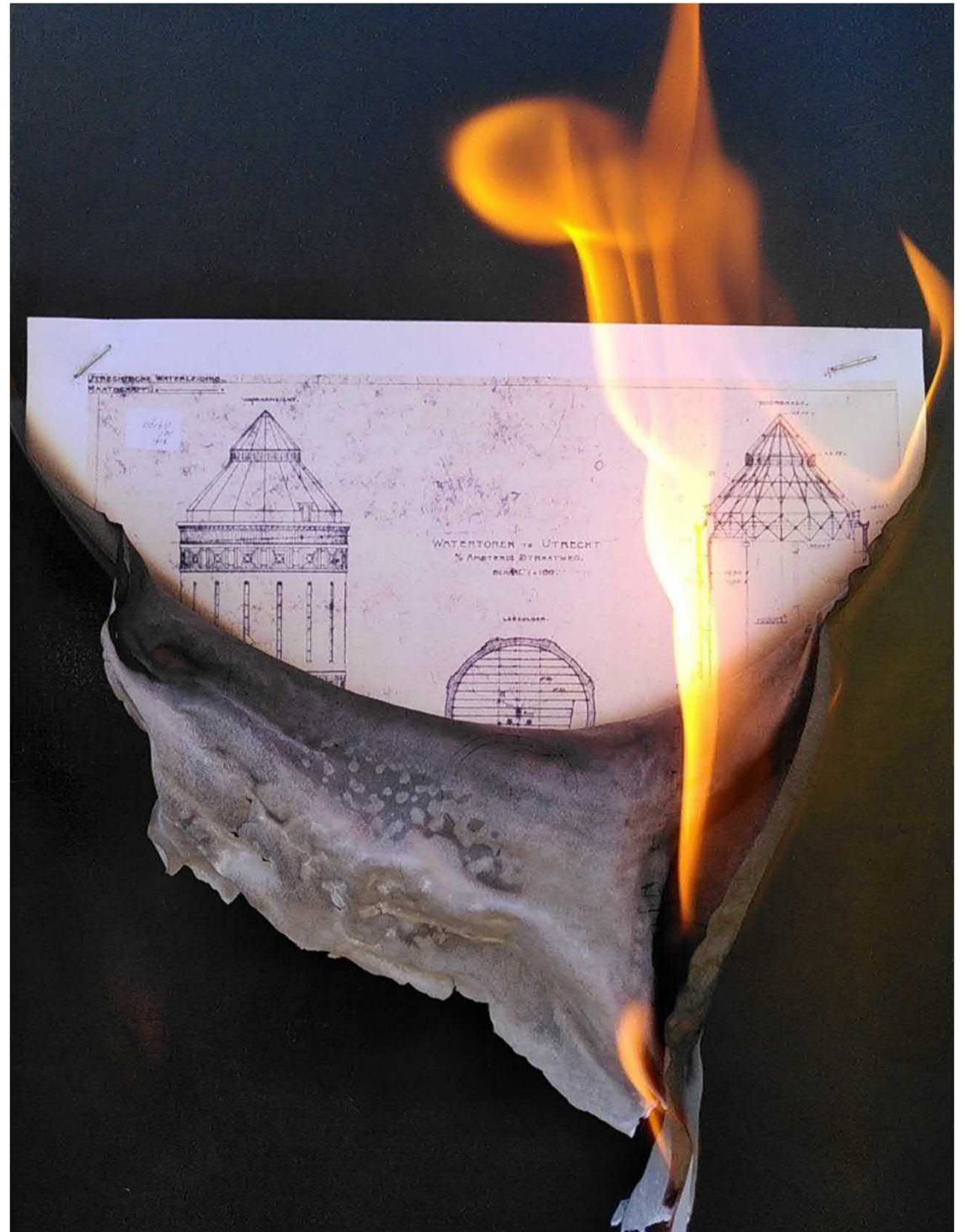


i-Σaac

ir. Mark Feijen
www.i-saac.nl



Introductie

Numeriek model voor staalplaat-betonvloeren

Brandveiligheid bij herbestemming van een watertoren naar woningen







