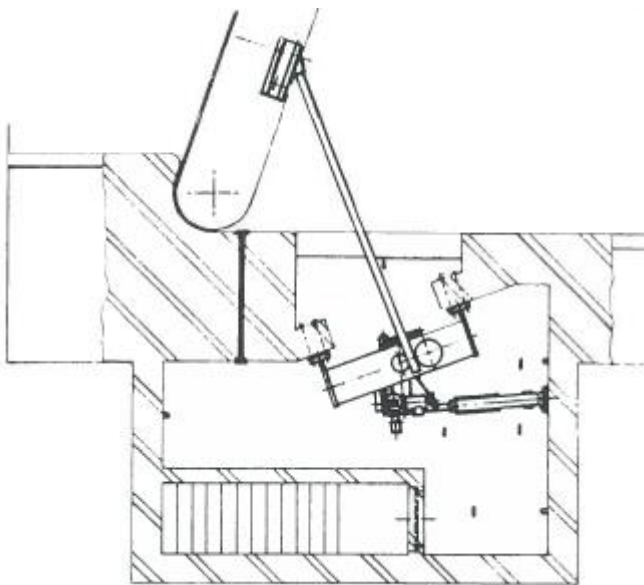
Staalkwaliteit:	S355J2	(conform tekening)
UNP-profielen:	S235	(conform tekening)

5.2.3. Kracht in heugelstang

Voor de kracht in de heugelstang is een belasting aangehouden van 100 kN loodrecht op de deur. Achteraf is uit de ontwerpnota van RWS gebleken dat er voor de nominale heugelkracht bij het bovenhoofd gerekend is met 187 kN. In de gesloten stand maakt de heugelstang een hoek van 40 graden met de deur, de belasting loodrecht op de deur bedraagt hierbij:

$$- F_{\perp} = 187 \cdot \sin 40 = 120 \text{ kN}$$

De kracht in de heugelstang grijpt aan boven in de deur en wordt afgedragen via de bovenste hoofdligger naar de aanslagen. De maatgevende locaties voor vermoeiing bevinden zich onder in de deur. Hierdoor wordt de afwijking in de aangehouden en optredende kracht in de heugel acceptabel geacht.



Figuur 5-1 Heugelstang bij gesloten deur

5.3. Combinaties

Voor vermoeiingsbelasting op keermiddelen dient conform 5.10 artikel 2 van ROK 1.4 de volgende belasting in rekening worden gebracht:

- Belastingswisseling ten gevolge van verval;
- Belastingswisseling ten gevolge van openen en sluiten;
- Indien significant, belastingswisseling ten gevolge van windgolven;
- Eventueel andere frequent wisselende belastingen.

Onderstaande combinatie wordt aangehouden voor de toets op vermoeiing:

Combinatie	VERM 1	VERM 2
BG1 – Waterdruk boven	1,00	1,00
BG2 – Waterdruk beneden	1,00	1,00
BG3 – Heugelstang	-	1,00

Tabel 5-1 Belastingscombinaties vermoeiing

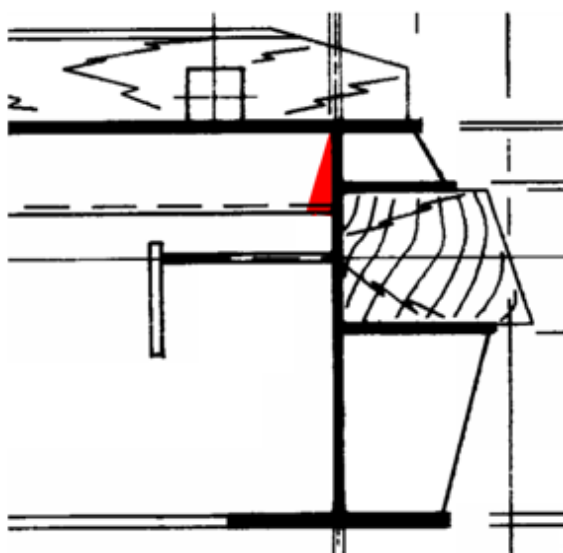
6. Bepaling vermoeiingsschade

In verband met conserveringswerkzaamheden zijn de reservedeuren in het benedenhoofd geplaatst. Bij het reinigen van de uitgekomen benedendeuren zijn de nodige schades geconstateerd. Hierdoor is een situatie ontstaan waarbij er verder gekeken diende te worden dan enkel het conserveren en herstellen van schades. In dit hoofdstuk wordt van de nog niet eerder gebruikte reservedeuren de levensduur bepaald, op basis van de schade zoals waargenomen bij de te herstellen deuren van het benedenhoofd.

6.1. Voorhar

6.1.1. Langsverstijvers

Bij de deuren van het benedenhoofd is schade geconstateerd bij de aansluiting van de hoeklijnen op de voorhar, zoals weergegeven in onderstaande figuur.



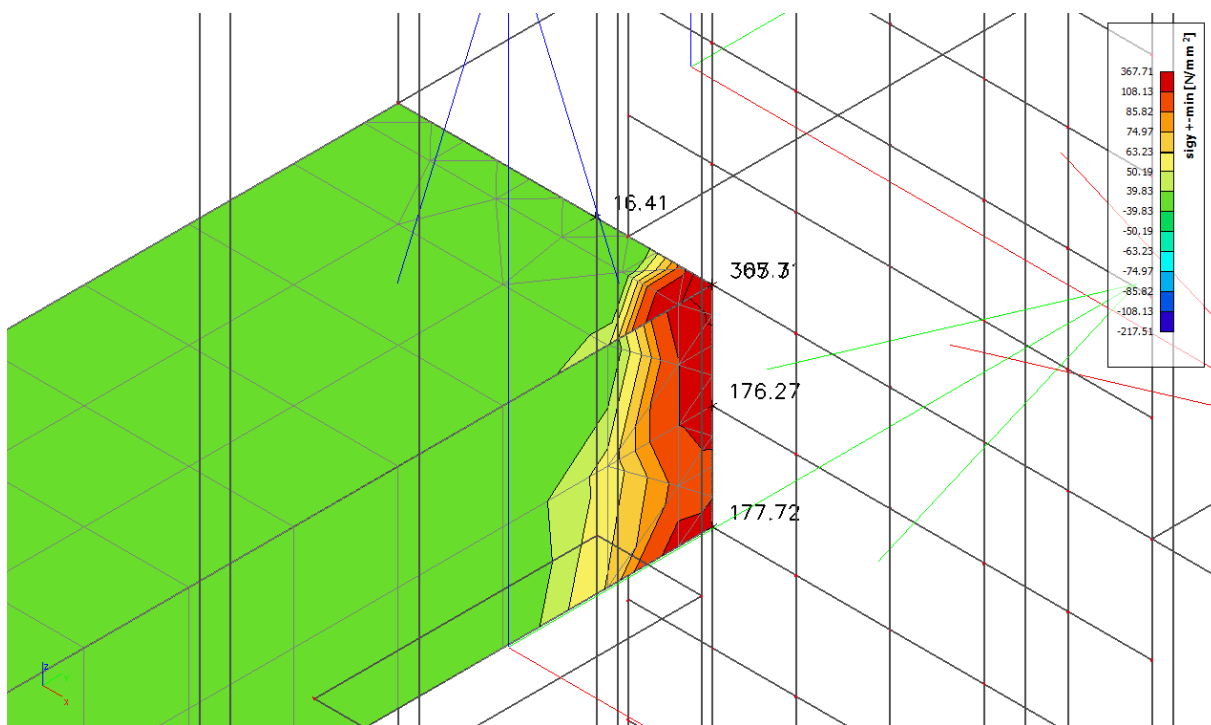
Figuur 6-1 Schade aansluiting hoeklijn op voorhar

De langsverstijver bestaat uit een hoeklijn 150x100x14. Conform onderstaande opmerking op tekening NBWZ-1993-05263 is er een dubbele hoeklas $a=5\text{mm}$ toegepast.

ALLE LASSEN RONDOM ∇ 5, TENZIJ ANDERS VERMELD.
LEUNING LASSEN ∇ 4.
ALLE $\perp$ VERBINDINGEN LASSEN RONDOM ∇ 5, TENZIJ ANDERS VERMELD.
ALLE PLAAT(STRIP)AANSLUITINGEN IN HETZELFDE VLAK VOLWAARDIG LASSEN, TENZIJ ANDERS VERMELD.
VOOR CONSERVERING ZIE BESTEK.

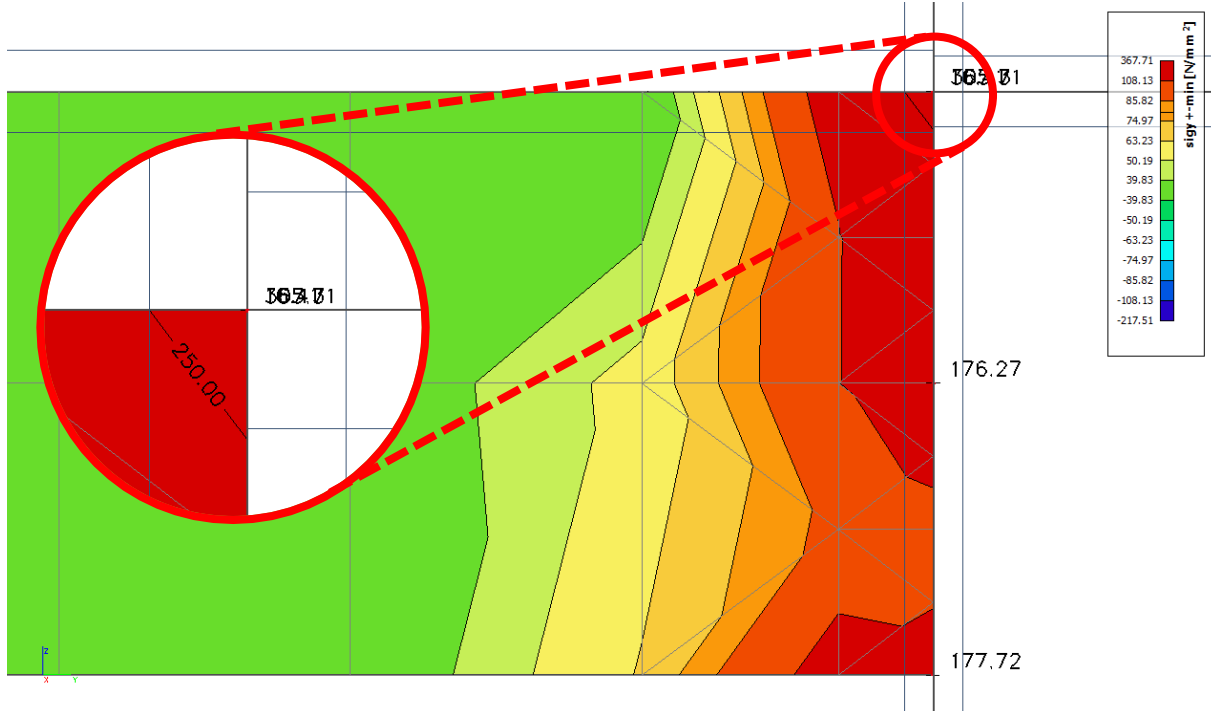
Figuur 6-2 Lassen conform tekening

Onderstaande figuur geeft de buigspanning in bovenzijde van de plaat, loodrecht op de las.



Figuur 6-3 Spanning sigy+ in langsverstijver

In onderstaande figuur wordt de optredende spanning op de plaatrand bepaald.



Figuur 6-4 Spanning sigy+ op plaatrand

De optredende spanning in de plaat bedraagt 250 N/mm². In de las bedraagt de spanning:

$$- \sigma = 250 \cdot \frac{14}{2.5} = 350 \text{ N/mm}^2$$

Omdat er een dubbele hoeklas (las met spleet) toegepast is, is detailcategorie 36 van toepassing.

Normaalspanning:

Detailcategorie	36		
Reductiefactor k_s	1,00	$\Delta\sigma_{C;Rd} =$	26,67 N/mm ² met N= 2,00E+06
Y_{Mf}	1,35	$\Delta\sigma_{D;Rd} =$	19,65 N/mm ² met N= 5,00E+06
$\Delta\sigma_i/\Delta\sigma_{enkel}$	1,0	$\Delta\sigma_{L;Rd} =$	10,79 N/mm ² met N= 1,00E+08

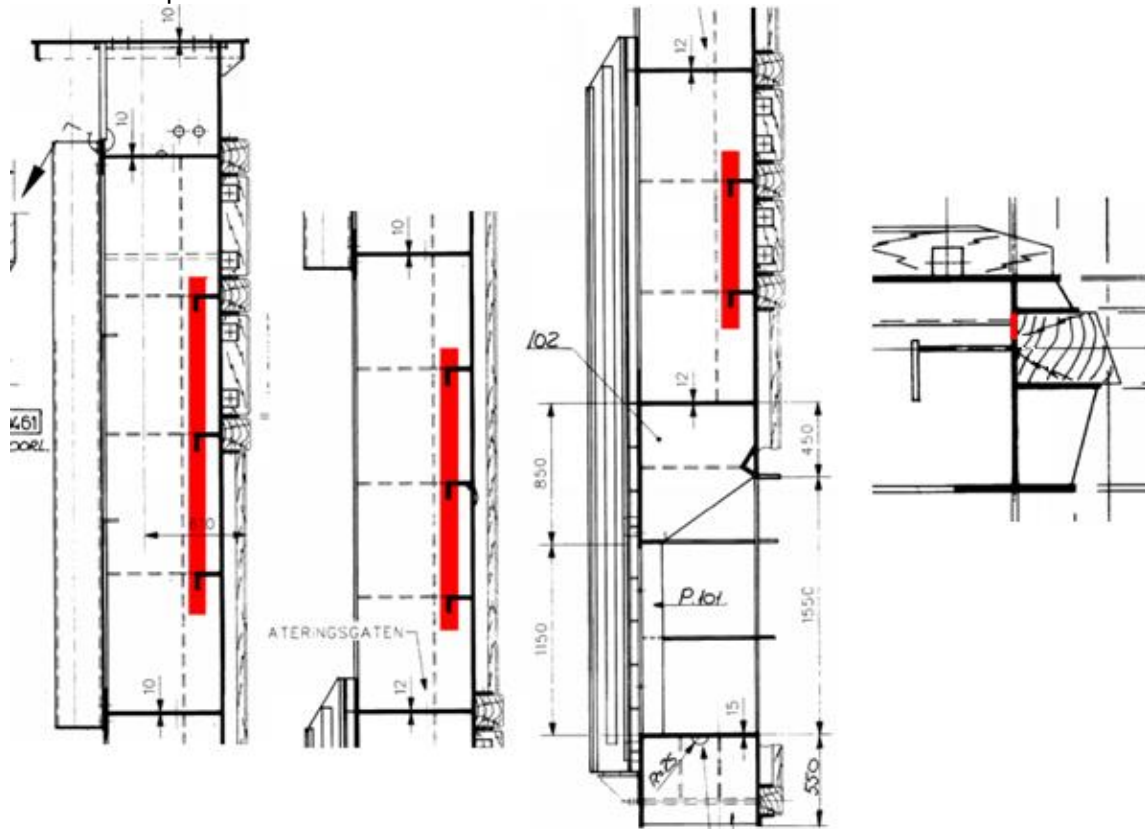
Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{enkel}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade n_{Ei} / N_{Ri} = D_d
0,15 jaar	884	350,08	350,08	3	884	100,00%

Tabel 6-1 Toelaatbaar aantal spanningswisselingen

Bij detailcategorie 36 zijn 884 spanningswisselingen opneembaar. Uitgaande van 6000 wisselingen per jaar komt dit overeen met een levensduur van circa 2 maand.

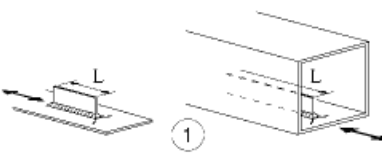
6.1.2. Lijf voorhar

Bij de deuren van het benedenhoofd zijn verticale scheuren geconstateerd in het lijf van de voorhar ter plaatse van de hoeklijnen (langsverstijvers). Deze schades komen voor op diverse locaties verspreid over de voorhar.



Figuur 6-5 Schade lijf voorhar t.p.v. hoeklijnen

Het lijf van de langsverstijver heeft een hoogte van 100mm, detailcategorie 63 conform onderstaande tabel is van toepassing voor het lijf van de voorhar.

Detail-categorie	Constructiedetail		Beschrijving	Eisen
80	$L \leq 50 \text{ mm}$		<u>Aangelaste platen in de lengterichting:</u> 1) De detailcategorie varieert afhankelijk van de lengte L van de aangelaste plaat	De dikte van de aangelaste plaat moet kleiner zijn dan de hoogte ervan. Indien dit niet het geval is, volgens tabel 8.5, details 5 of 6.
71	$50 < L \leq 80 \text{ mm}$			
63	$80 < L \leq 100 \text{ mm}$			
56	$L > 100 \text{ mm}$			

Figuur 6-6 Detailcategorie lijf voorhar

Op basis van 6000 wisselingen per jaar zijn onderstaande spanningswisselingen toelaatbaar.

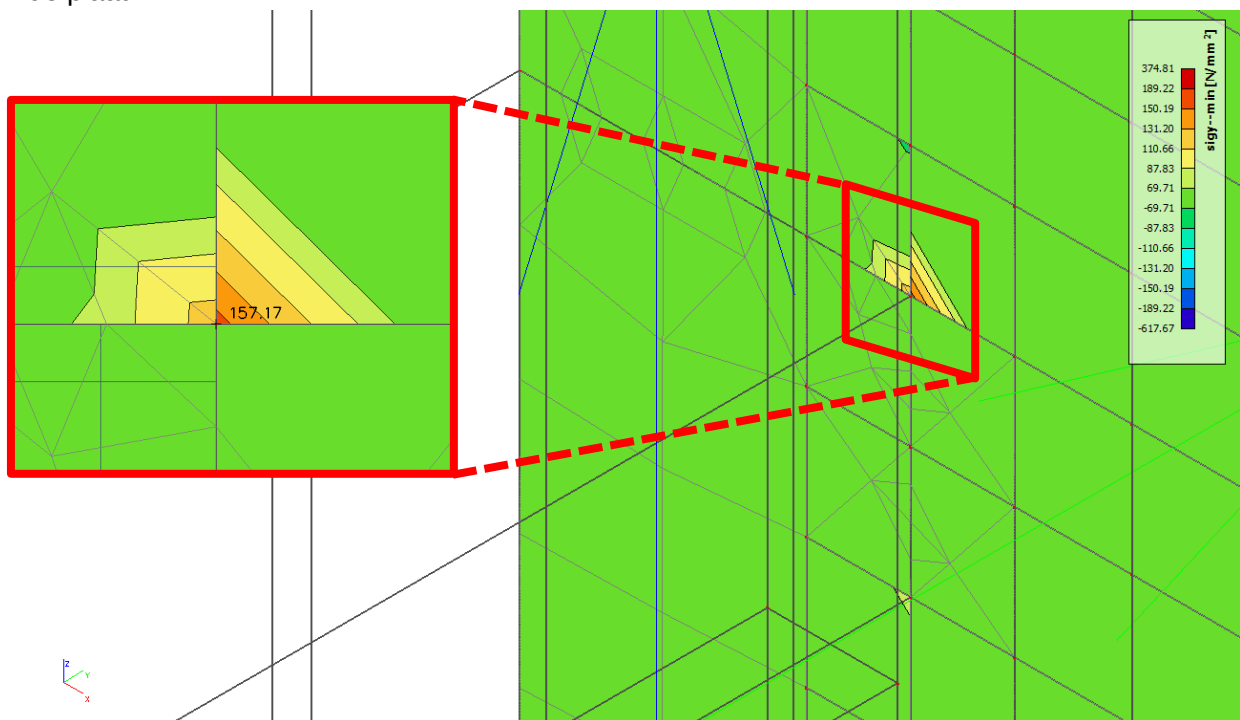
Normaalspanning:

Detailcategorie	63		
Reductiefactor k_s	1,00	$\Delta\sigma_{C;Rd} =$	46,67 N/mm ² met $N = 2,00E+06$
Y_{Mf}	1,35	$\Delta\sigma_{D;Rd} =$	34,38 N/mm ² met $N = 5,00E+06$
$\Delta\sigma_i/\Delta\sigma_{enkel}$	1,0	$\Delta\sigma_{L;Rd} =$	18,89 N/mm ² met $N = 1,00E+08$

Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{enkel}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade $n_{Ei} / N_{Ri} = D_d$
1 jaar	6,0E+03	323,57	323,57	3	6.000	100,00%
5 jaar	3,0E+04	189,22	189,22	3	30.000	100,00%
10 jaar	6,0E+04	150,19	150,19	3	60.000	100,00%
15 jaar	9,0E+04	131,20	131,20	3	90.000	100,00%
25 jaar	1,5E+05	110,66	110,66	3	150.000	100,00%
50 jaar	3,0E+05	87,83	87,83	3	300.000	100,00%
100 jaar	6,0E+05	69,71	69,71	3	600.000	100,00%

Tabel 6-2 Toelaatbare spanningswisseling detailcategorie 63

Onderstaande figuur geeft de buigspanning in verticale richting, aan de voorzijde (zichtzijde) van de plaat.



Figuur 6-7 Spanning sigy- in lijf voorhar

De optredende spanning bedraagt 157,17 N/mm². Op basis van detailcategorie 63 zijn 52350 wisselingen opneembaar, wat bij 6000 wisselingen per jaar neerkomt op een levensduur van 8,73 jaar.

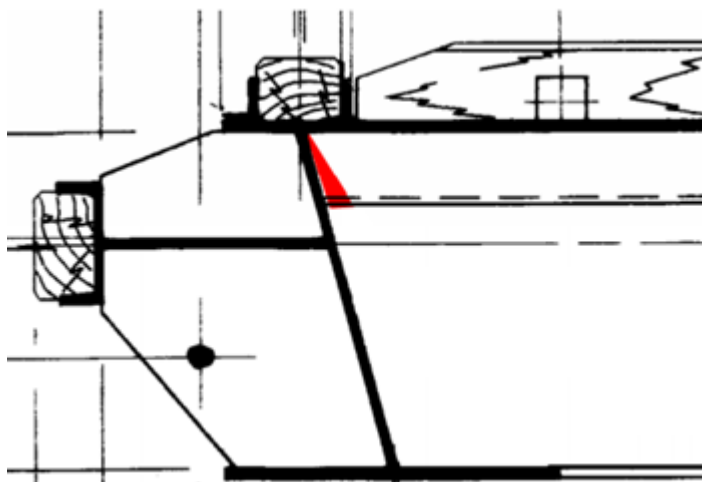
Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{\text{enkel}}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade n_{Ei} / N_{Ri} = D_d
8,73 jaar	52350	157,17	157,17	3	52.350	100,00%

Tabel 6-3 Toelaatbaar aantal spanningswisselingen

6.2. Achterhar

6.2.1. Langsverstijvers

Bij de achterhar is, net als bij de voorhar, vermoeiingsschade geconstateerd bij de aansluiting van de langsverstijvers op het lijf van de achterhar.



Figuur 6-8 Schade aansluiting langsverstijver op achterhar

Er is een dubbele hoeklas a=5mm toepast; detailcategorie 36 is van toepassing.

Normaalspanning:

Detailcategorie	36		
Reductiefactor k_s	1,00	$\Delta\sigma_{C;Rd} =$	26,67 N/mm ² met N= 2,00E+06
Y_{Mf}	1,35	$\Delta\sigma_{D;Rd} =$	19,65 N/mm ² met N= 5,00E+06
$\Delta\sigma_i/\Delta\sigma_{enkel}$	1,0	$\Delta\sigma_{L;Rd} =$	10,79 N/mm ² met N= 1,00E+08

Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{enkel}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade $n_{Ei} / N_{Ri} = D_d$
1 jaar	6,0E+03	184,90	184,90	3	6.000	100,00%
5 jaar	3,0E+04	108,13	108,13	3	30.000	100,00%
10 jaar	6,0E+04	85,82	85,82	3	60.000	100,00%
15 jaar	9,0E+04	74,97	74,97	3	90.000	100,00%
25 jaar	1,5E+05	63,23	63,23	3	150.000	100,00%
50 jaar	3,0E+05	50,19	50,19	3	300.000	100,00%
100 jaar	6,0E+05	39,83	39,83	3	600.000	100,00%

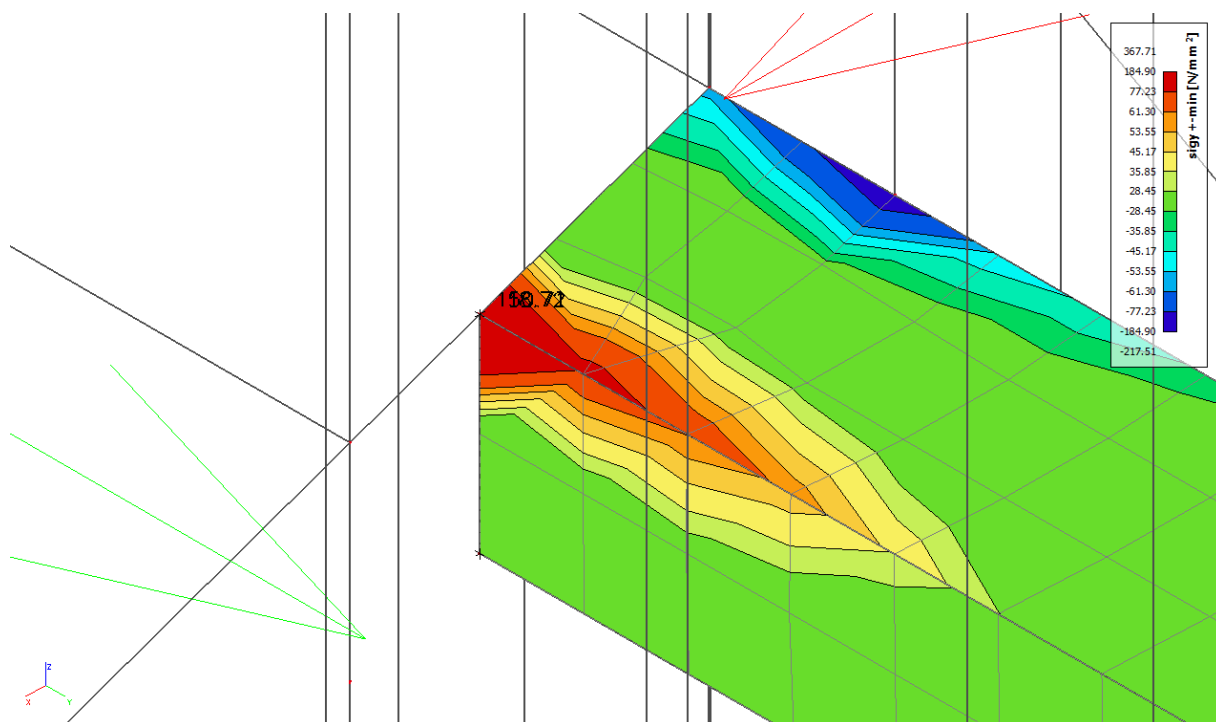
Tabel 6-4 Toelaatbare spanningswisseling detailcategorie 36

De dikte van de langsverstijver is 14mm en er is een dubbele hoeklas a=5mm toegepast, waardoor de spanning in de las hoger is. Daarom wordt de toelaatbare spanning gecorrigeerd met een factor $(2 \times 5) / 14 = 0,71$.

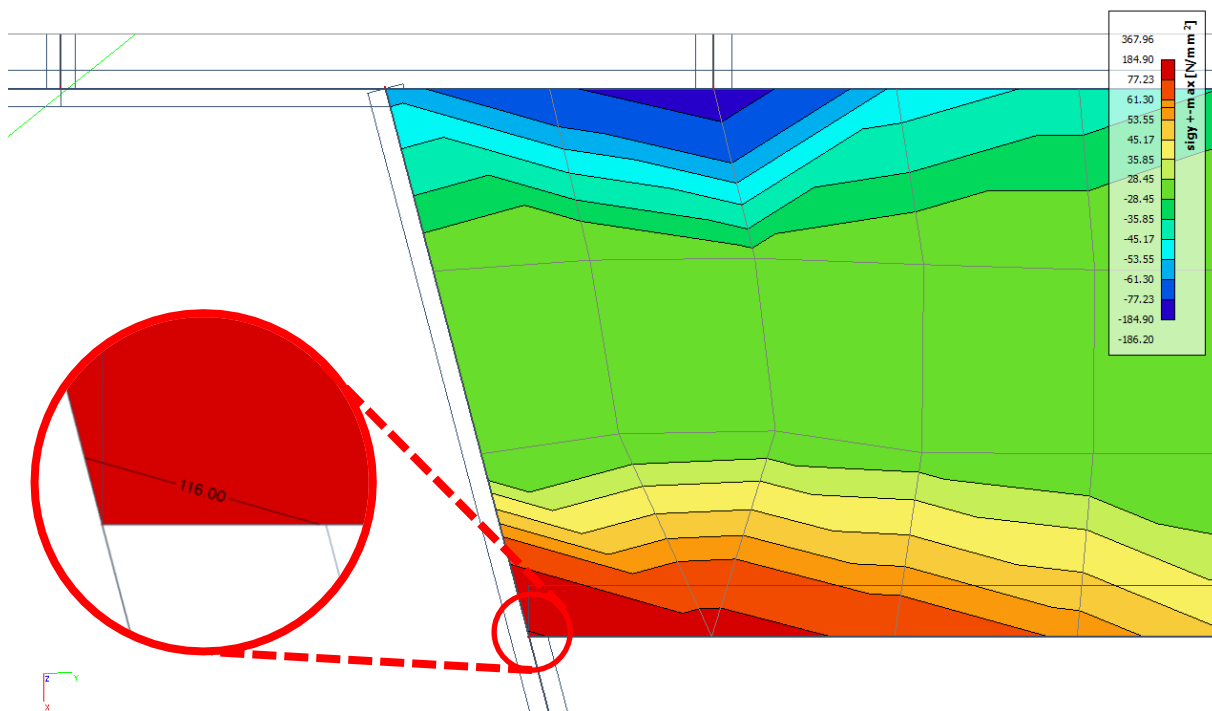
Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{\text{enkel}}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_{\text{enkel;corr}}$ N/mm ²
1 jaar	6,0E+03	184,90	132,07
5 jaar	3,0E+04	108,13	77,23
10 jaar	6,0E+04	85,82	61,30
15 jaar	9,0E+04	74,97	53,55
25 jaar	1,5E+05	63,23	45,17
50 jaar	3,0E+05	50,19	35,85
100 jaar	6,0E+05	39,83	28,45

Tabel 6-5 Gecorrigeerde toelaatbare spanning

Onderstaande afbeelding geeft de spanning in bovenzijde van de langsverstijver, loodrecht op de las.



Figuur 6-9 Spanning sigy+ in langsverstijver



Figuur 6-10 Spanning sigy+ op plaatrand

De optredende spanning in de plaat op de plaatrand bedraagt 116 N/mm². In de las bedraagt de spanning:

$$\sigma = 116 \cdot \frac{14}{2 \cdot 5} = 162,4 \text{ N/mm}^2$$

Omdat er een dubbele hoeklas (las met spleet) toegepast is, is detailcategorie 36 van toepassing.

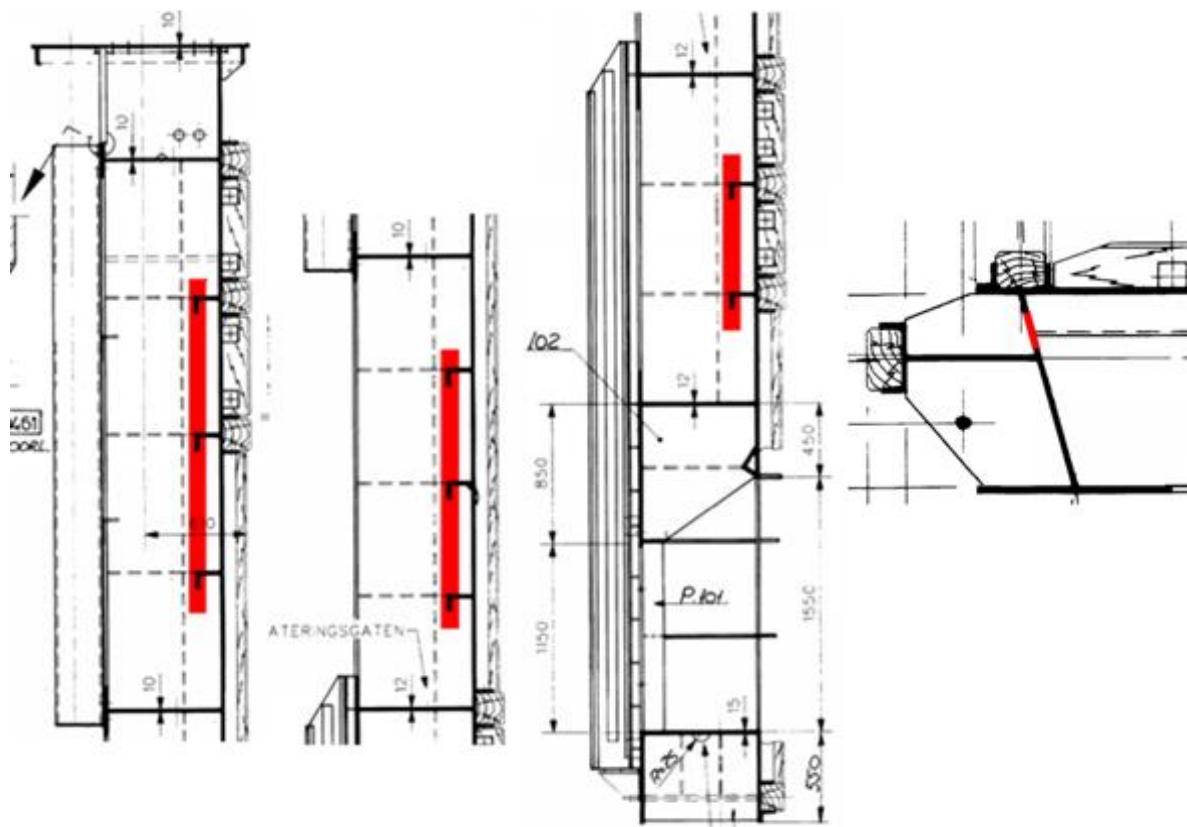
Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{\text{enkel}}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade n_{Ei} / N_{Ri} = D_d
1,48 jaar	8855	162,40	162,40	3	8.855	100,00%

Tabel 6-6 Toelaatbaar aantal spanningswisselingen

Bij detailcategorie 36 zijn 8855 spanningswisselingen opneembaar. Uitgaande van 6000 wisselingen per jaar komt dit overeen met een levensduur van circa 1,48 jaar.

6.2.2. Lijf achterhar

In de benedendeuren is schade geconstateerd in het lijf van de achterhar, ter plaatse van de aansluiting van de langsverstijvers, zoals weergegeven in onderstaande figuur



Figuur 6-11 Schade lijf achterhar t.p.v. hoeklijnen

Op basis van 6000 wisselingen per jaar zijn onderstaande spanningswisselingen toelaatbaar.

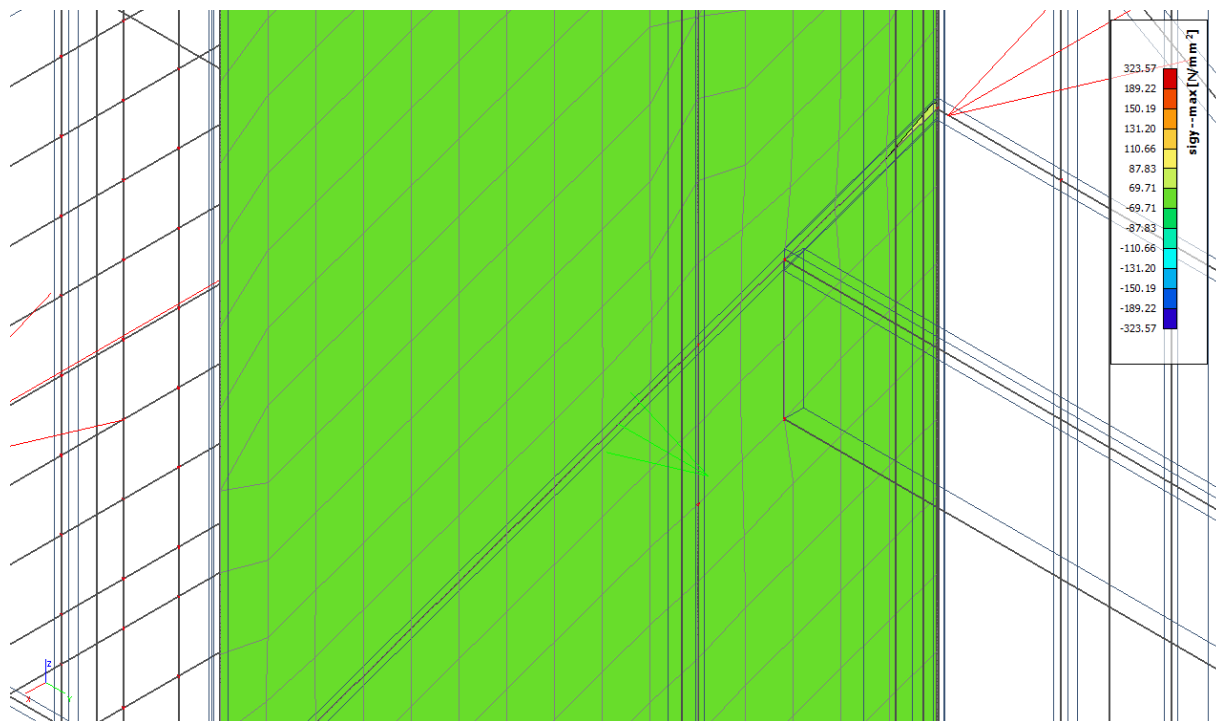
Normaalspanning:

Detailcategorie	63		
Reductiefactor k_s	1,00	$\Delta\sigma_{C;Rd} =$	46,67 N/mm ² met $N = 2,00E+06$
Y_{Mr}	1,35	$\Delta\sigma_{D;Rd} =$	34,38 N/mm ² met $N = 5,00E+06$
$\Delta\sigma_i / \Delta\sigma_{enkel}$	1,0	$\Delta\sigma_{L;Rd} =$	18,89 N/mm ² met $N = 1,00E+08$

Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{enkel}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade $n_{Ei} / N_{Ri} = D_d$
1 jaar	6,0E+03	323,57	323,57	3	6.000	100,00%
5 jaar	3,0E+04	189,22	189,22	3	30.000	100,00%
10 jaar	6,0E+04	150,19	150,19	3	60.000	100,00%
15 jaar	9,0E+04	131,20	131,20	3	90.000	100,00%
25 jaar	1,5E+05	110,66	110,66	3	150.000	100,00%
50 jaar	3,0E+05	87,83	87,83	3	300.000	100,00%
100 jaar	6,0E+05	69,71	69,71	3	600.000	100,00%

Tabel 6-7 Toelaatbare spanningswisseling detailcategorie 63

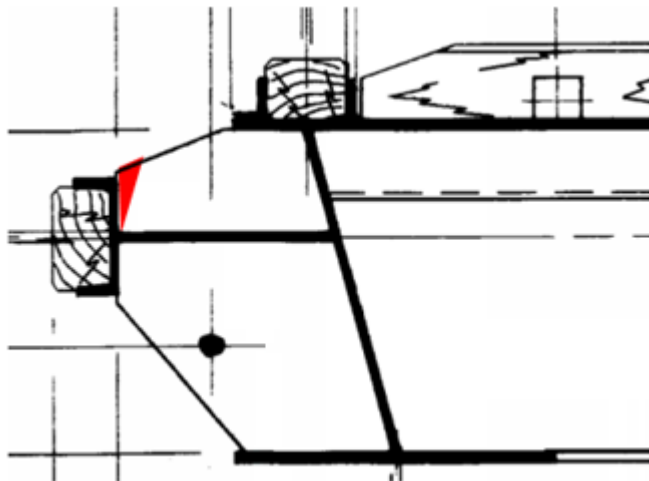
Onderstaande figuur geeft de buigspanning in verticale richting, aan de voorzijde (zichtzijde) van de plaat.



De optredende spanningswisseling buiten de langsverstijver is $< 69,71 \text{ N/mm}^2$, de levensduur is > 100 jaar.

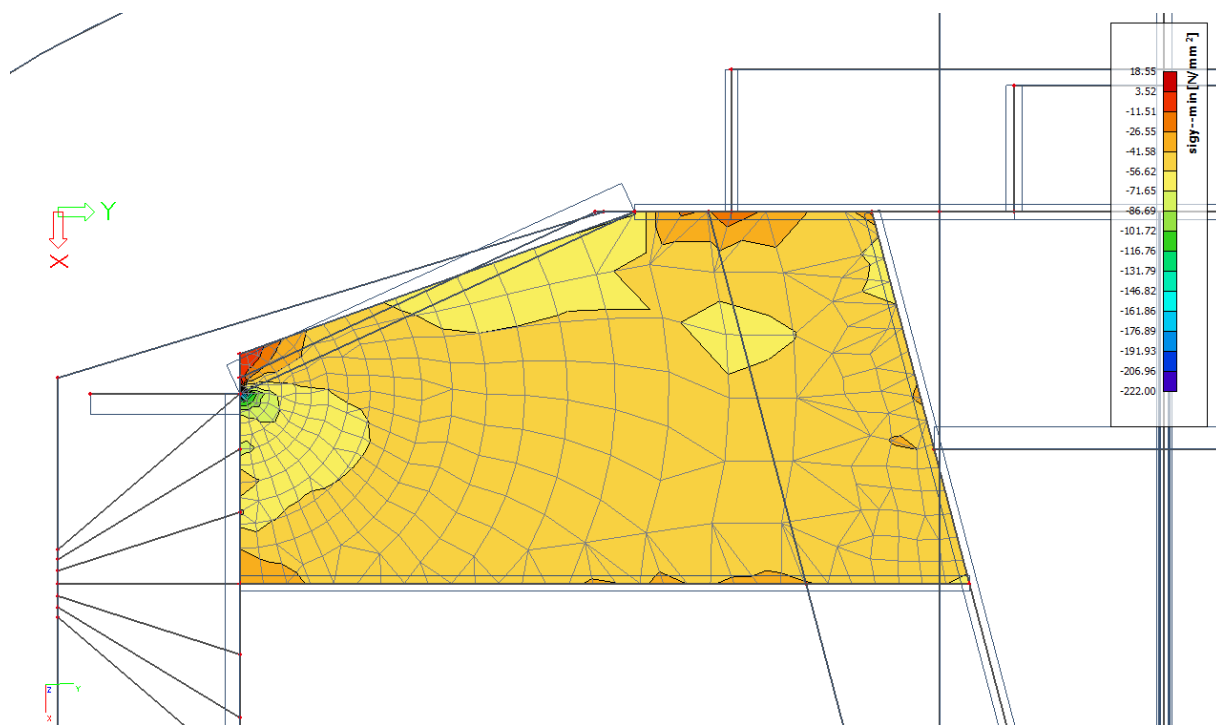
6.2.3. Schot achterhar

Op diverse plaatsen zijn scheuren aanwezig bij de aansluiting van de platen op het UNP profiel van de achterhar, zoals weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 6-12 Schade aansluiting schot op UNP

Onderstaande afbeelding geeft de spanning in onderzijde plaat, loodrecht op de las.



Figuur 6-13 Spanning sigy- in plaat

Omdat er een plaat $t=12\text{mm}$ en een dubbele hoeklas $a=5\text{mm}$ toegepast zijn, bedraagt de spanning in de las:

$$\sigma = 222 \cdot \frac{12}{2 \cdot 5} = 266,4 \text{ N/mm}^2$$

Omdat er een dubbele hoeklas (las met spleet) toegepast is, is detailcategorie 36 van toepassing.

Normaalspanning:

Detailcategorie	36		
Reductiefactor k_s	1,00	$\Delta\sigma_{C;Rd} =$	26,67 N/mm ² met $N = 2,00E+06$
γ_{Mf}	1,35	$\Delta\sigma_{D;Rd} =$	19,65 N/mm ² met $N = 5,00E+06$
$\Delta\sigma_i/\Delta\sigma_{enkel}$	1,0	$\Delta\sigma_{L;Rd} =$	10,79 N/mm ² met $N = 1,00E+08$

Combinatie	Aantal wisselingen n_{Ei}	$\Delta\sigma_{enkel}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_i$ N/mm ²	m	Maximaal aantal wisselingen bij $\Delta\sigma_i = N_{Ri}$	Schade n_{Ei} / N_{Ri} = D_d
0,33 jaar	2006	266,40	266,40	3	2.006	100,00%

Tabel 6-8 Toelaatbaar aantal spanningswisselingen

Bij detailcategorie 36 zijn 2006 spanningswisselingen opneembaar. Uitgaande van 6000 wisselingen per jaar komt dit overeen met een levensduur van circa 0,33 jaar.

7. Conclusie

Op basis van de locaties van de vermoeiingsschade zoals waargenomen bij de deuren van het benedenhoofd is voor de reservedeuren bepaald hoeveel spanningswisselingen opneembaar zijn voordat er vermoeiingsschade op zal treden.

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| - Voorhar, langsverstijvers: | 884 spanningswisselingen |
| - Voorhar, lijfplaat: | 52350 spanningswisselingen |
| - Achterhar, langsverstijvers: | 8855 spanningswisselingen |
| - Achterhar, lijfplaat: | > 600.000 spanningswisselingen |
| - Achterhar, schotten: | 2006 spanningswisselingen |

Maatgevend is de aansluiting van de langsverstijvers op het lijf van de voorhar. Hierbij zijn 884 spanningswisselingen opneembaar, wat bij 6000 spanningswisselingen per jaar neerkomt op een levensduur van circa 2 maand voordat de eerste vermoeiingsschade op zal treden.