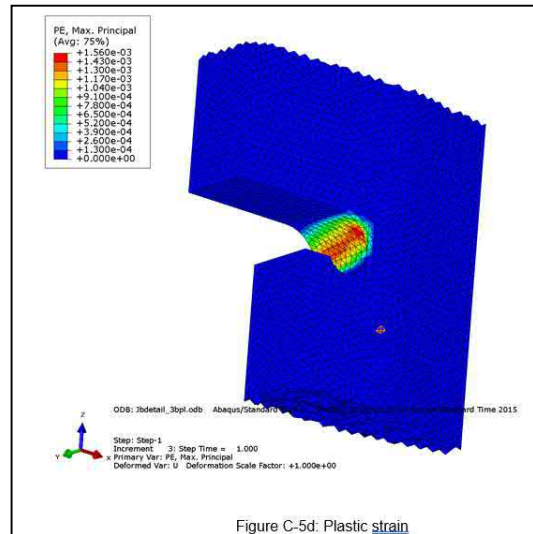
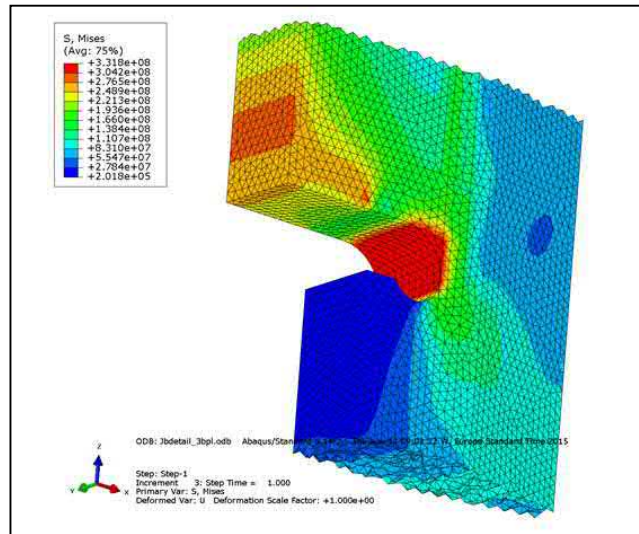
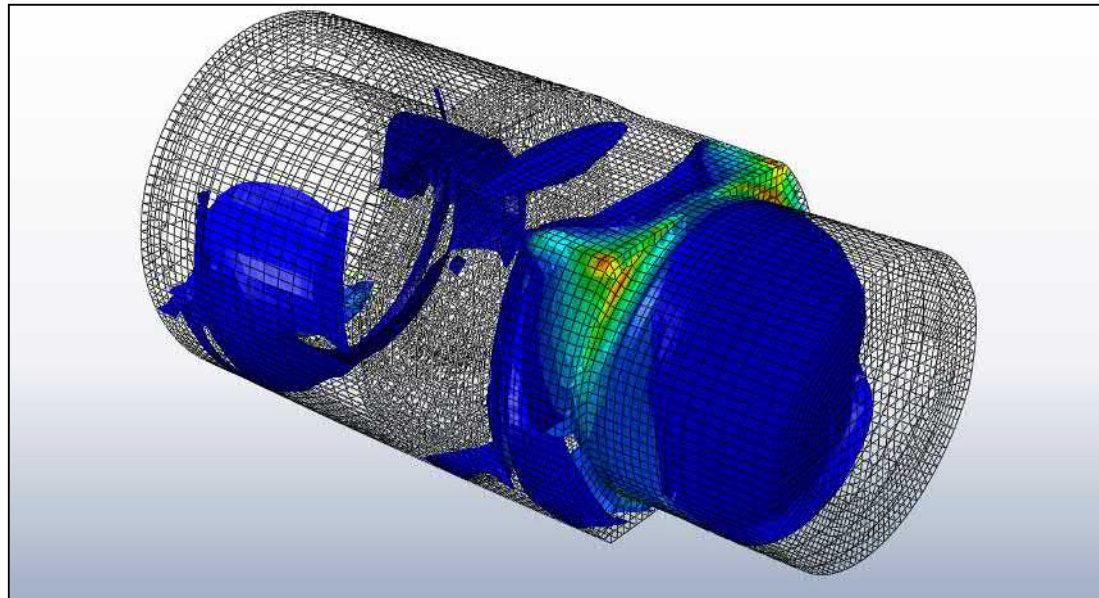
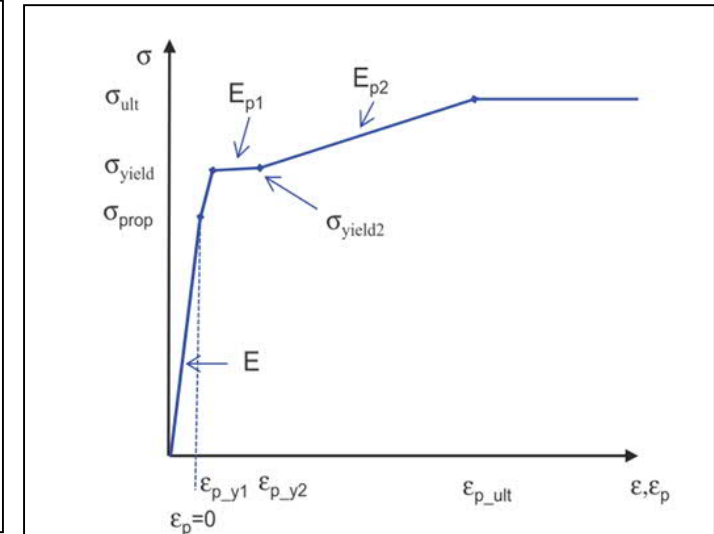