Bijlage 1. Berekening SCIA Engineer

1. Inhoudsopgave

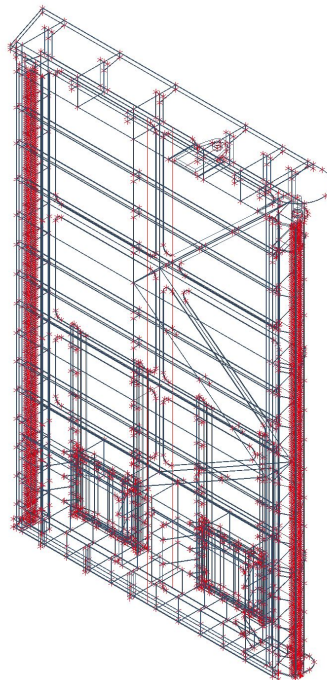
1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Geometrie	3
3.1. Schematisatie	3
3.2. Visualisatie voorzijde	3
3.3. Visualisatie achterzijde	4
4. Belastingen, belastinggevallen & belastingcombinaties	5
4.1. Belastingsgevallen	5
4.1.1. Belastingsgevallen - BG1	5
4.1.1.1. Vrije oppervlakte last	5
4.1.1.2. Visualisatie	5
4.1.2. Belastingsgevallen - BG2	6
4.1.2.1. Vrije oppervlakte last	6
4.1.2.2. Visualisatie	6
4.1.3. Belastingsgevallen - BG3	7
4.1.3.1. Puntlast op knoop	7
4.1.3.2. Visualisatie	7
4.2. Combinaties	8
4.3. Resultaatklassen	8
5. Resultaten	9
5.1. Voorhar - langsverstijver	9
5.1.1. 2D element - Spanningen; sigx+	9
5.1.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 36 / 1,40)	9
5.1.3. 2D element - Spanningen; sigx-	10
5.1.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,40)	10
5.1.5. 2D element - Spanningen; sigy+	11
5.1.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,40)	11
5.1.7. 2D element - Spanningen; sigy-	12
5.1.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,40)	12
5.2. Voorhar - lijfplaat	13
5.2.1. 2D element - Spanningen; sigx+	13
5.2.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 63)	13
5.2.3. 2D element - Spanningen; sigx-	14
5.2.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 63)	14
5.2.5. 2D element - Spanningen; sigy+	15
5.2.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 63)	15
5.2.7. 2D element - Spanningen; sigy-	16
5.2.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 63)	16
5.3. Achterhar - langsverstijver	17
5.3.1. 2D element - Spanningen; sigx+	17
5.3.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 36 / 1,40)	17
5.3.3. 2D element - Spanningen; sigx-	18
5.3.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,40)	18
5.3.5. 2D element - Spanningen; sigy+	19
5.3.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,40)	19
5.3.7. 2D element - Spanningen; sigy-	20
5.3.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,40)	20
5.4. Achterhar - lijfplaat	21
5.4.1. 2D element - Spanningen; sigx+	21
5.4.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 63)	21
5.4.3. 2D element - Spanningen; sigx-	22
5.4.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 63)	22
5.4.5. 2D element - Spanningen; sigy+	23
5.4.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 63)	23
5.4.7. 2D element - Spanningen; sigy-	24
5.4.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 63)	24
5.5. Achterhar - schot	25
5.5.1. 2D element - Spanningen; sigx+	25
5.5.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 36 / 1,20)	25
5.5.3. 2D element - Spanningen; sigx-	26
5.5.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,20)	26
5.5.5. 2D element - Spanningen; sigy+	27
5.5.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,20)	27
5.5.7. 2D element - Spanningen; sigy-	28
5.5.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,20)	28

2. Project

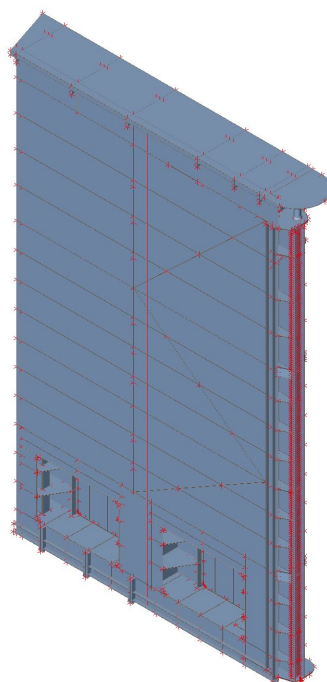
Licentienaam	Ingenieursbureau Boorsma B.V.
Project	20480 - Sluisdeuren Helmond
Onderdeel	Levensduur Reservedeuren
Omschrijving	Levensduur Reservedeuren
Auteur	Ing. P. Knoppert
Datum	30-04-2021
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	5230
Aantal staven :	2
Aantal platen :	779
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	3
Aantal belastingsgevallen :	3
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Geometrie

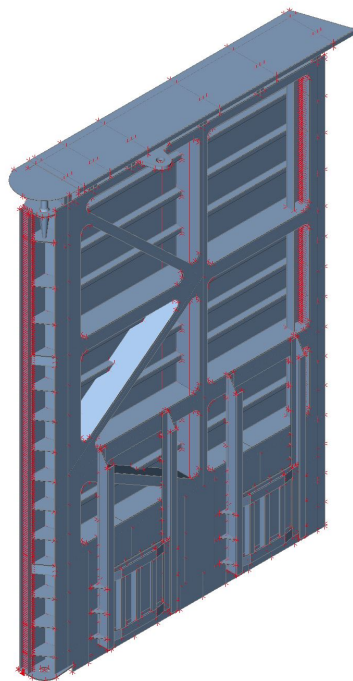
3.1. Schematisatie



3.2. Visualisatie voorzijde



3.3. Visualisatie achterzijde



4. Belastingen, belastinggevallen & belastingcombinaties

4.1. Belastingsgevallen

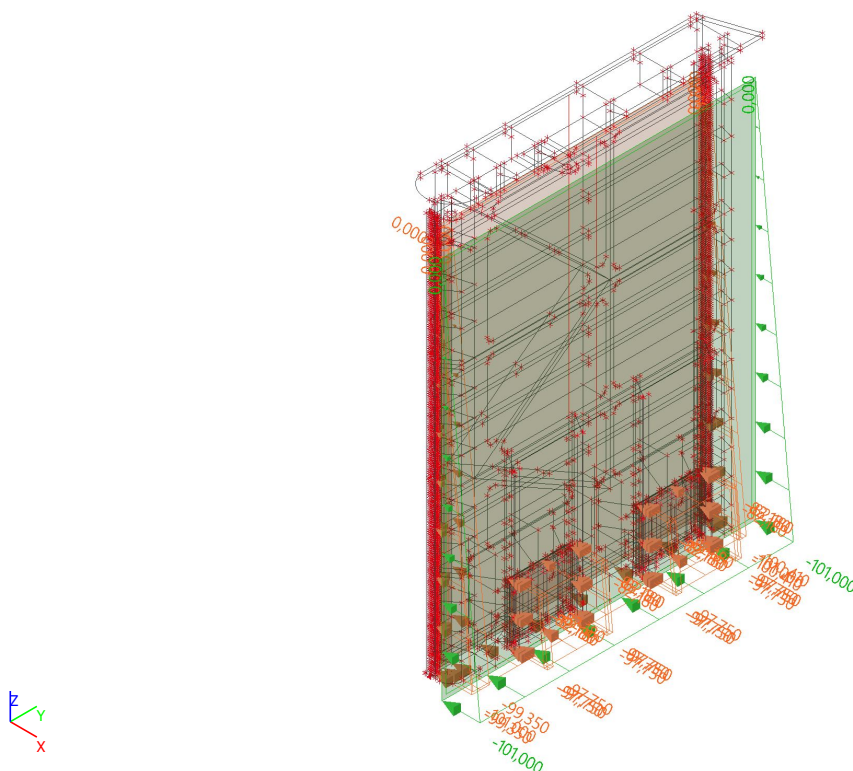
4.1.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingseval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
BG1	Hydrostatische waterdruk boven (streefpeil)	Variabel	LG2	Kort	Geen	Waterkerend
	Standaard	Statisch				

4.1.1.1. Vrije oppervlakte last

Naam	Rich	Type	Verdeling	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
Streefpeil-Boven	X	Kracht	Richting X	0,000	-101,000	Alle	Selecteer	GCS	Lengte

4.1.1.2. Visualisatie



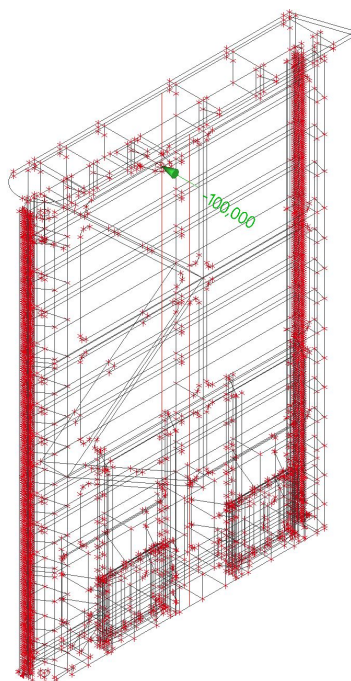
4.1.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
BG3	Kracht in de trek-duwstang tijdens waterkeren	Variabel	LG2	Kort	Geen	Waterkerend
	Standaard	Statisch				

4.1.3.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Obstakel 4	K5487	BG3 - Kracht in de trek- duwstang tijdens waterkeren	GCS	X	Kracht	-100,000

4.1.3.2. Visualisatie



4.2. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
VERM1	Vermoeiing Verval	Lineair - BGT	BG1 - Hydrostatische waterdruk boven (streefpeil)	1,00
			BG2 - Hydrostatische waterdruk beneden (streefpeil)	1,00
VERM2	Vermoeiing Verval + duw-trekstang	Lineair - BGT	BG1 - Hydrostatische waterdruk boven (streefpeil)	1,00
			BG2 - Hydrostatische waterdruk beneden (streefpeil)	1,00
			BG3 - Kracht in de trek-duwstang tijdens waterkeren	1,00

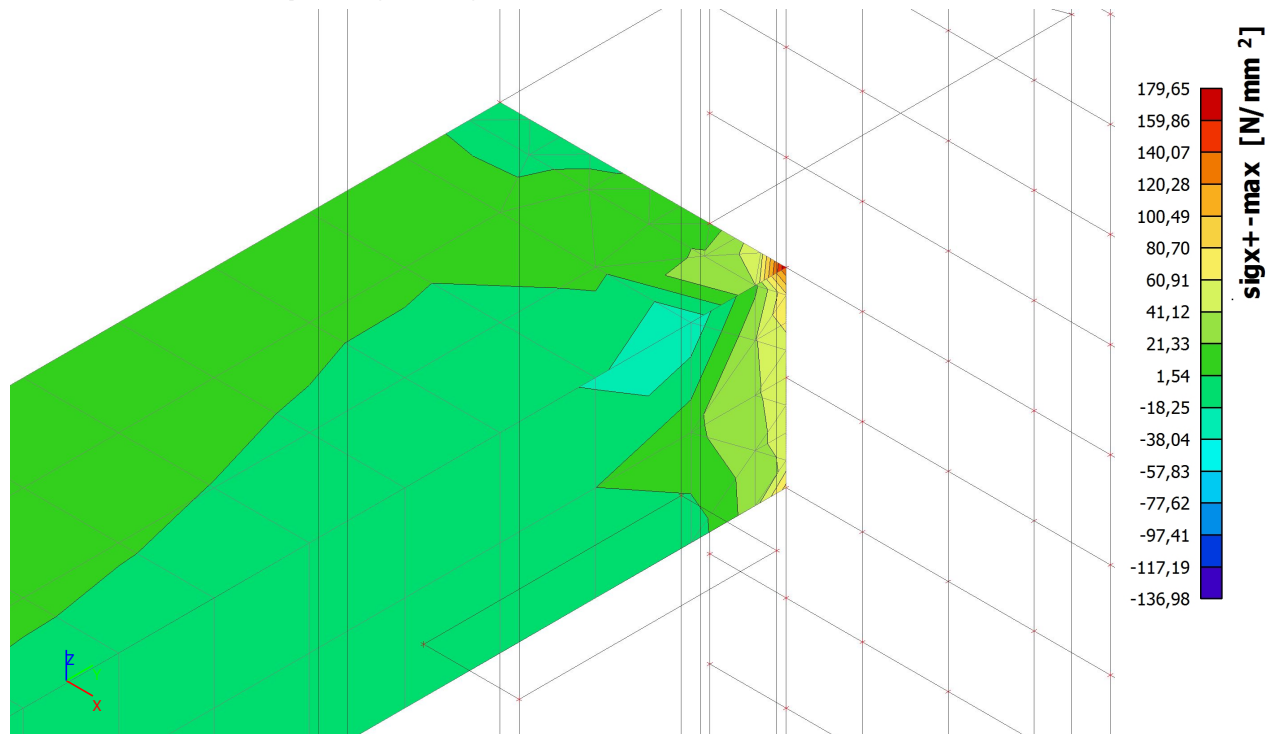
4.3. Resultaatklassen

Naam	Lijst
Vermoeiing	VERM1 - Lineair - BGT VERM2 - Lineair - BGT

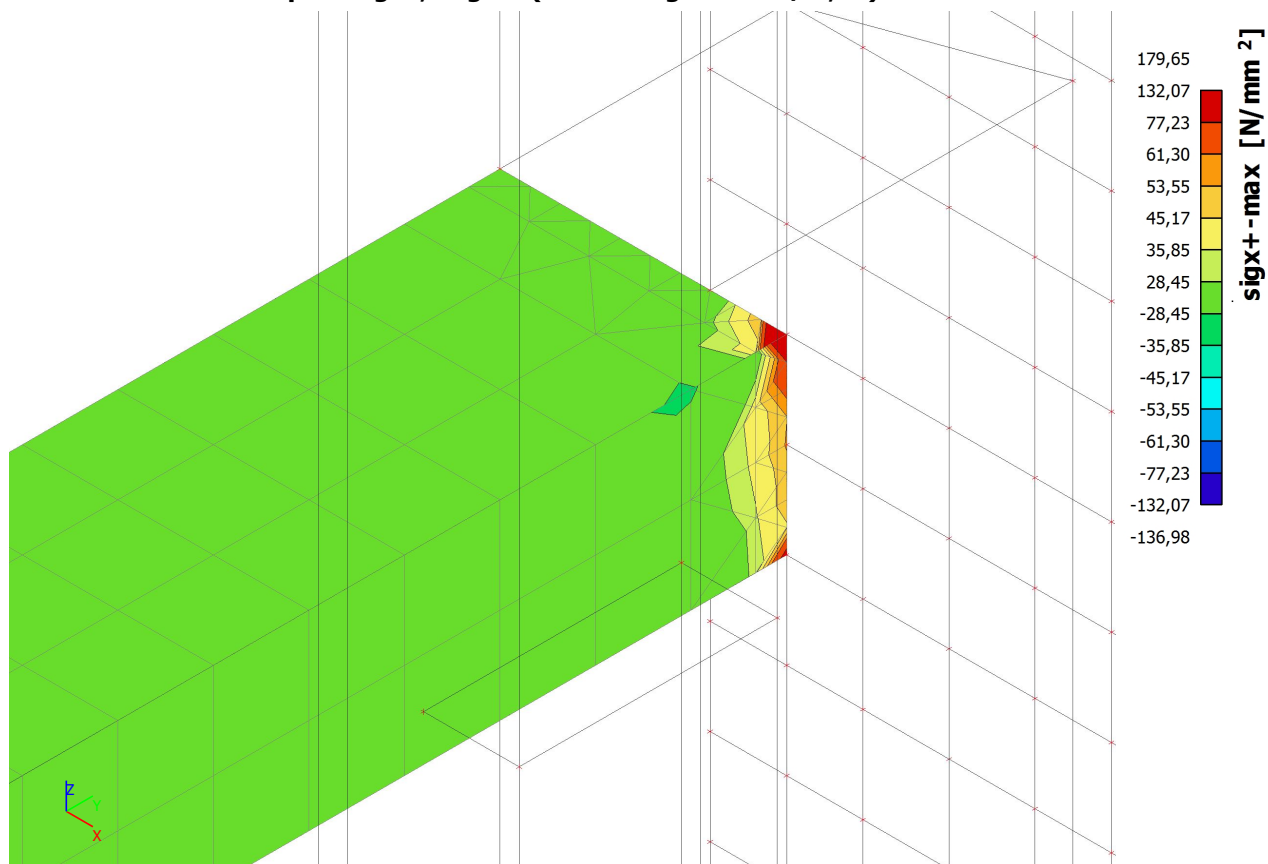
5. Resultaten

5.1. Voorhar - langsverstijver

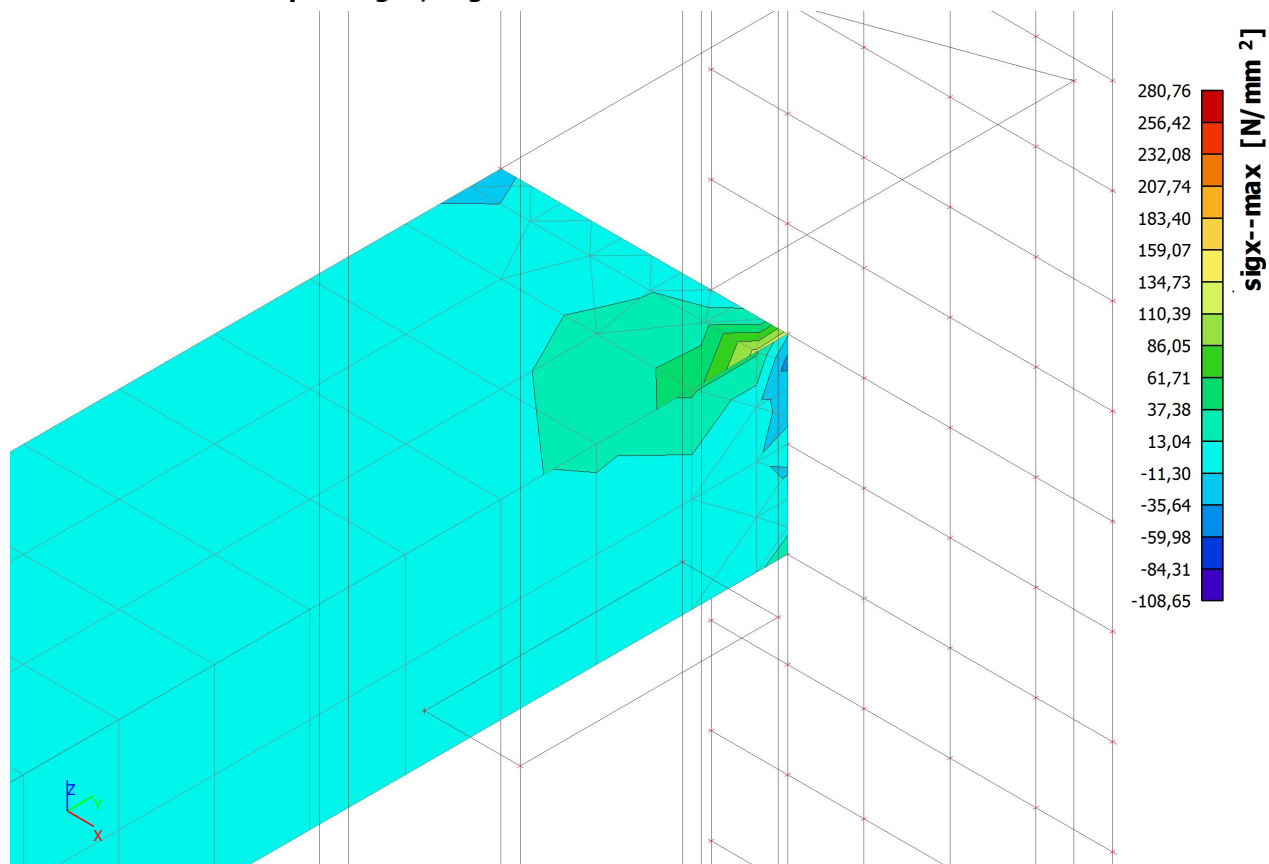
5.1.1. 2D element - Spanningen; sigx+



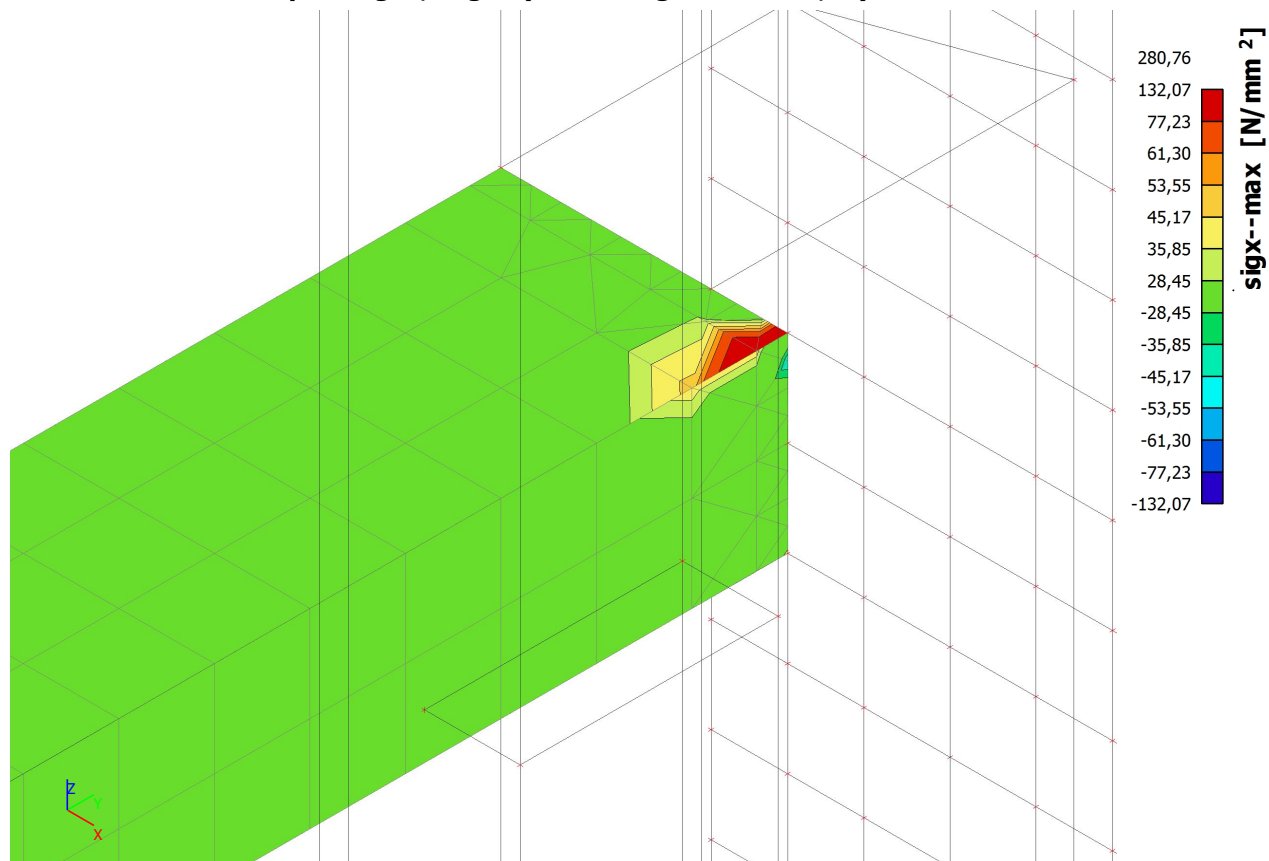
5.1.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 36 / 1,40)