Figure C-5d: Plastic strain



Staal-beton Vloersystemen

ComFlor Staalplaat-betonvloeren



DUTCH
ENGINEERING

ComFlor 46 »

Uit de serie lage staalplaten
Goed stapelbaar
Dunne vloeren
Overspanningen 2.5-4 m



ComFlor 51+ »

Uit de serie lage staalplaten
Efficiënt bij toepassing deuveld
Hoge brandwerendheid bij min. vloerdikte
Overspanningen 2.5-4.5 m



ComFlor E60 »

Uit de serie lage staalplaten
Snelle montage
Laag eigen gewicht
Economisch ontwerp



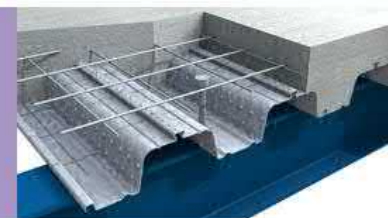
ComFlor 75 »

Uit de serie lage staalplaten
Stempelvrije overspanning tot 4m
Renovatieplaat
Overspanningen 3-5.5 m



ComFlor 95 »

Uit de serie lage staalplaten
Stempelvrije overspanning tot 4.5m
Deuvelds effectief
Overspanningen 3-6 m



ComFlor 100 »

Uit de serie lage staalplaten
Grote stempelvrije overspanningen
Extreem laag vloergewicht
Overspanningen 3-6 m



ComFlor 210 »

Uit de serie hoge staalplaten
Grote (stempelvrije) overspanningen
Geïntegreerd vloerconcept
Overspanningen 4.5-8 m



ComFlor 225 »

Uit de serie hoge staalplaten
Grote(re) overspanningen
Optimale ribvorm
Overspanningen 5-9 m



D.5 Toepassingsgebied

(1) Het toepassingsgebied voor onbeschermde staal-betonvloeren is gegeven in tabel D.7 voor zowel normaalbeton (NC) als lichtbeton (LC). Voor de verklaring van de symbolen zie de figuren 4.1 en 4.2.

Tabel D.7 — Toepassingsgebied

Voor staalplaat met een zwaluwstaartprofiel	Voor staalplaat met een trapeziumvormige profiel
$77,0 \leq \ell_1 \leq 135,0 \text{ mm}$	$80,0 \leq \ell_1 \leq 155,0 \text{ mm}$
$110,0 \leq \ell_2 \leq 150,0 \text{ mm}$	$32,0 \leq \ell_2 \leq 132,0 \text{ mm}$
$38,5 \leq \ell_3 \leq 97,5 \text{ mm}$	$40,0 \leq \ell_3 \leq 115,0 \text{ mm}$
$50,0 \leq h_1 \leq 130,0 \text{ mm}$	$50,0 \leq h_1 \leq 125,0 \text{ mm}$
$30,0 \leq h_2 \leq 60,0 \text{ mm}$	$50,0 \leq h_2 \leq 100,0 \text{ mm}$

ComFlor 46 »

Uit de serie lage staalplaten
Goed stapelbaar
Dunne vloeren
Overspanningen 2.5-4 m