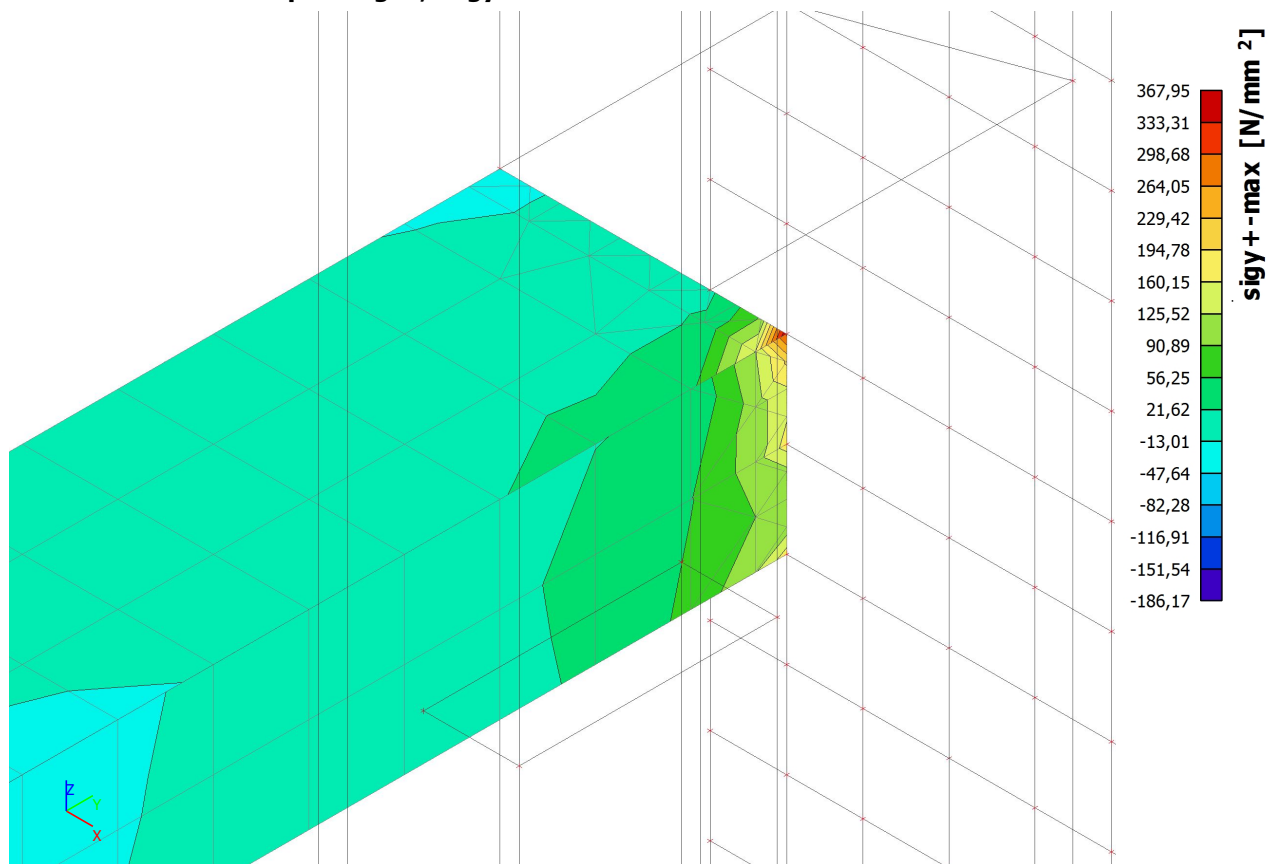
5.1.3. 2D element - Spanningen; sigx-



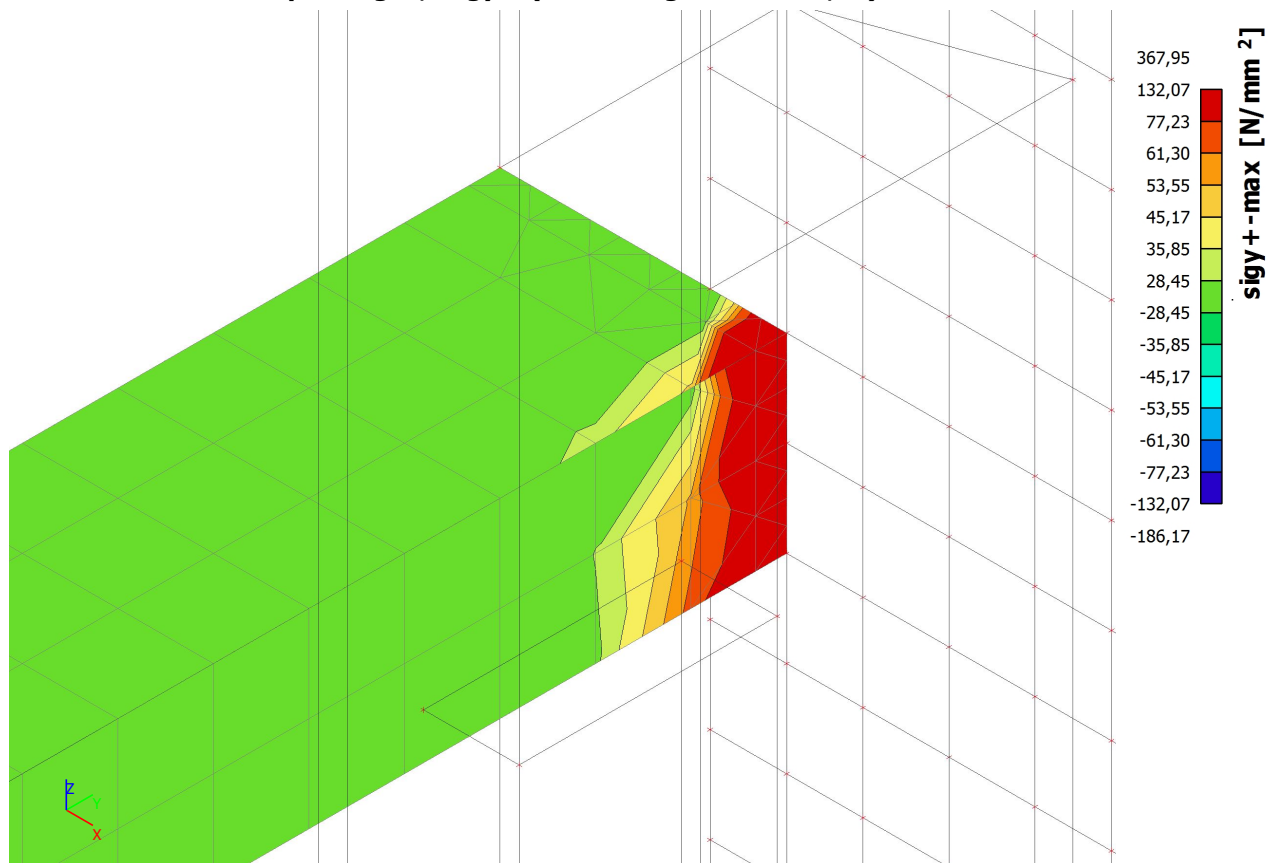
5.1.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,40)



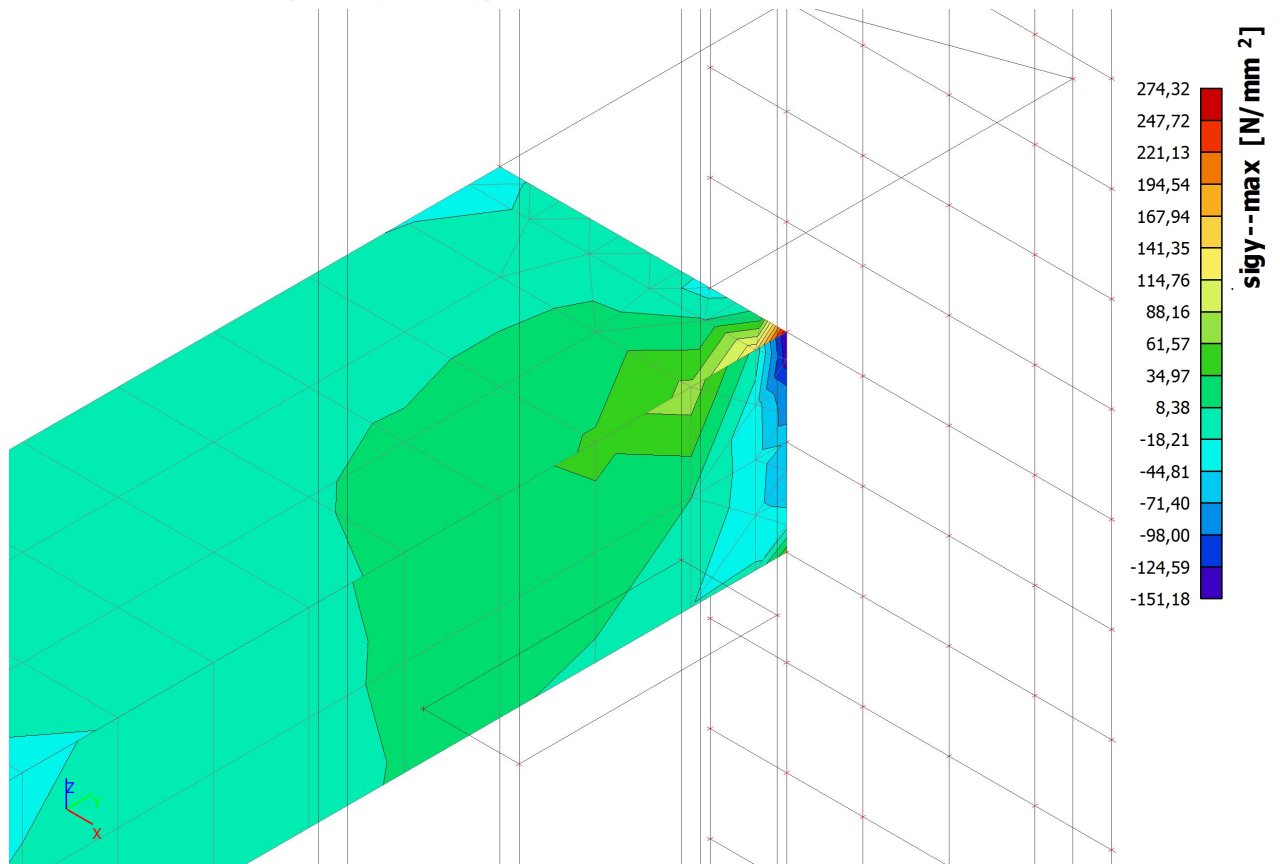
5.1.5. 2D element - Spanningen; sigy+



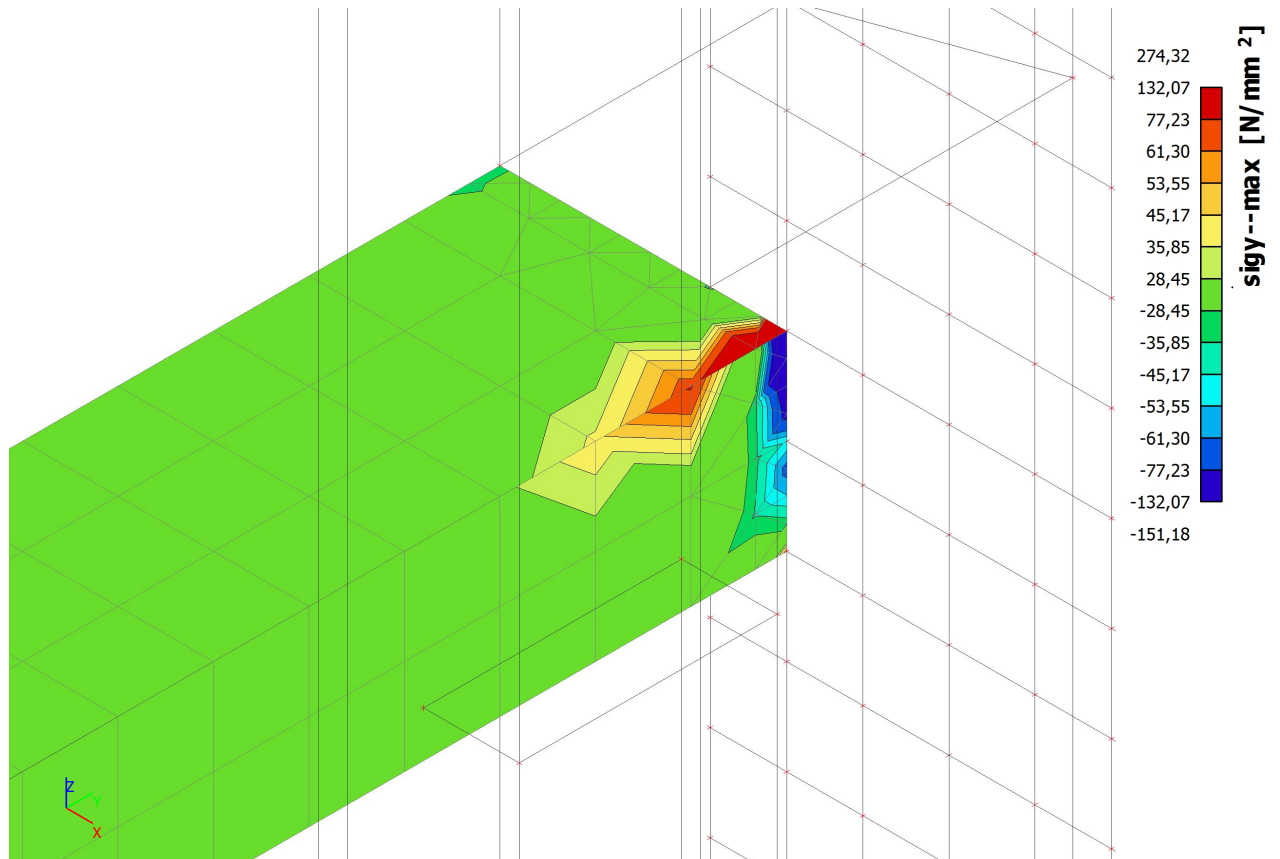
5.1.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,40)



5.1.7. 2D element - Spanningen; sigy-

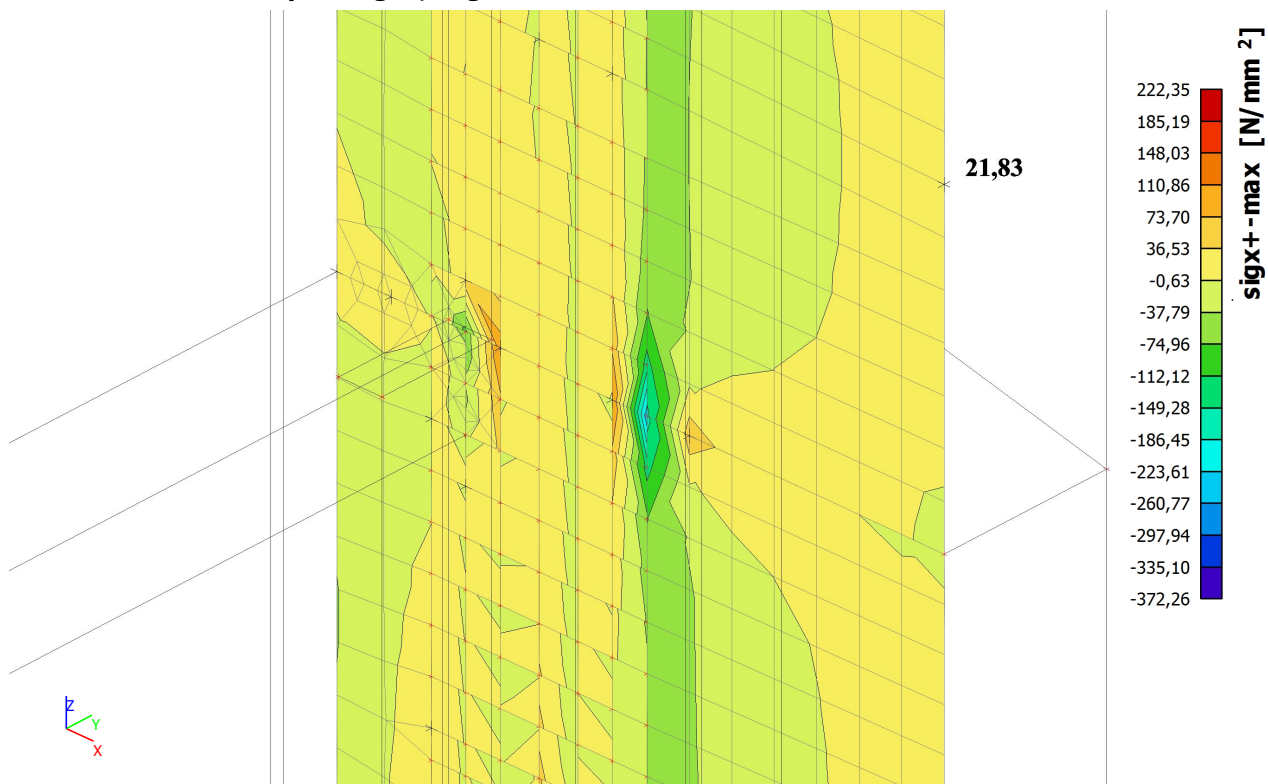


5.1.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,40)

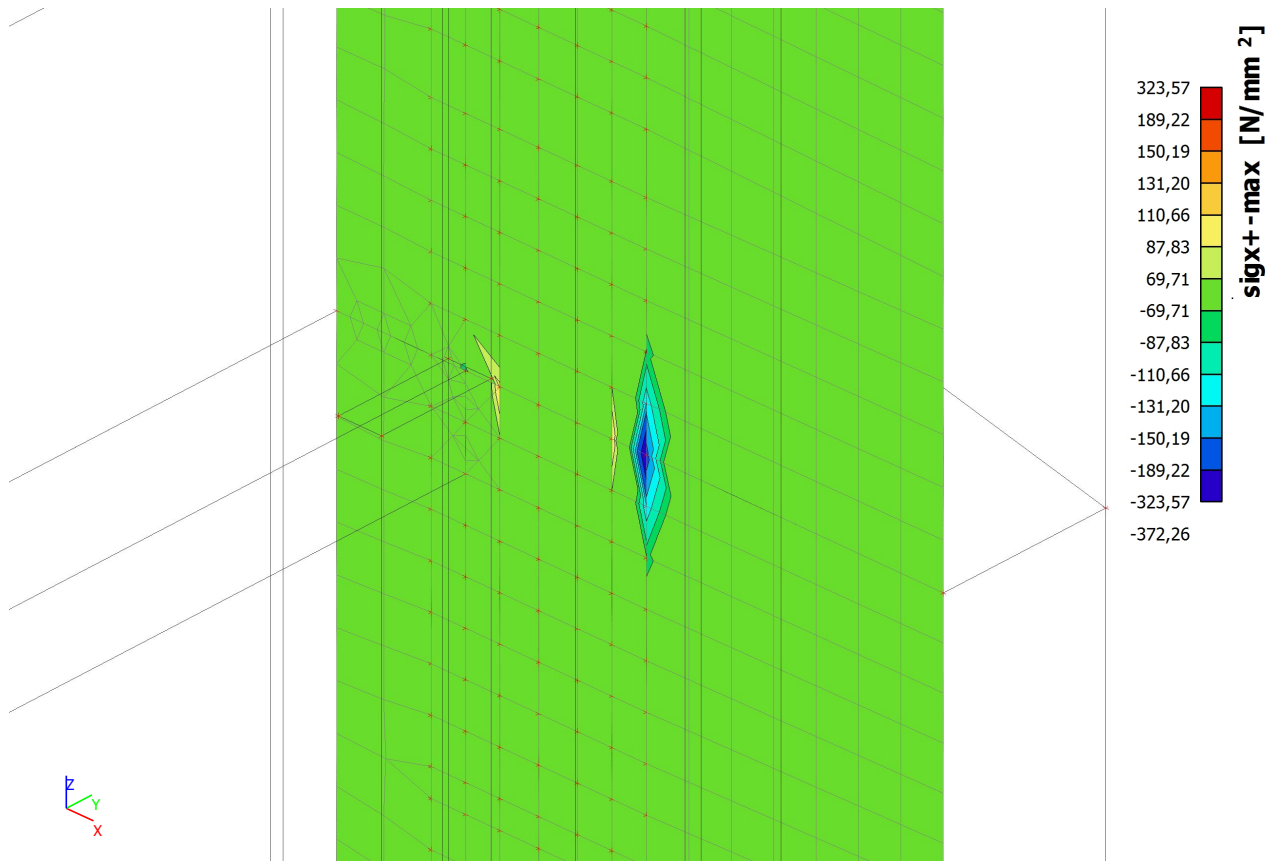


5.2. Voorhar - lijfplaat

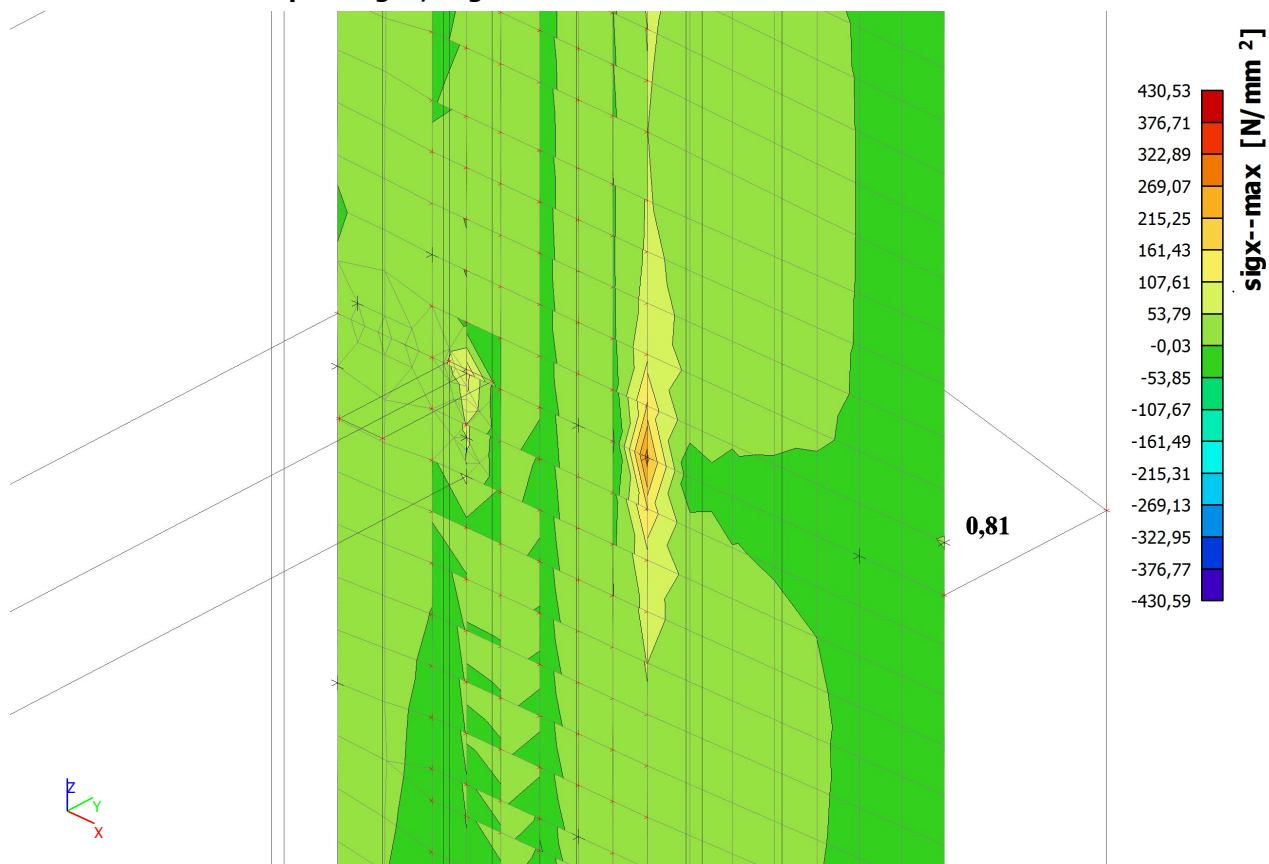
5.2.1. 2D element - Spanningen; σ_{x+}



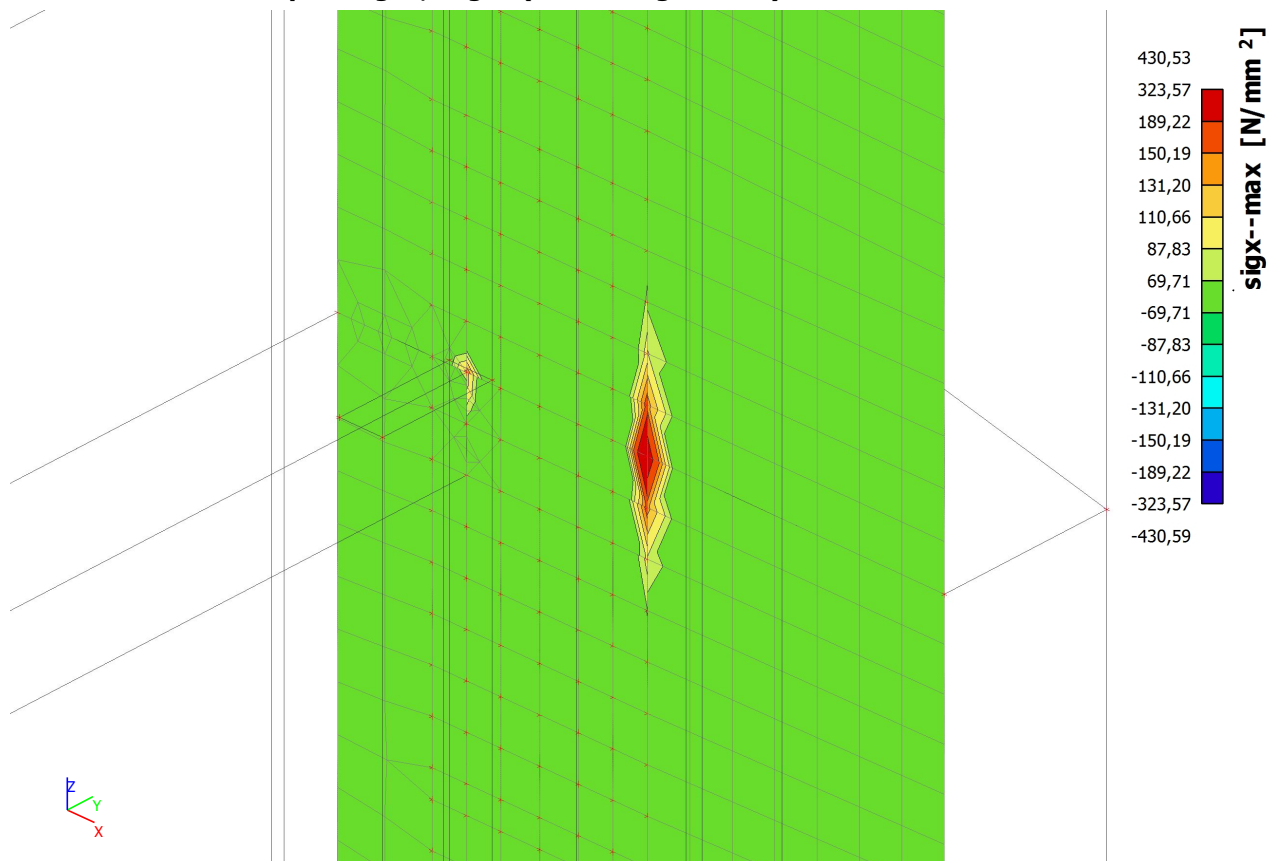
5.2.2. 2D element - Spanningen; σ_{x+} (detailcategorie 63)



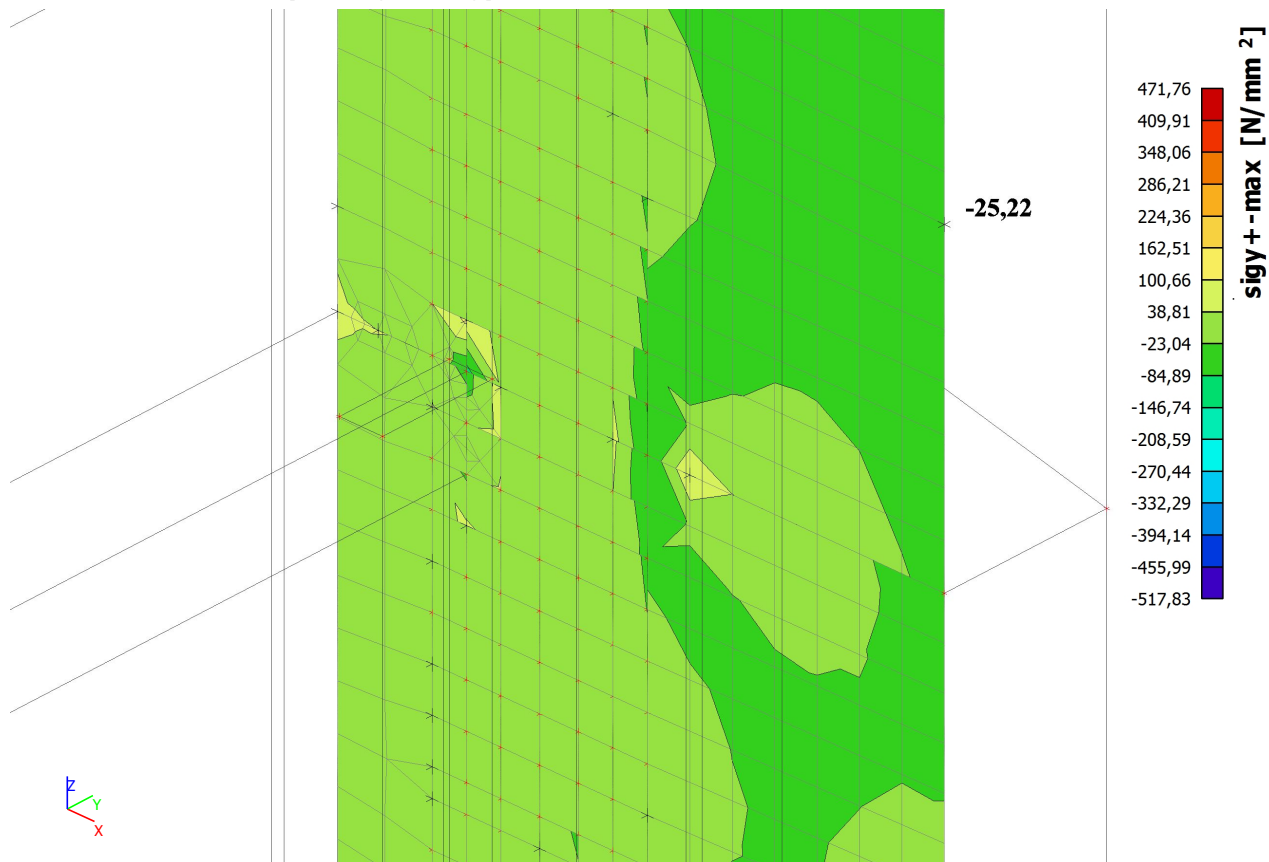
5.2.3. 2D element - Spanningen; sigx-



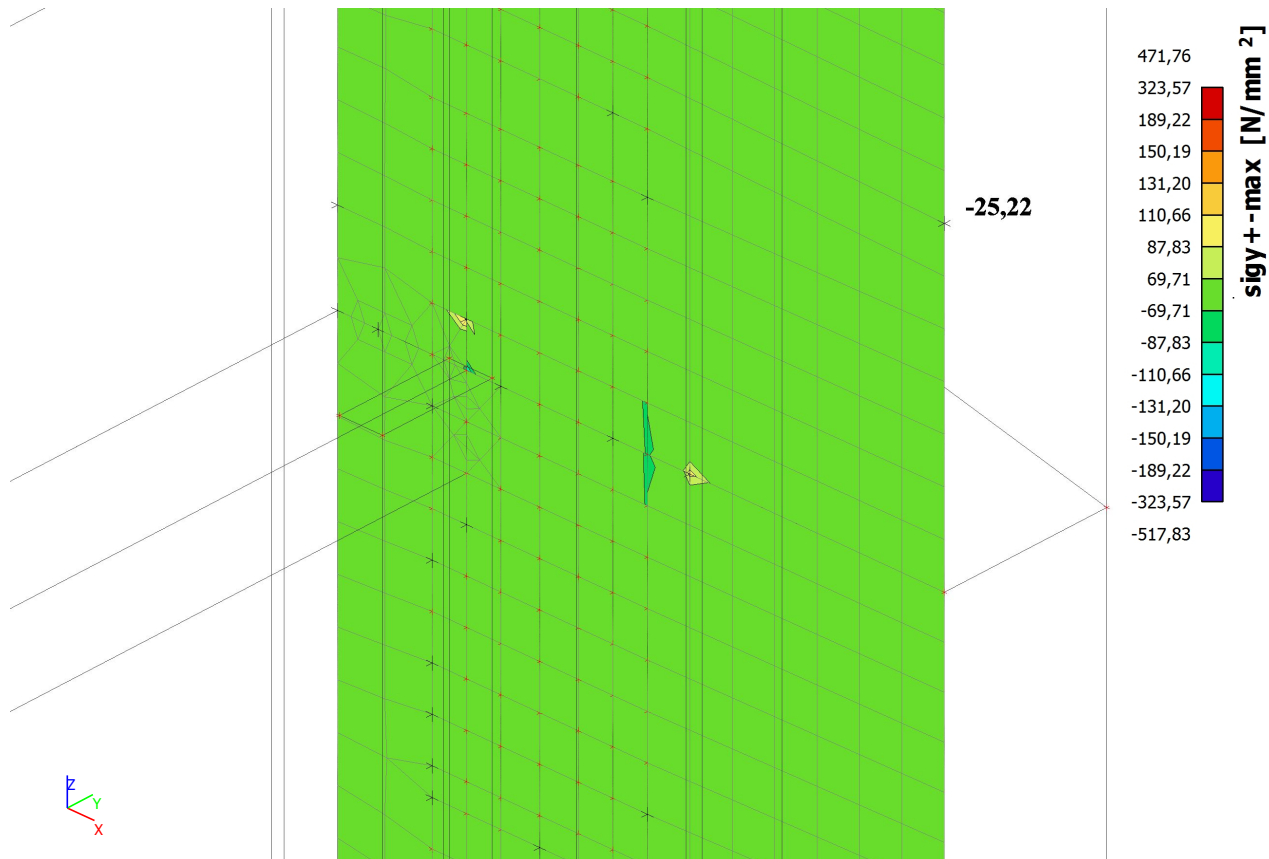
5.2.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 63)



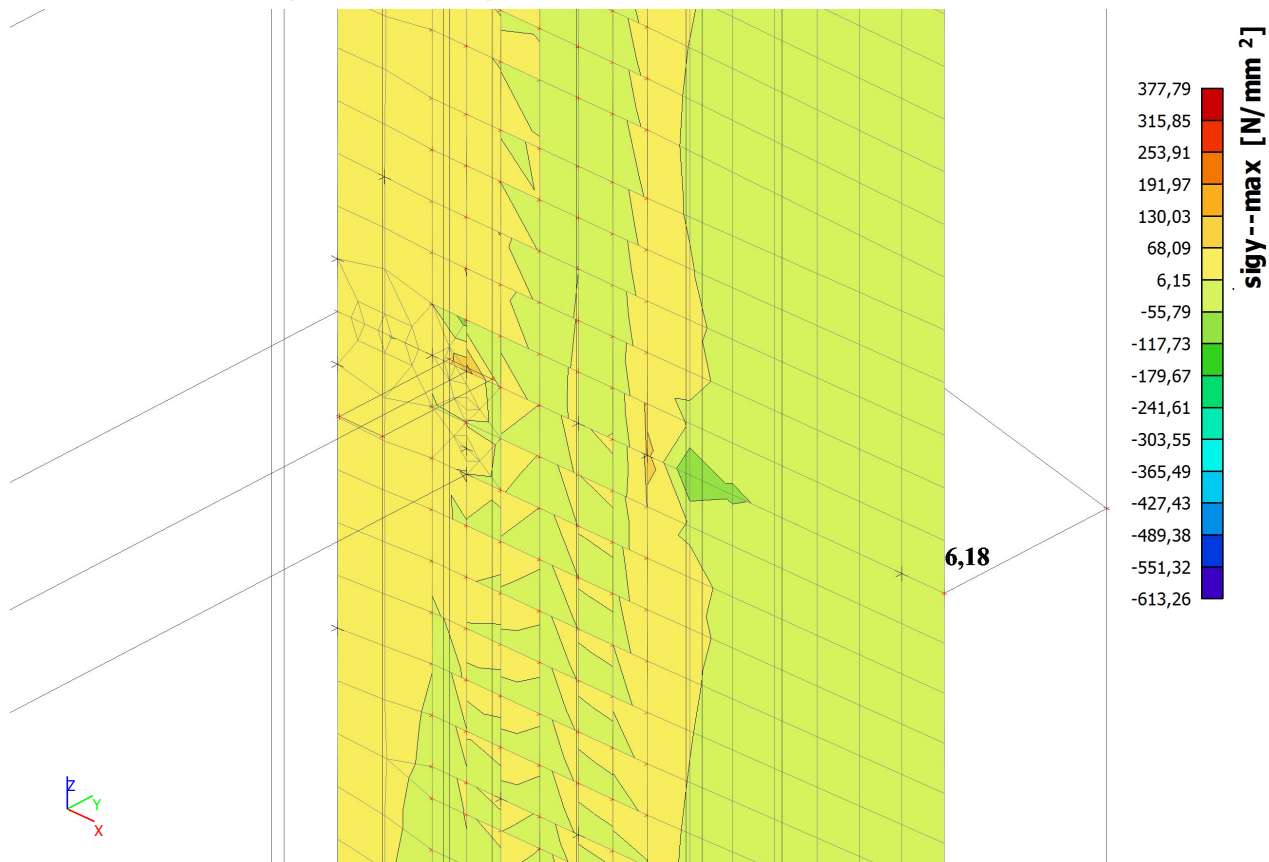
5.2.5. 2D element - Spanningen; sigy+



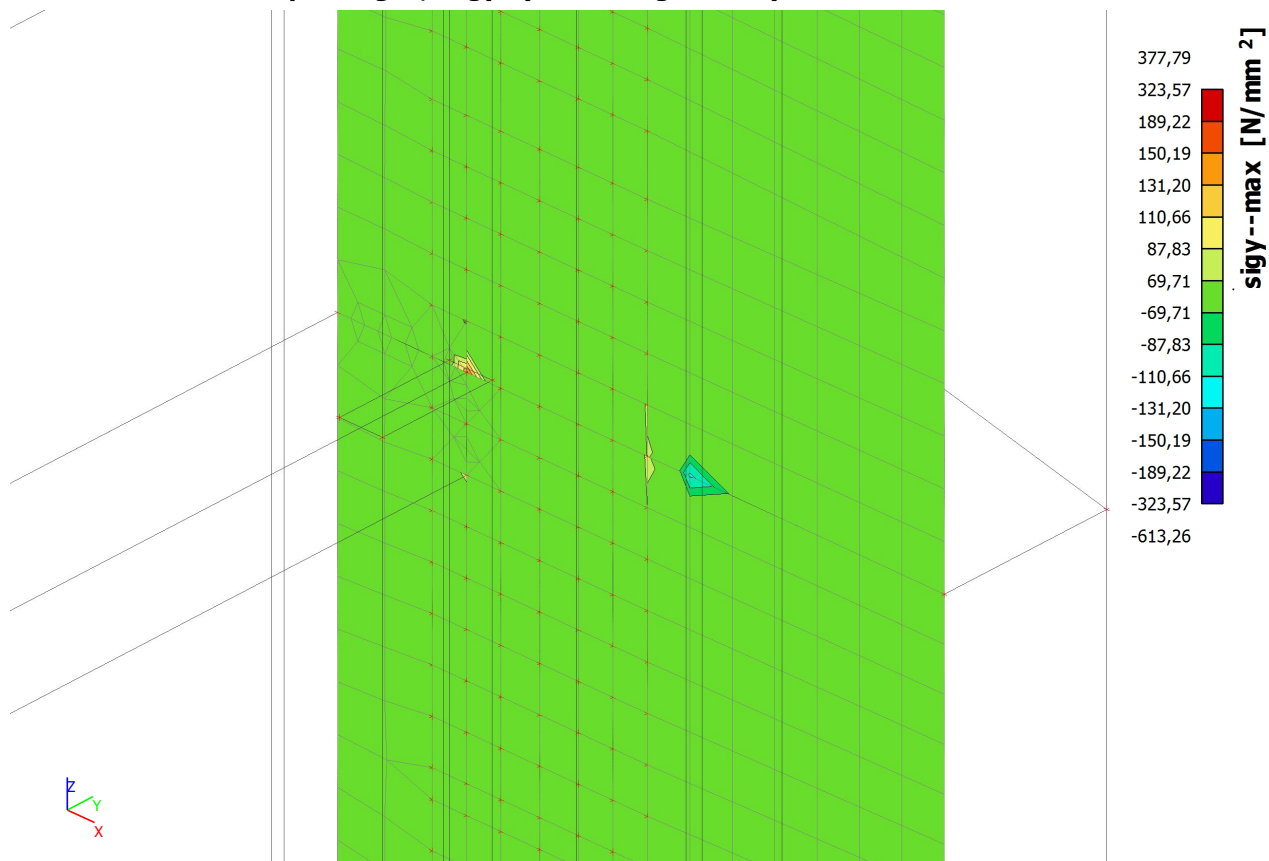
5.2.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 63)



5.2.7. 2D element - Spanningen; sigy-

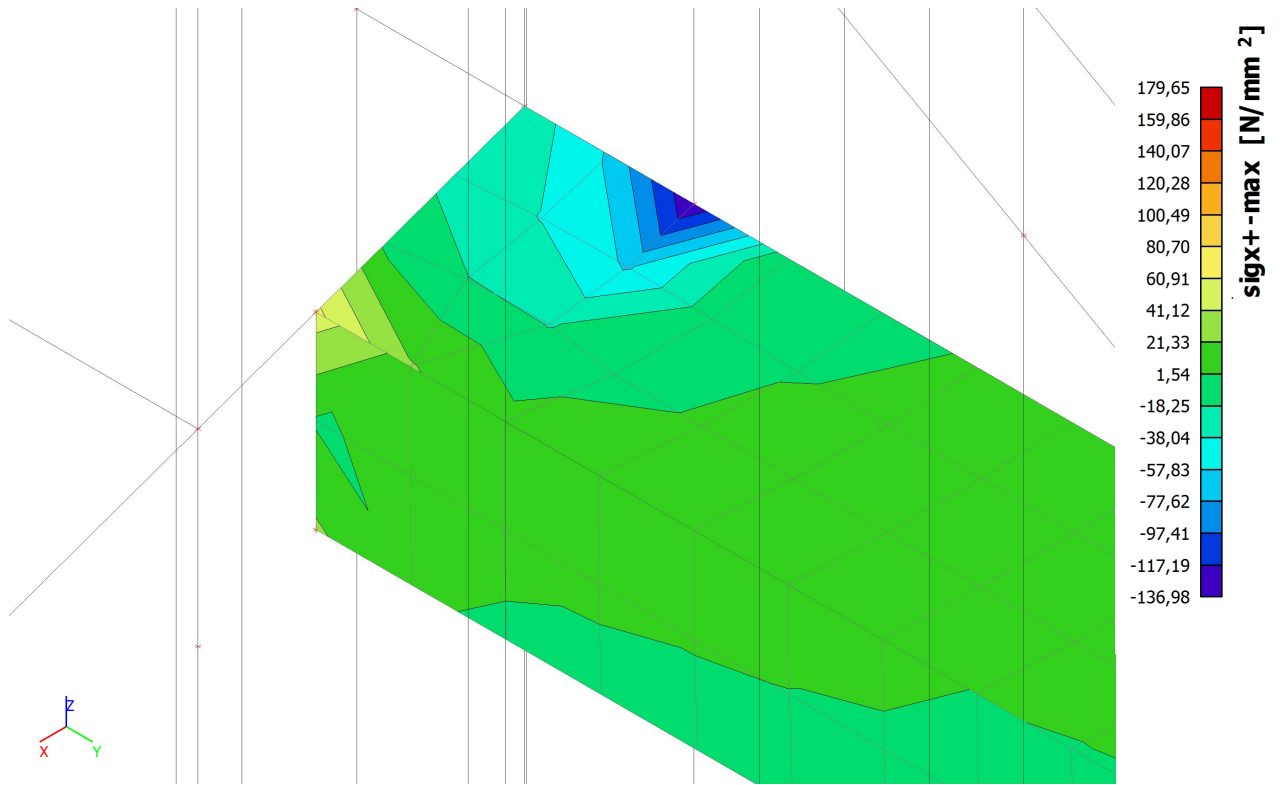


5.2.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 63)