**ComFlor 95 »**

Uit de serie lage staalplaten
Stempelvrije overspanning tot
Deuvels effectief
Overspanningen 3-6 m

**ComFlor 51+ »**

Uit de serie lage staalplaten
Efficiënt bij toepassing d...
Hoge brandwerendheid
Overspanningen 2.5-4.5 m

**ComFlor 100 »**

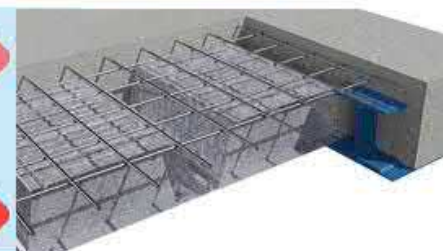
Uit de serie lage staalplaten
Grote stempelvrije overspanning
Extreem laag vloergewicht
Overspanningen 3-6 m

**ComFlor E60 »**

Uit de serie lage staalplaten
Snelle montage
Laag eigen gewicht
Economisch ontwerp

**ComFlor 210 »**

Uit de serie hoge staalplaten
Grote (stempelvrije) overspanning
Geïntegreerd vloerconcept
Overspanningen 4.5-8 m

**ComFlor 75 »**

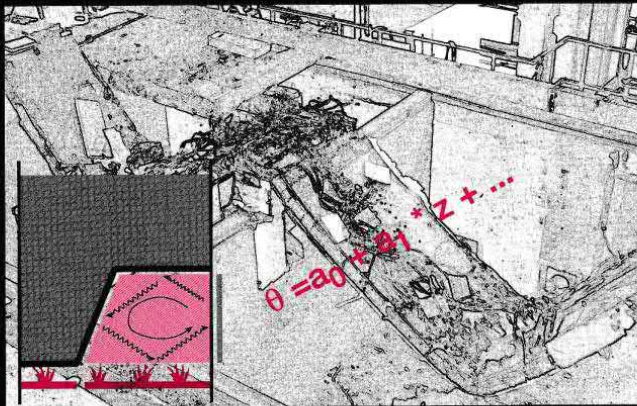
Uit de serie lage staalplaten
Stempelvrije overspanning tot
Renovatieplaat
Overspanningen 3-5.5 m

**ComFlor 225 »**

Uit de serie hoge staalplaten
Grote(re) overspanningen
Optimale ribvorm
Overspanningen 5-9 m



The Fire Resistance of Composite Steel-Concrete Slabs

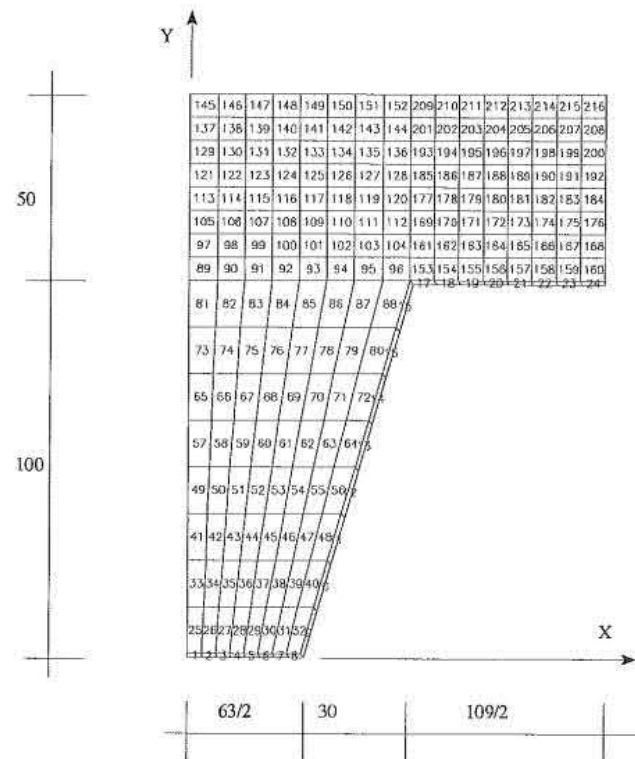
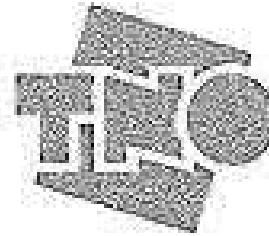