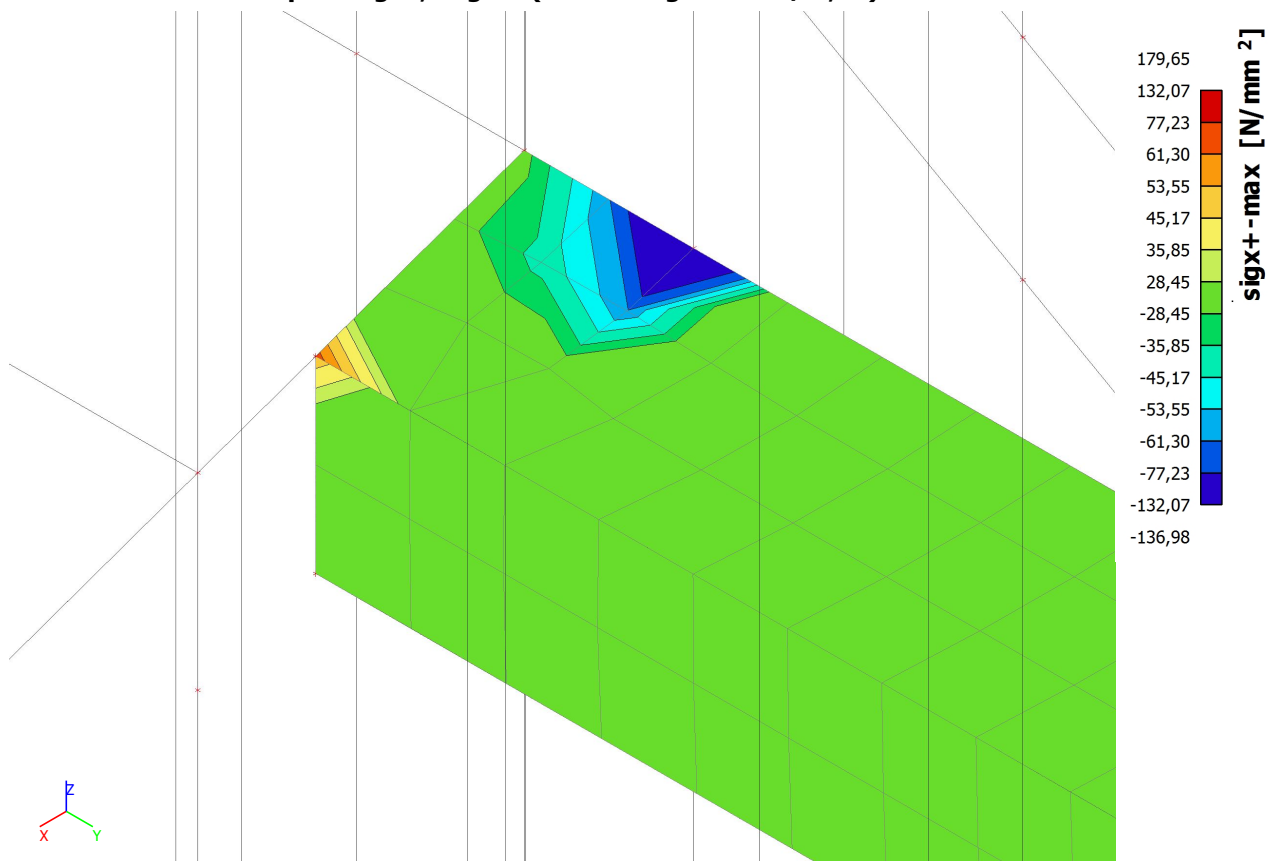


5.3. Achterhar - langsverstijver

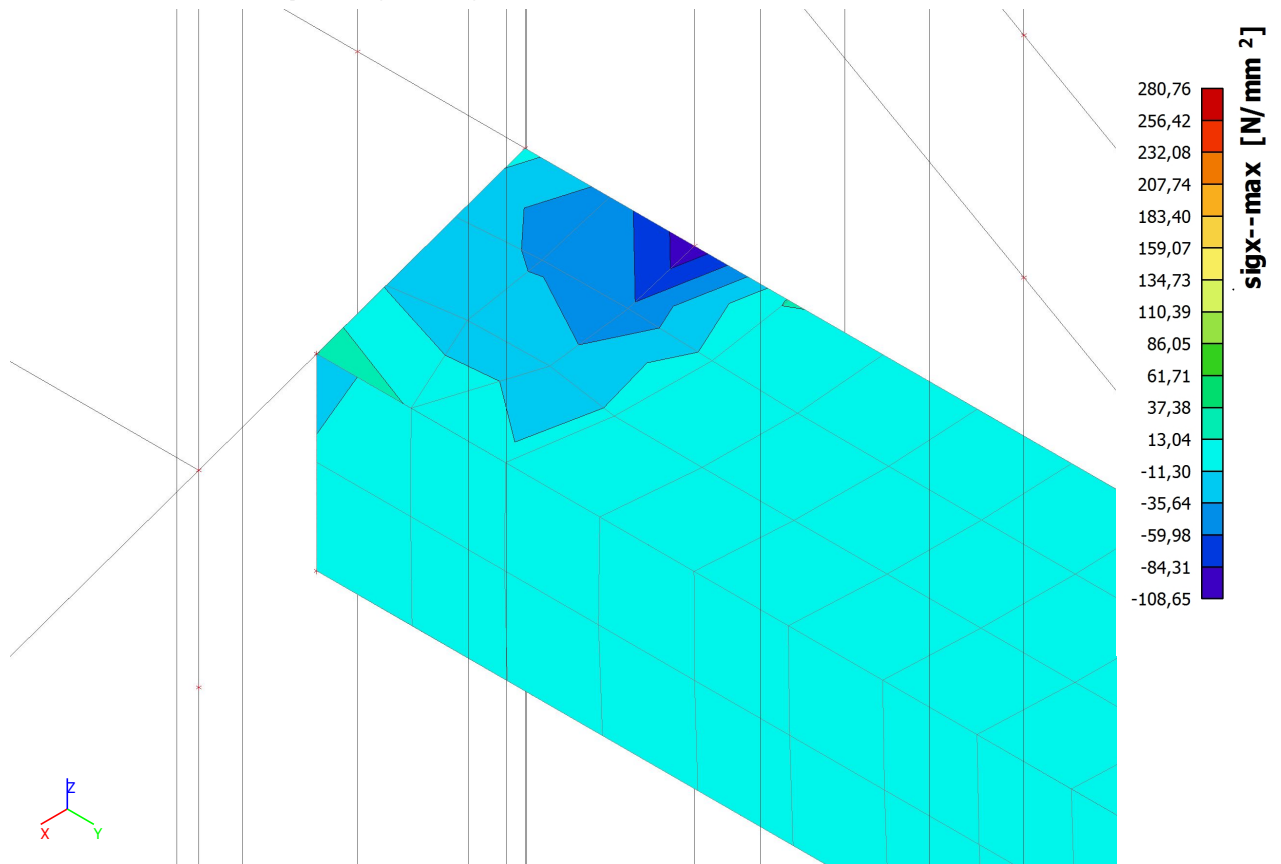
5.3.1. 2D element - Spanningen; sigx+



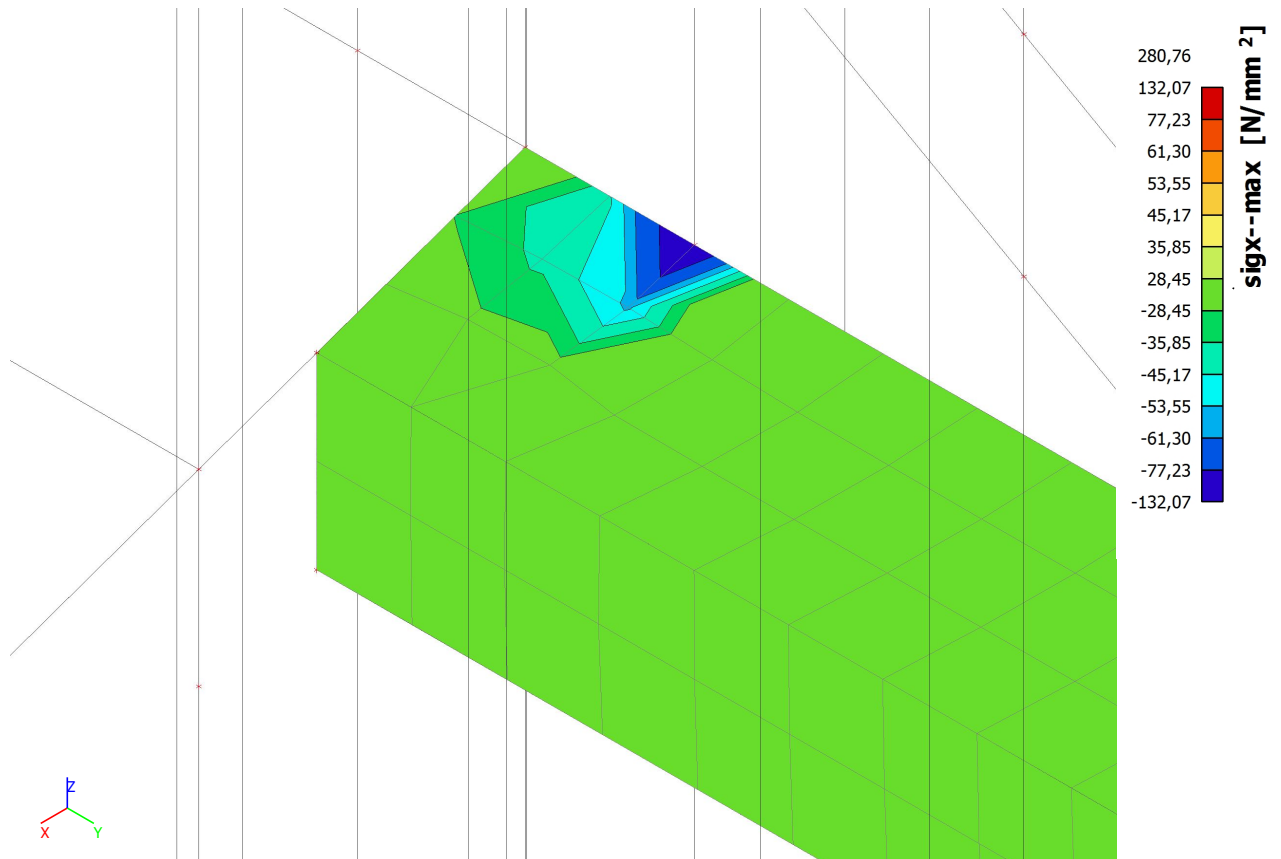
5.3.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 36 / 1,40)



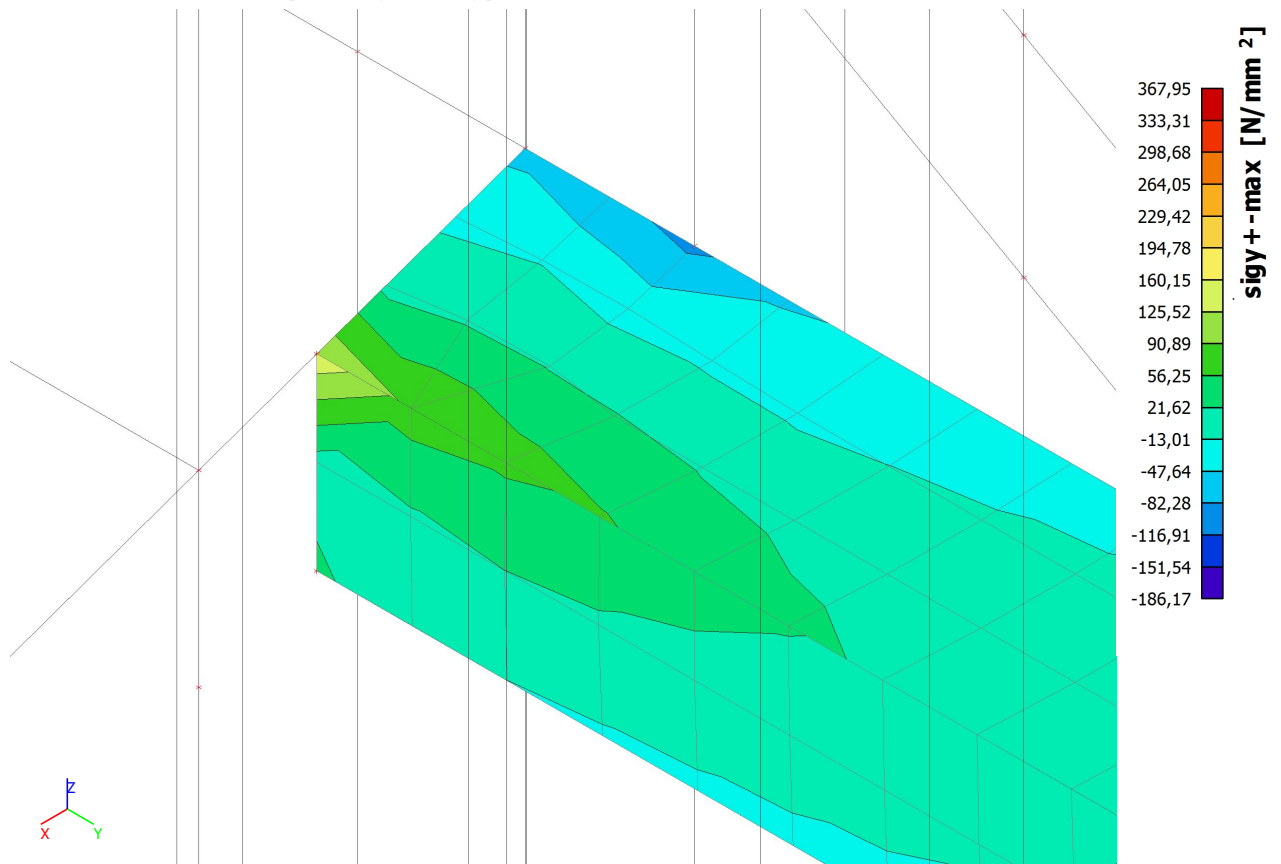
5.3.3. 2D element - Spanningen; sigx-



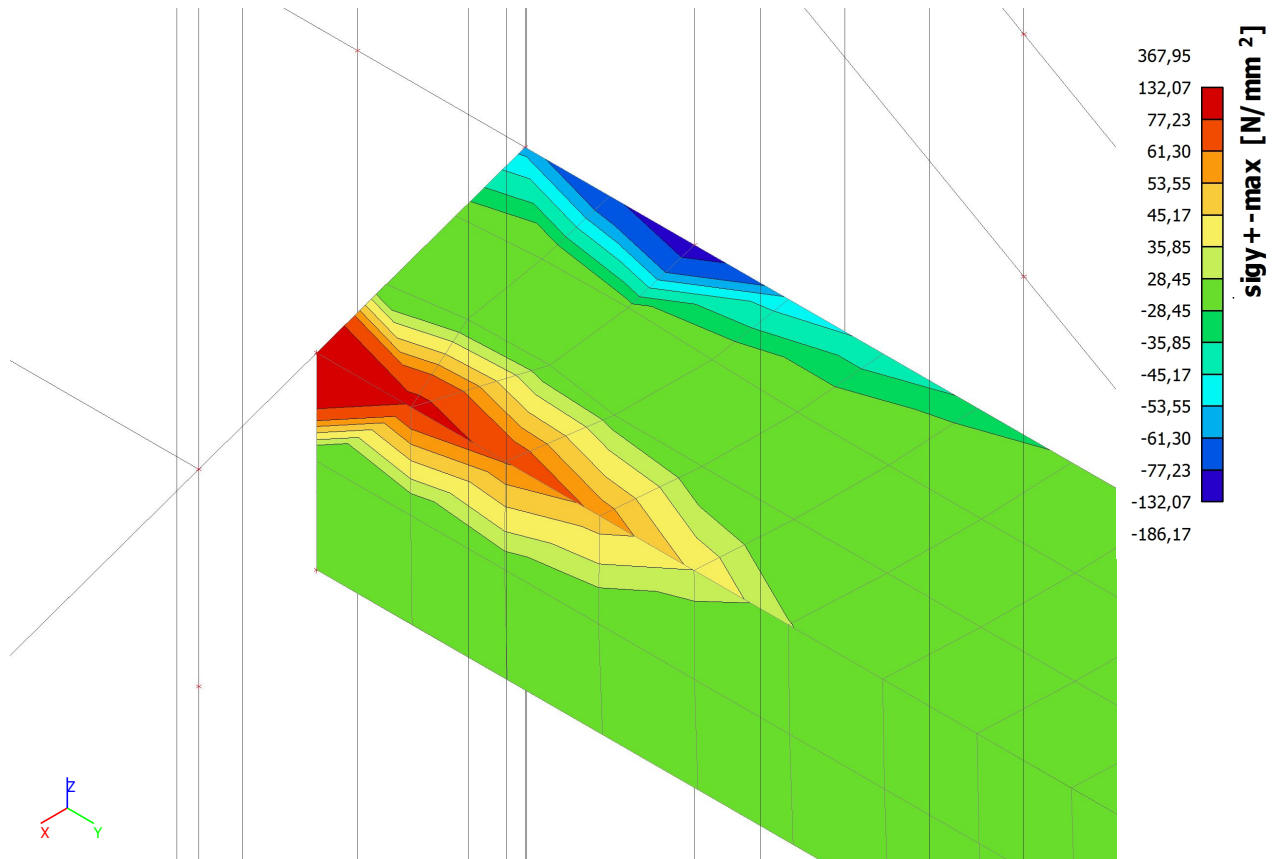
5.3.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,40)



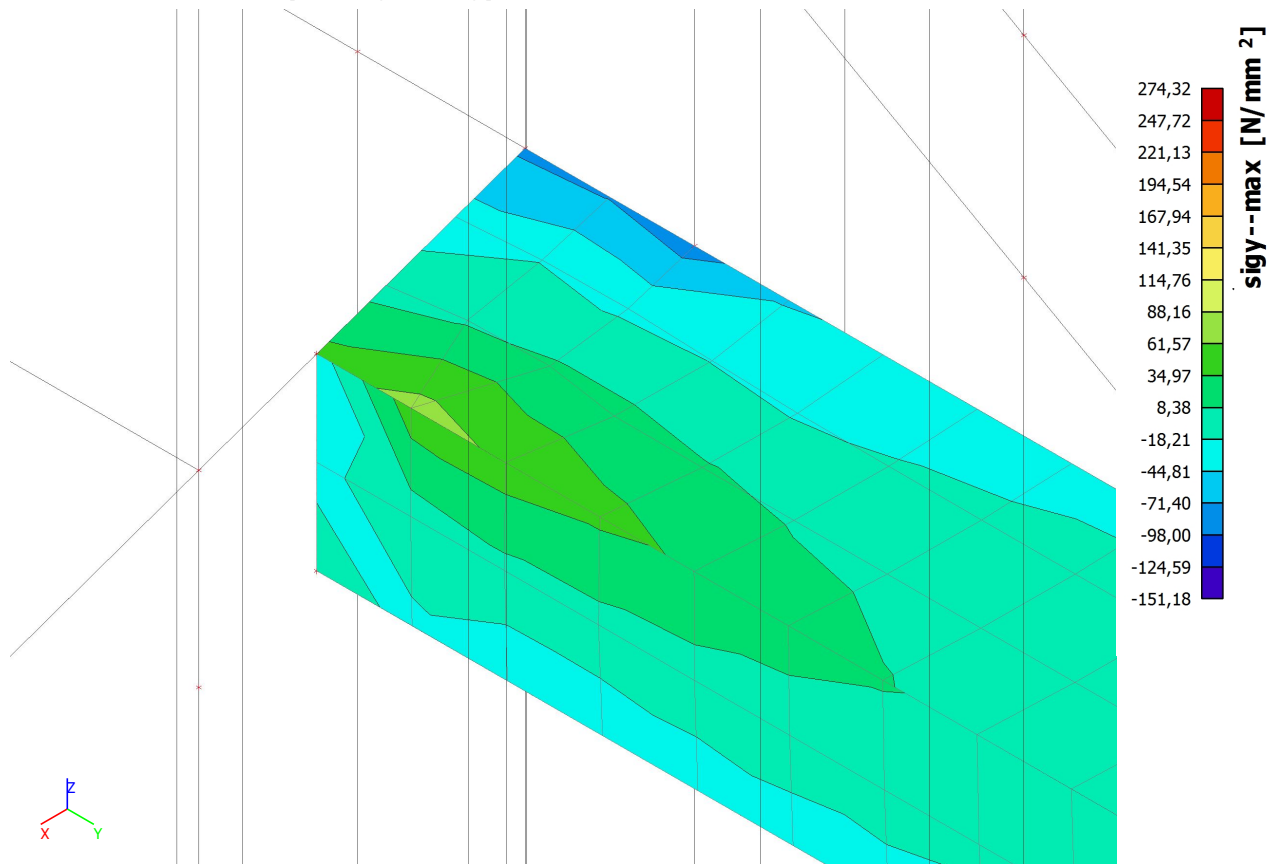
5.3.5. 2D element - Spanningen; sigy+



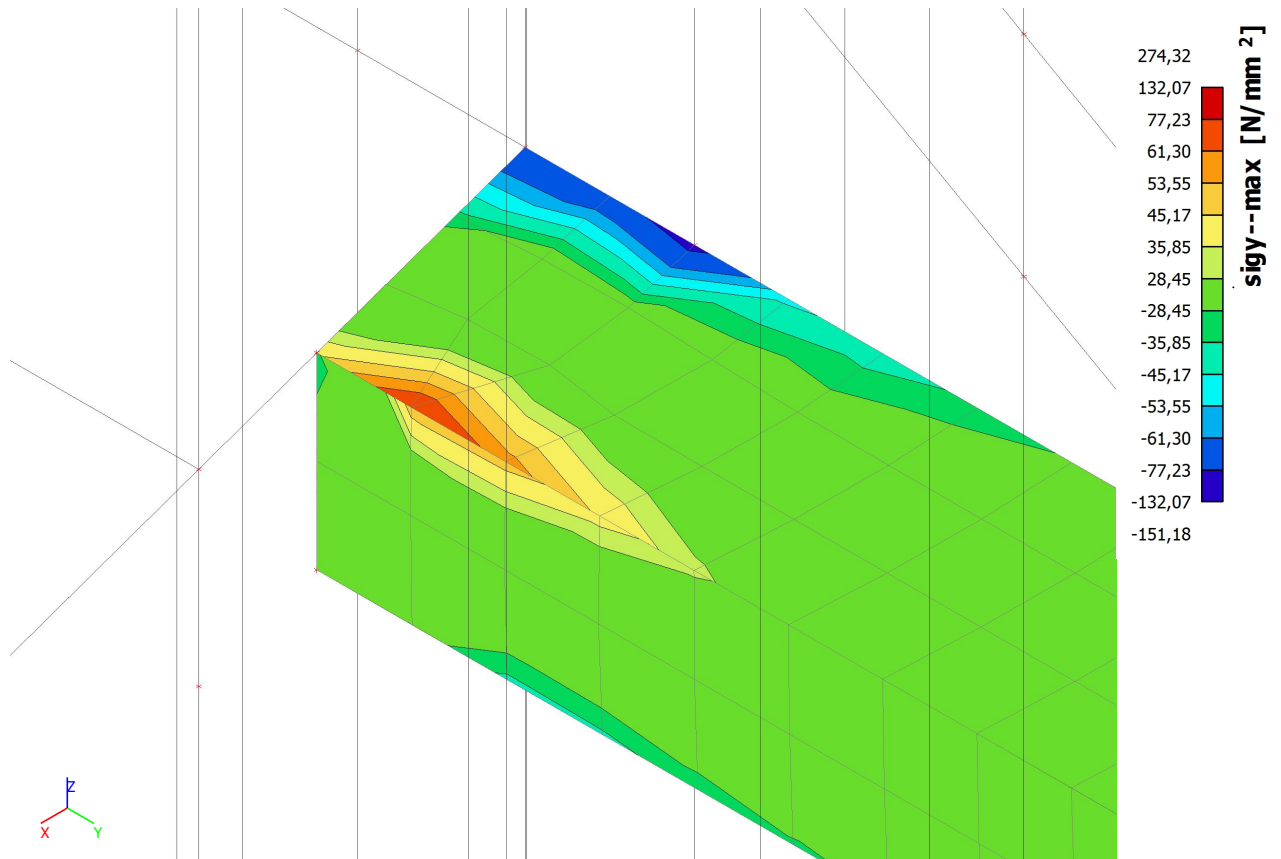
5.3.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,40)



5.3.7. 2D element - Spanningen; sigy-

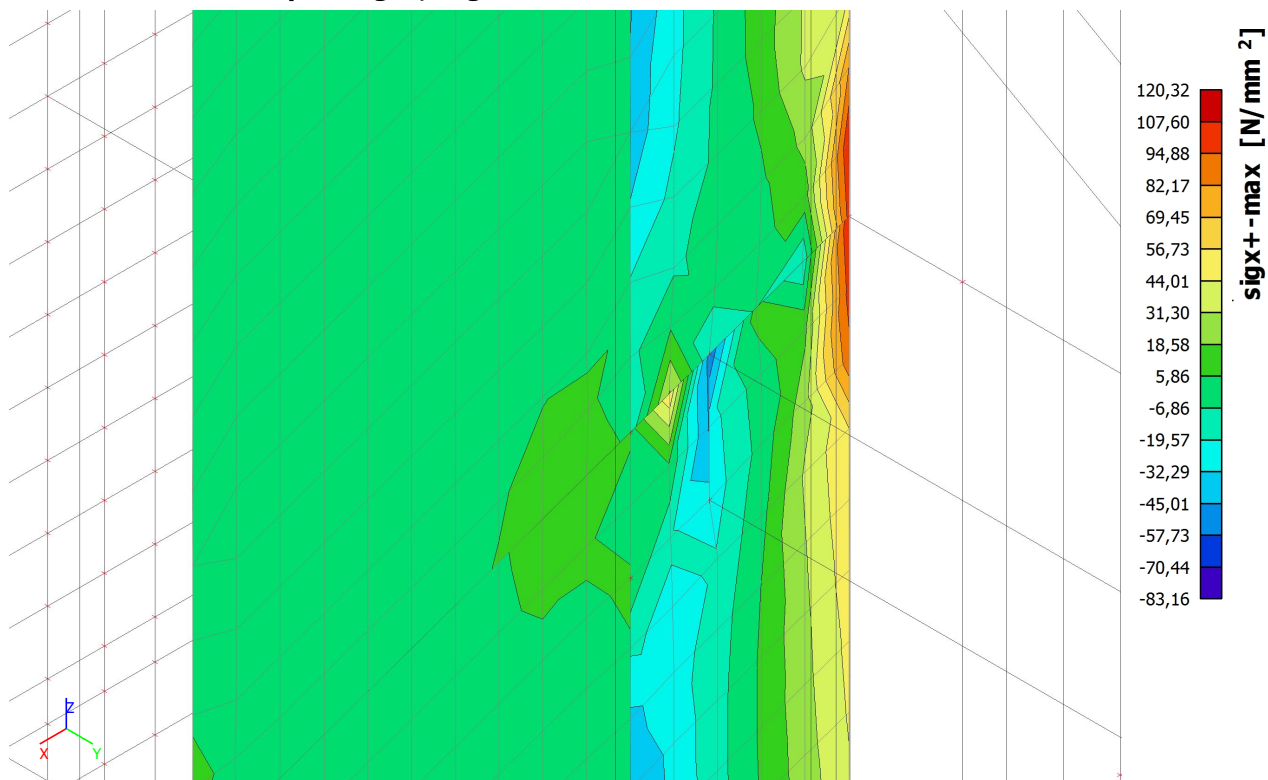


5.3.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,40)