C. Both

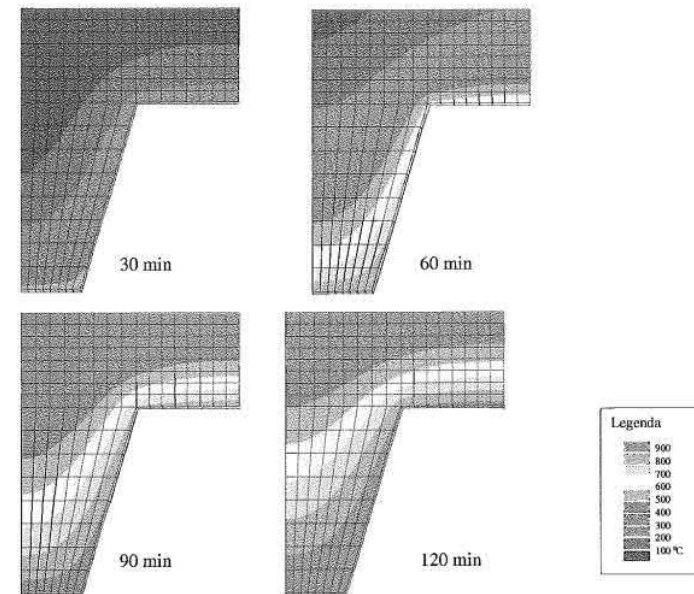


NEN-EN 1994-1-2:
Bijlage D

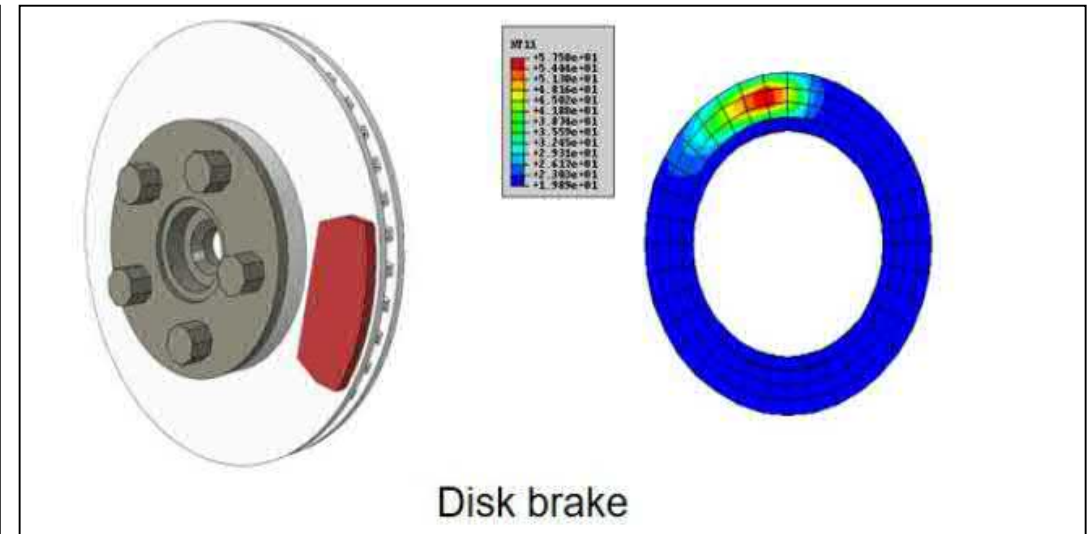
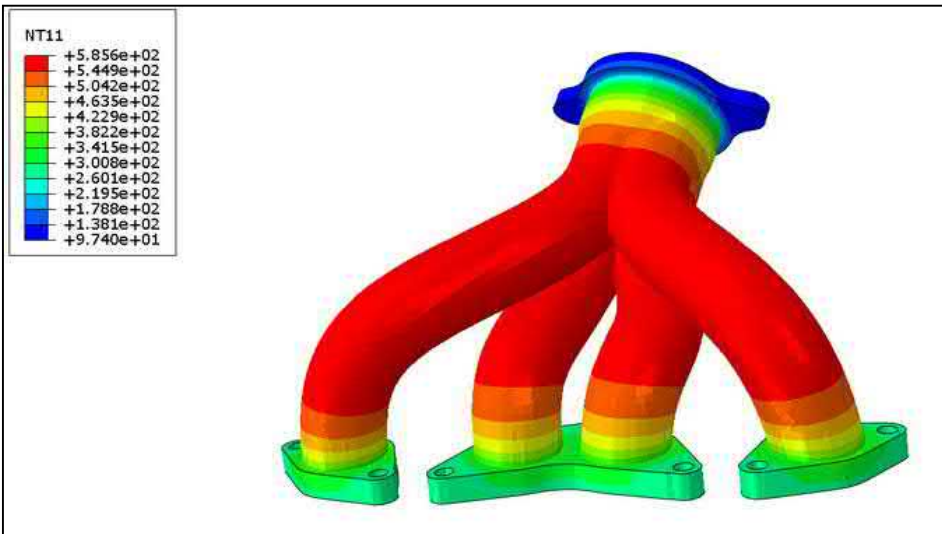
Model voor de berekening van
brandwerendheid van onbeschermd
staal-beton vloeren aan de onderkant
blootgesteld aan brand volgens
standard temperatuur-tijdkrommen