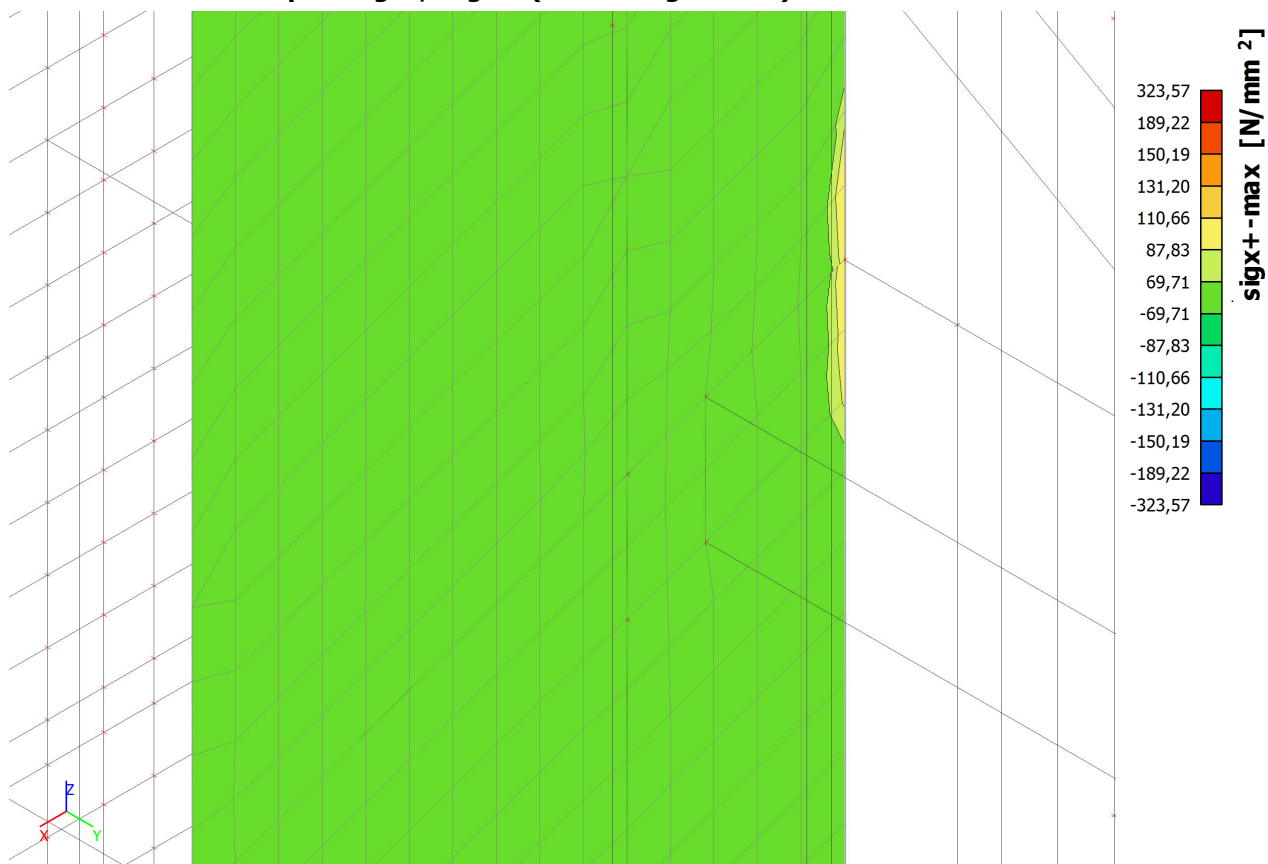


5.4. Achterhar - lijfplaat

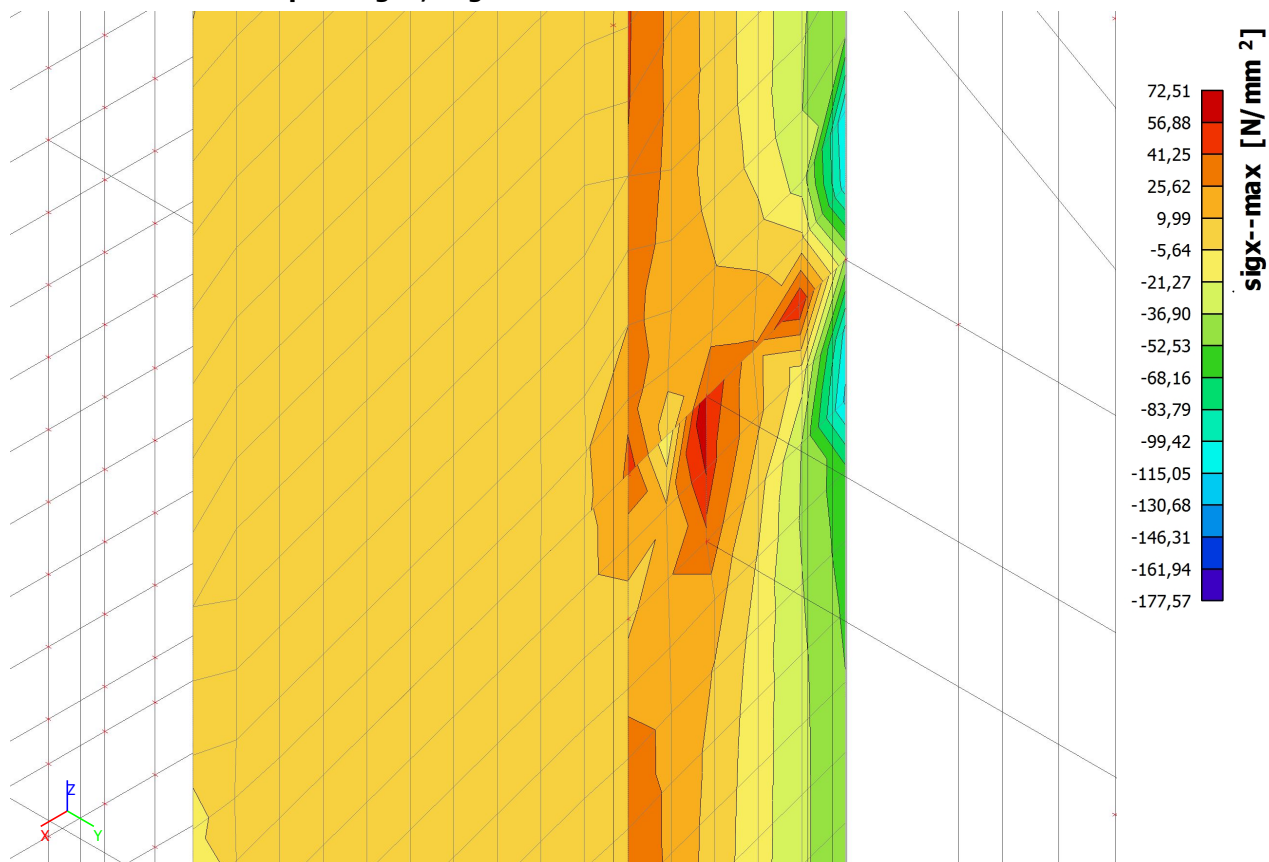
5.4.1. 2D element - Spanningen; sigx+



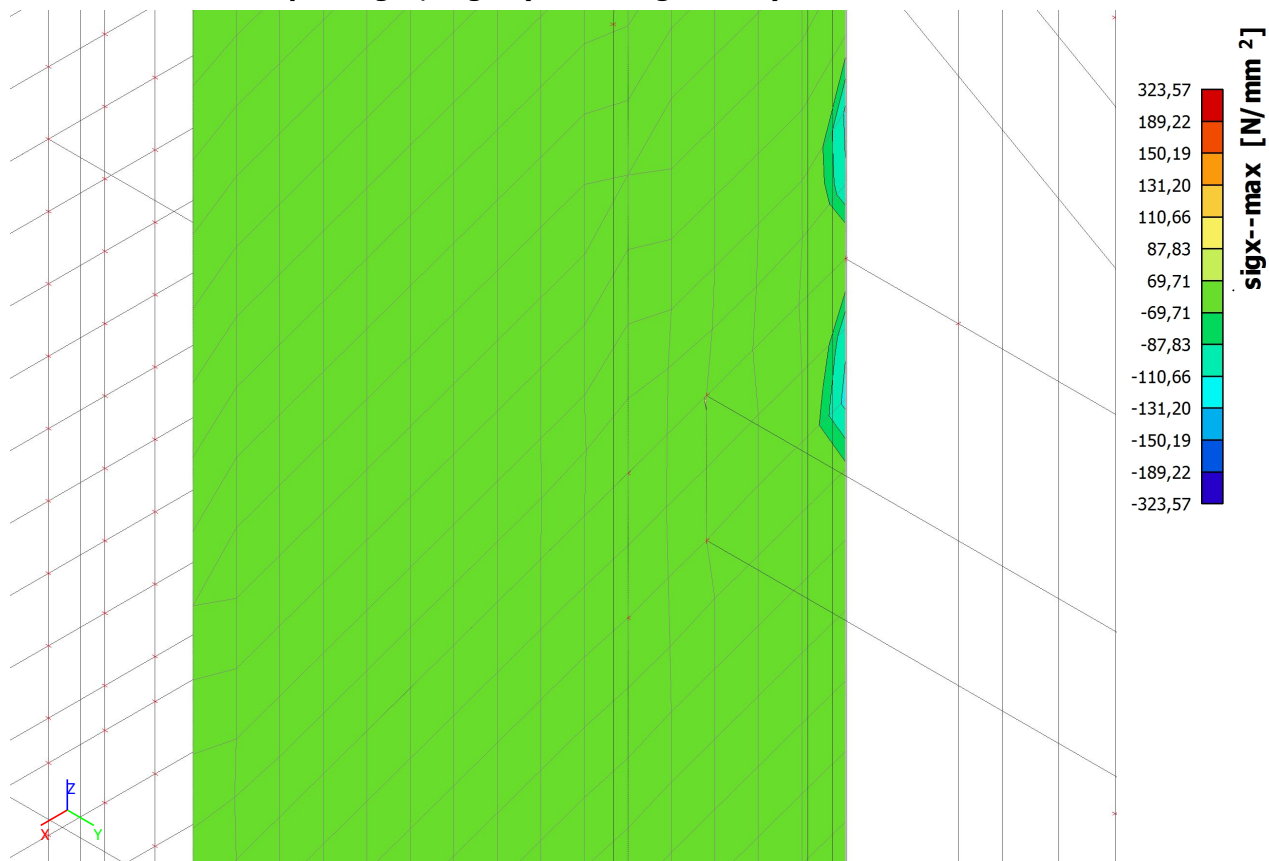
5.4.2. 2D element - Spanningen; sigx+ (detailcategorie 63)



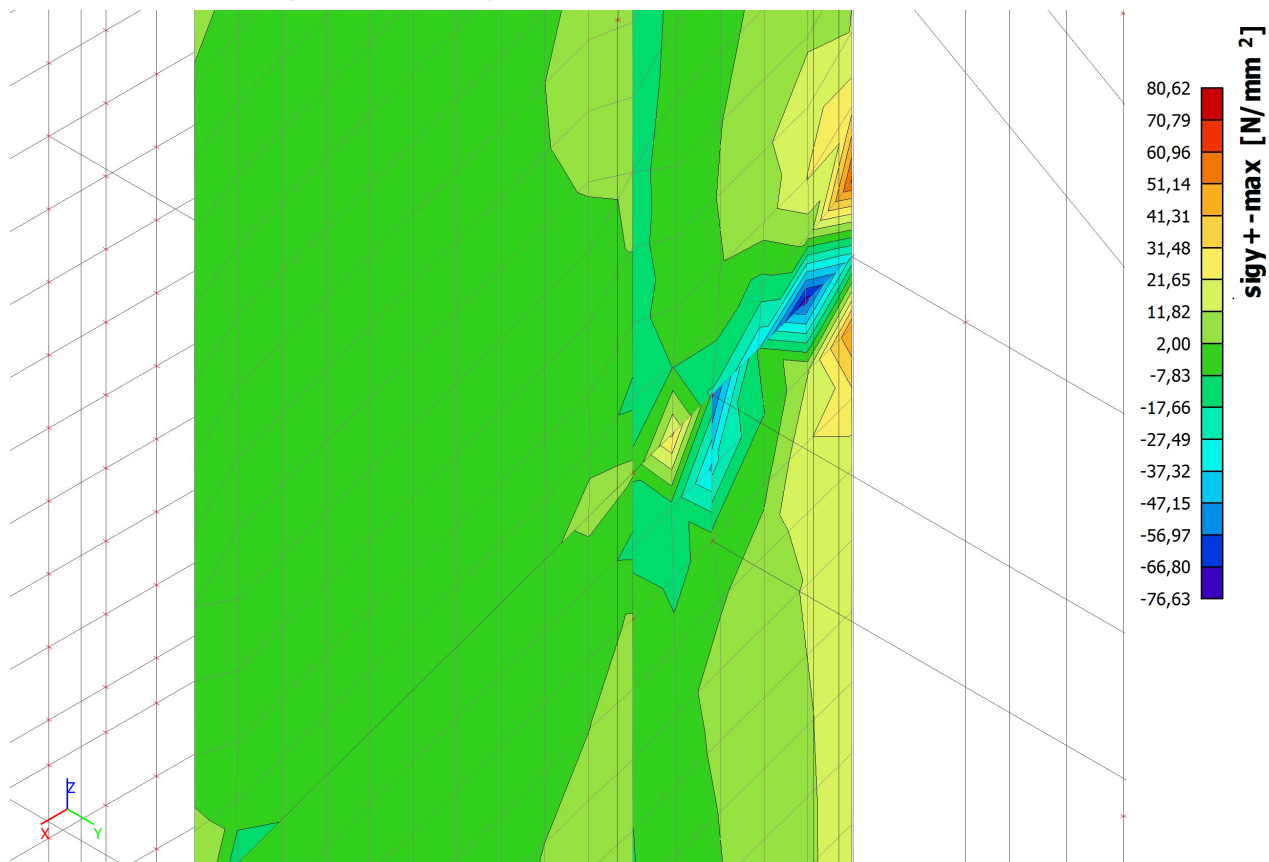
5.4.3. 2D element - Spanningen; sigx-



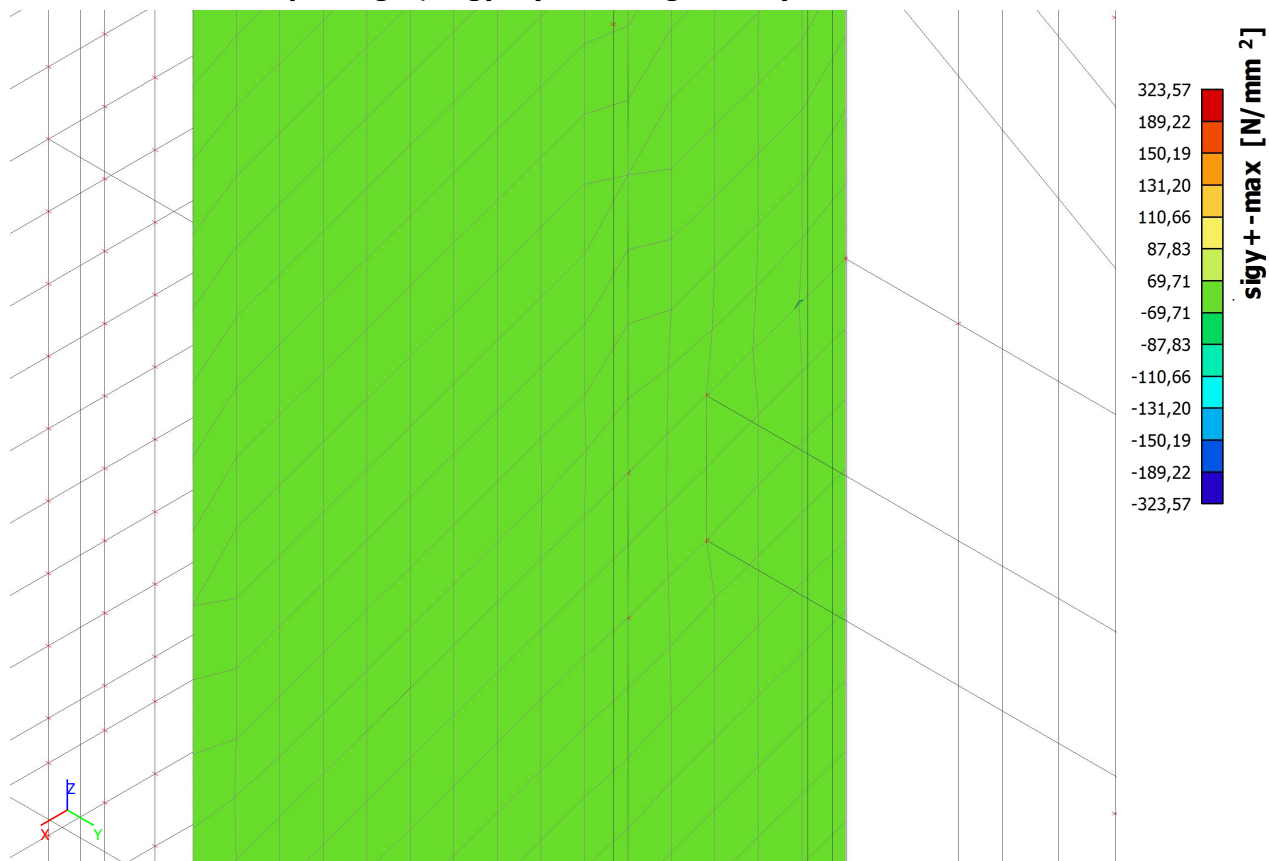
5.4.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 63)



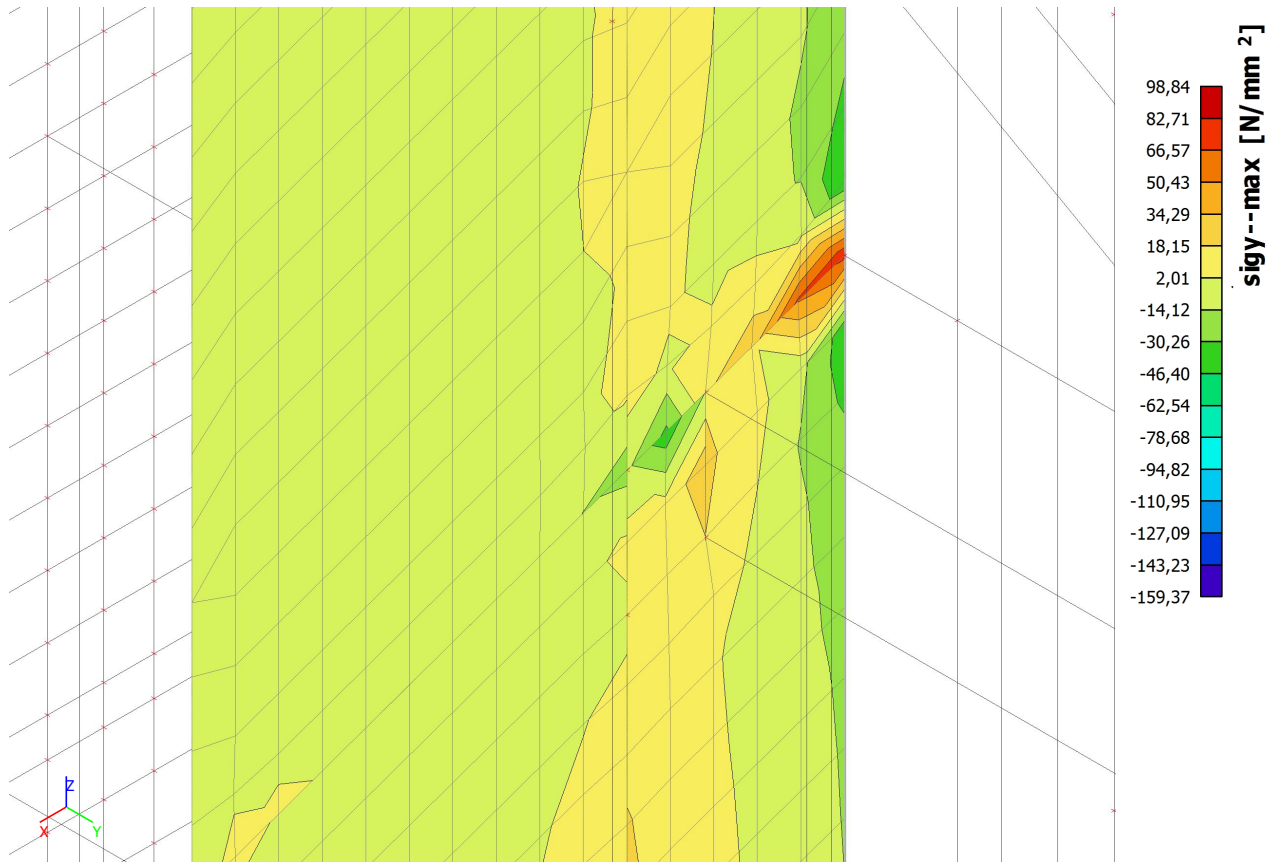
5.4.5. 2D element - Spanningen; sigy+



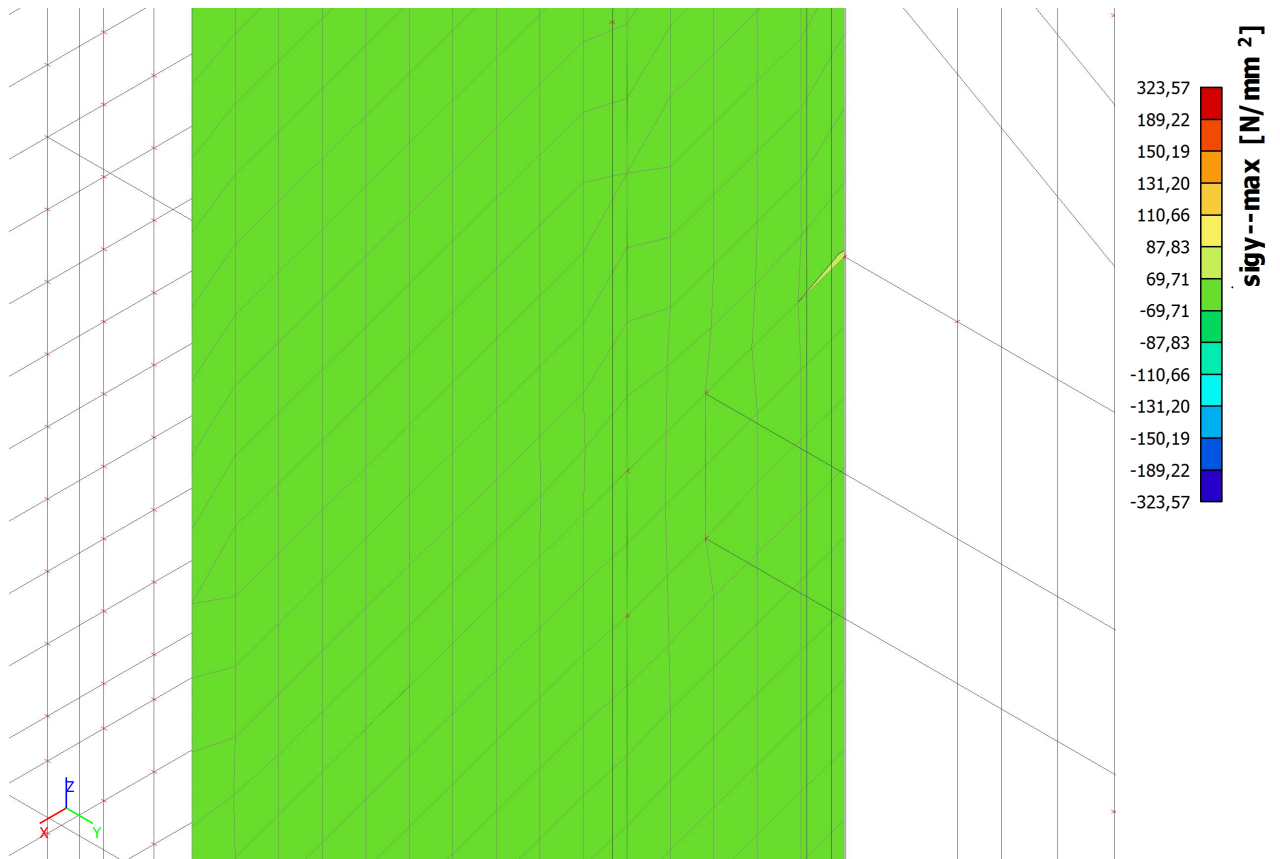
5.4.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 63)



5.4.7. 2D element - Spanningen; sigy-

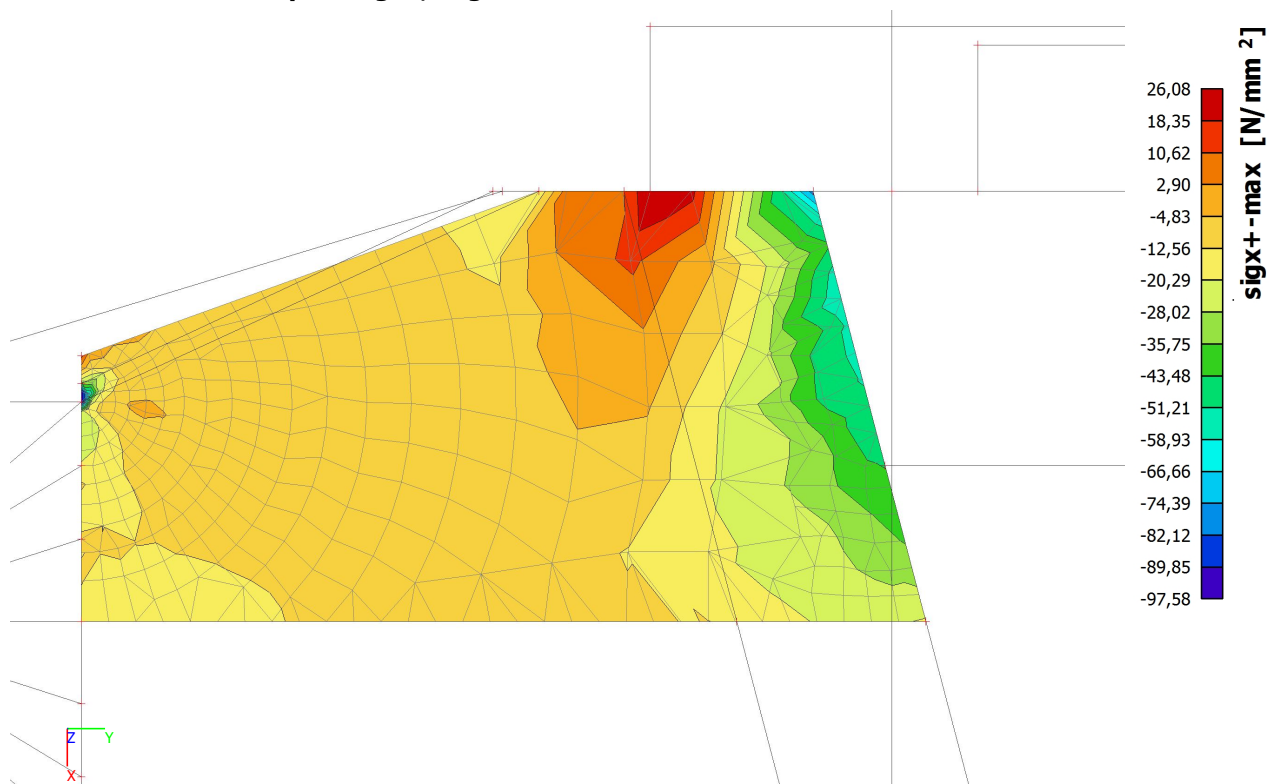


5.4.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 63)

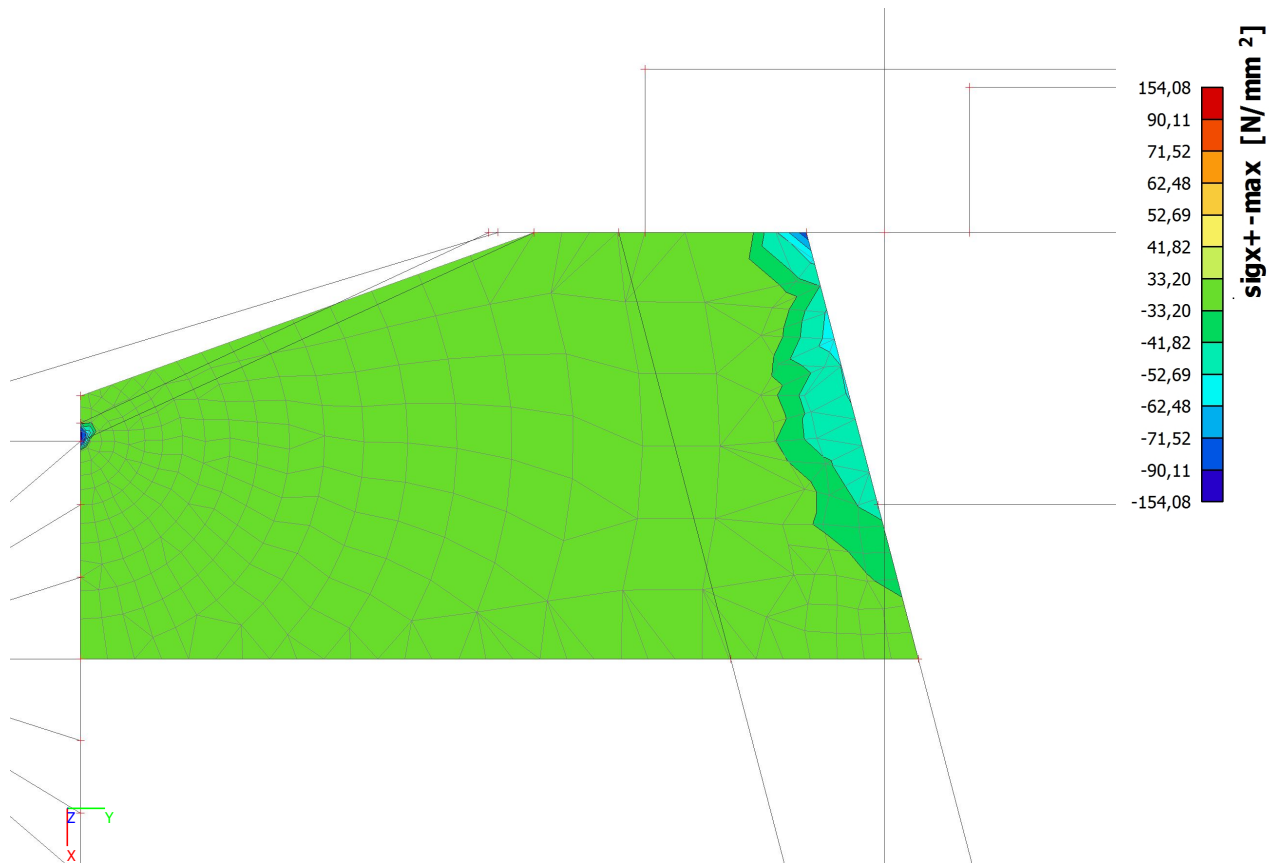


5.5. Achterhar - schot

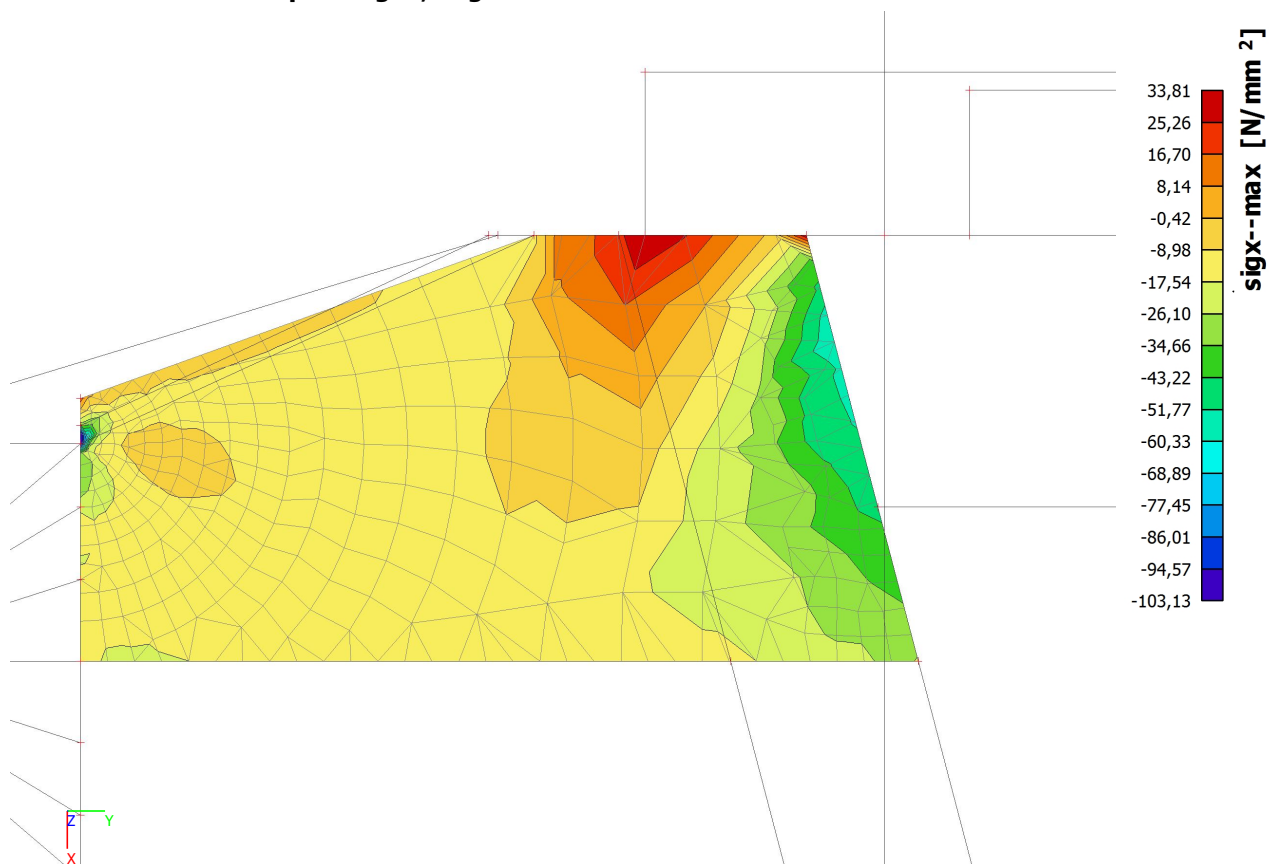
5.5.1. 2D element - Spanningen; σ_{gx+}



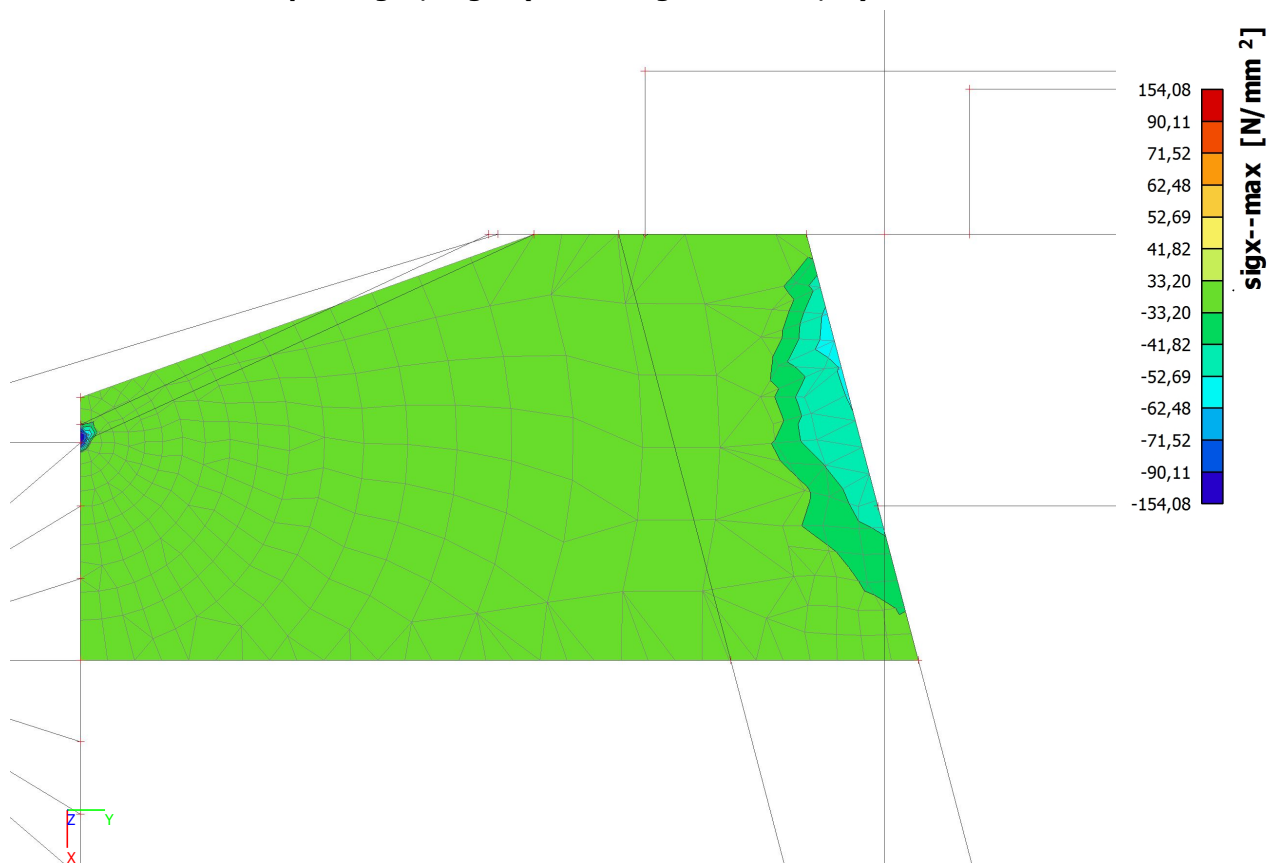
5.5.2. 2D element - Spanningen; σ_{gx+} (detailcategorie 36 / 1,20)



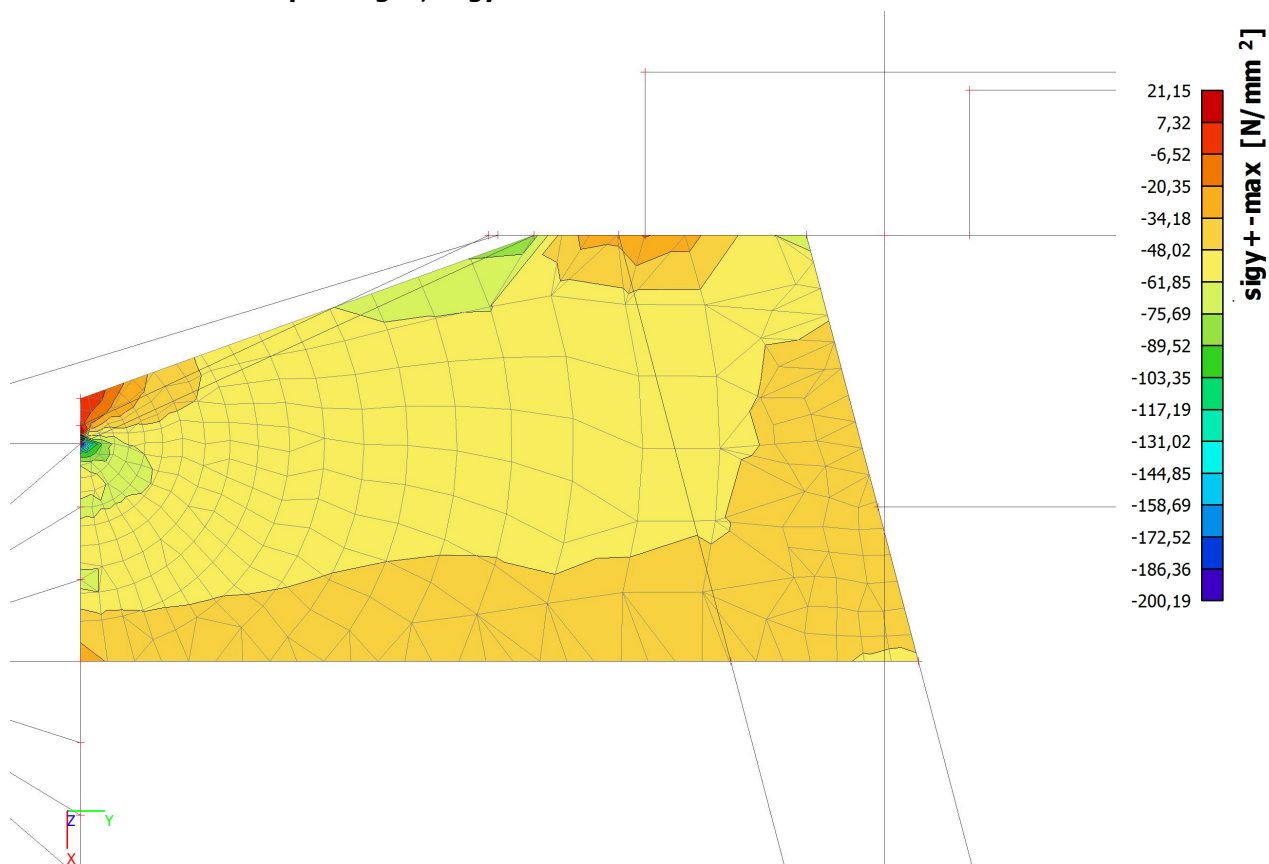
5.5.3. 2D element - Spanningen; sigx-



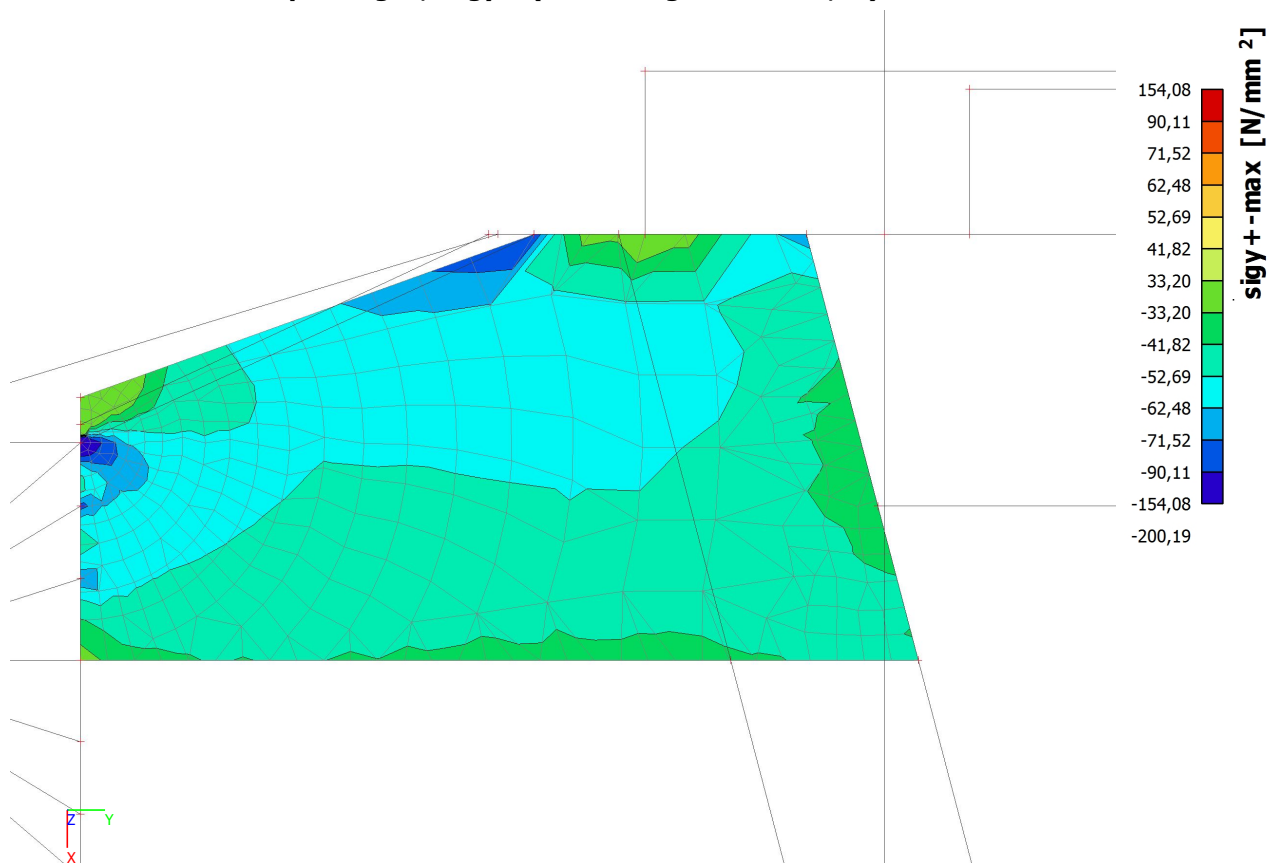
5.5.4. 2D element - Spanningen; sigx- (detailcategorie 36 / 1,20)



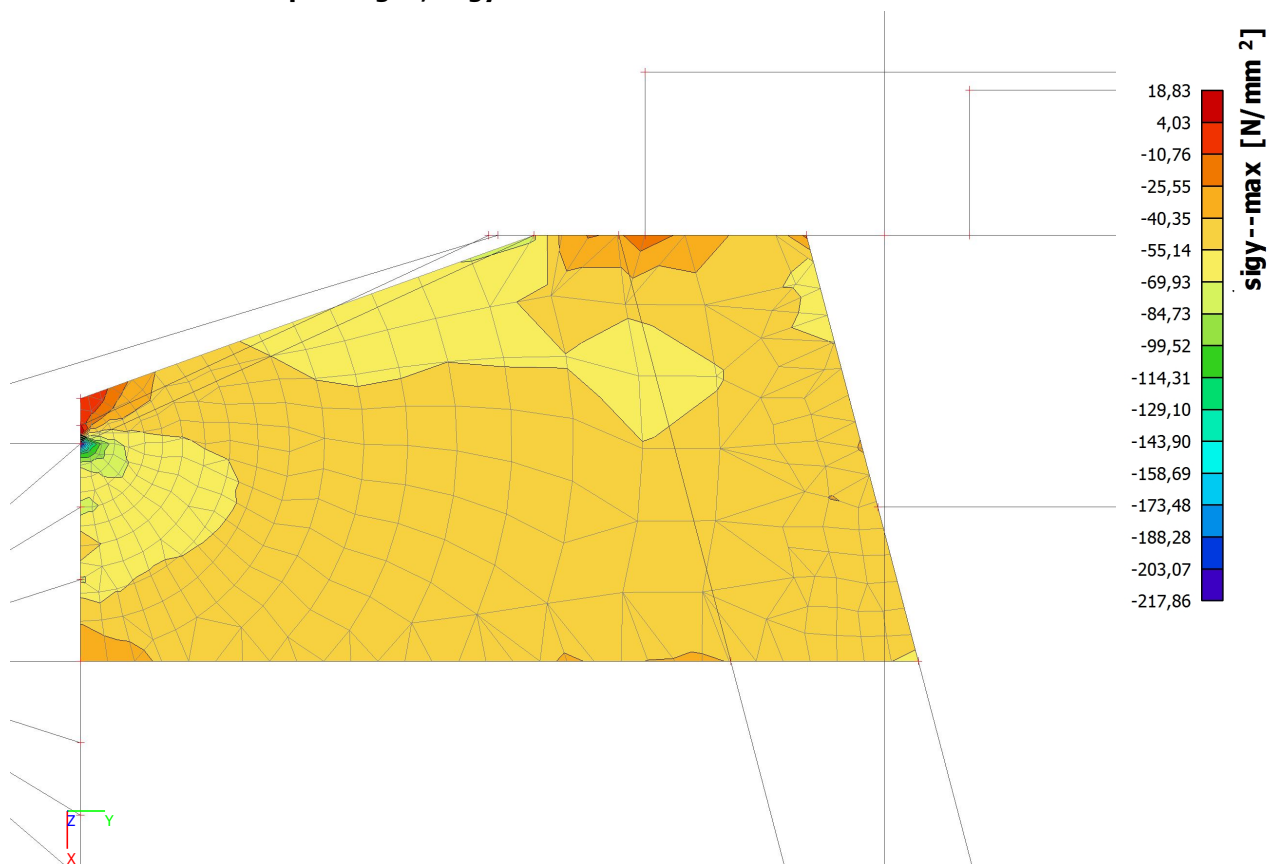
5.5.5. 2D element - Spanningen; sigy+



5.5.6. 2D element - Spanningen; sigy+ (detailcategorie 36 / 1,20)



5.5.7. 2D element - Spanningen; sigy-



5.5.8. 2D element - Spanningen; sigy- (detailcategorie 36 / 1,20)