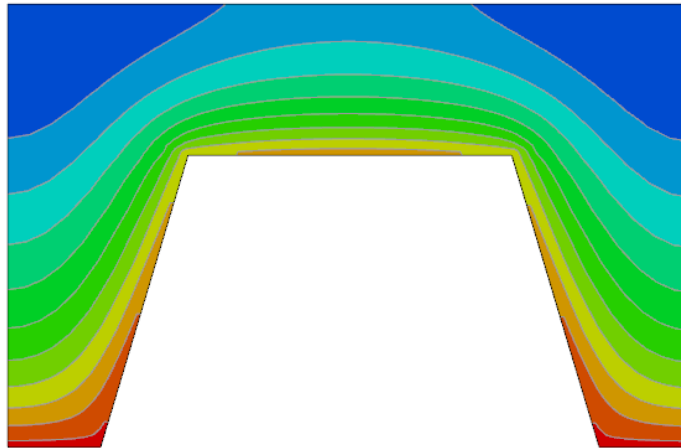


Hieronder worden ter informatie nog contourplots gegeven van de berekende temperatuurverdelingen in de staalplaatbetonvloer met betonplaatdikte $H_b=50$ mm.



Figuur 1 Contourplots van de temperatuurverdeling ($H_b=50$ mm) na 30, 60, 90 en 120 minuten verhitting volgens de standaard brandkromme.



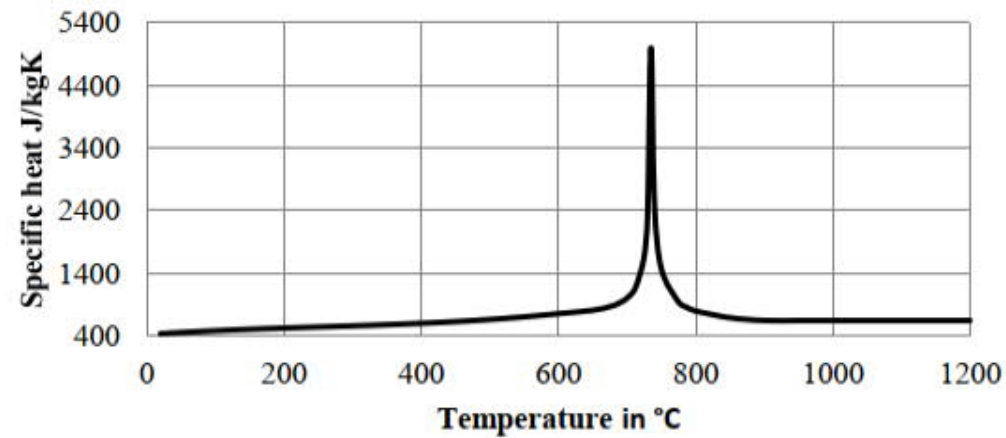


- Thermische materiaal eigenschappen
- Emissiviteit van de materiaal oppervlakken
- Belasting: de standaardbrandkromme
- Randvoorwaarden definitie
- View-factors (in Abaqus => Cavity Radiation)

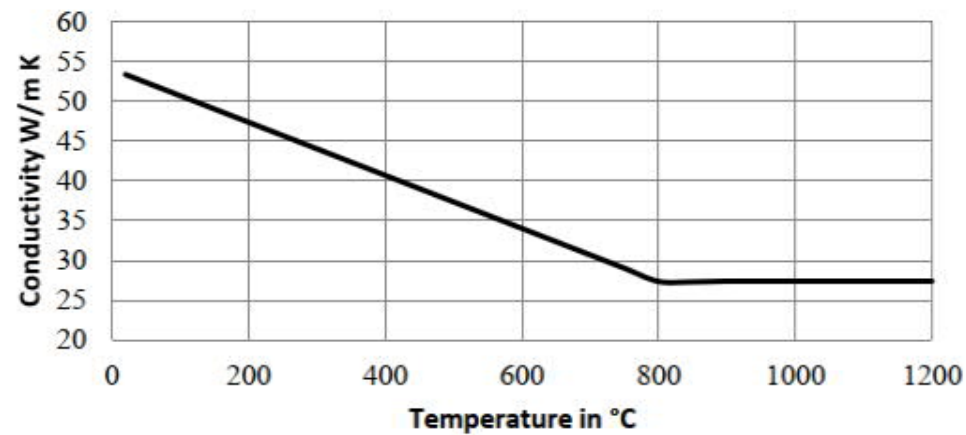
View-factor:

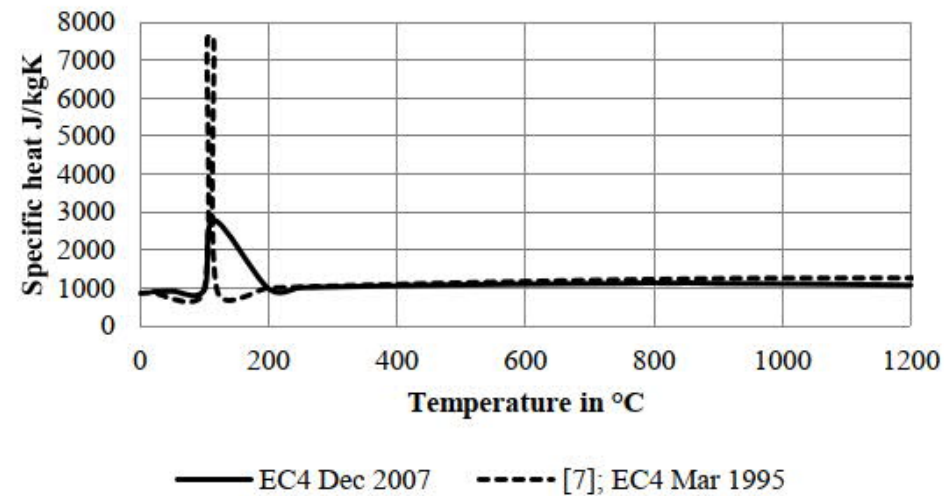
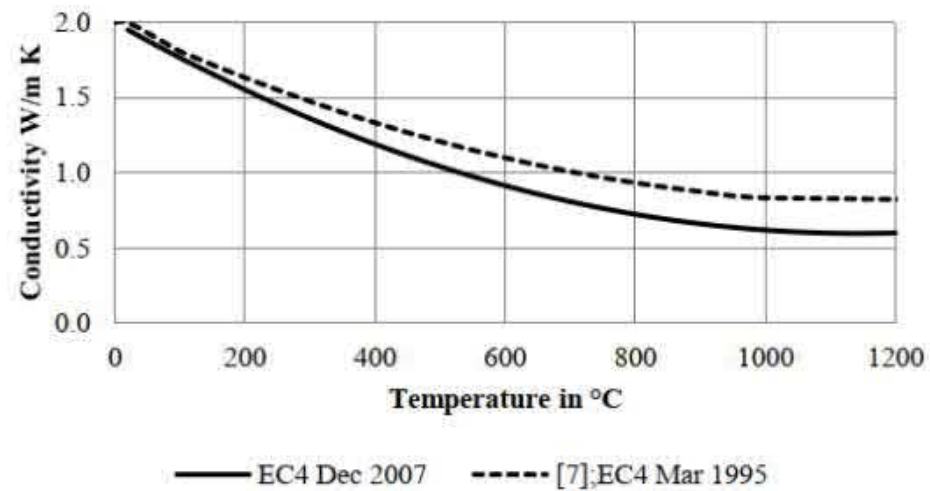
De factor die de geometrische relatie kwantificeert tussen oppervlakte die straling uitstraalt en het oppervlak dat straling ontvangt.

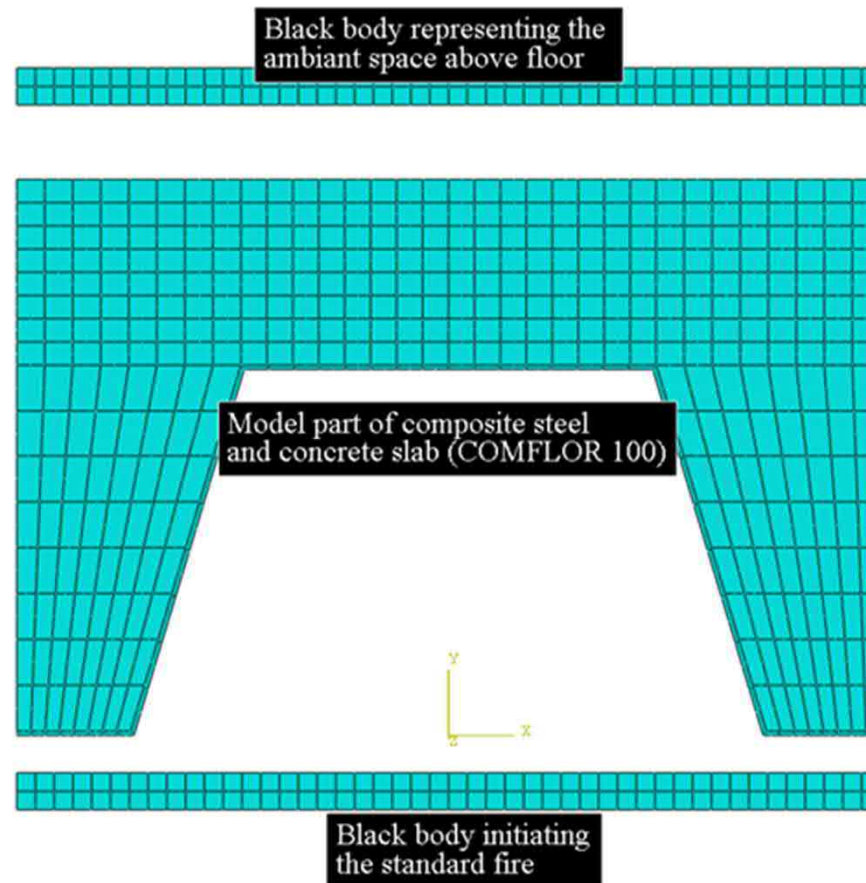
Specific Heat Steel
acc. to EC4; part 1-2; dec 2007



Conductivity Steel
acc. to EC4; part 1-2; dec 2007



Specific Heat Concrete**Conductivity Concrete**



Emissiviteit van zwarte lichamen (brand en ambient)
zijn gelijk aan 1.0 gesteld

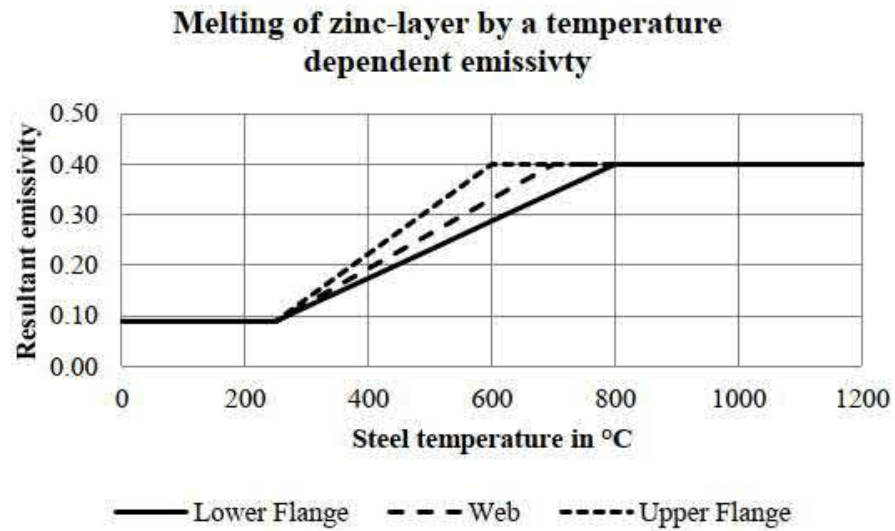
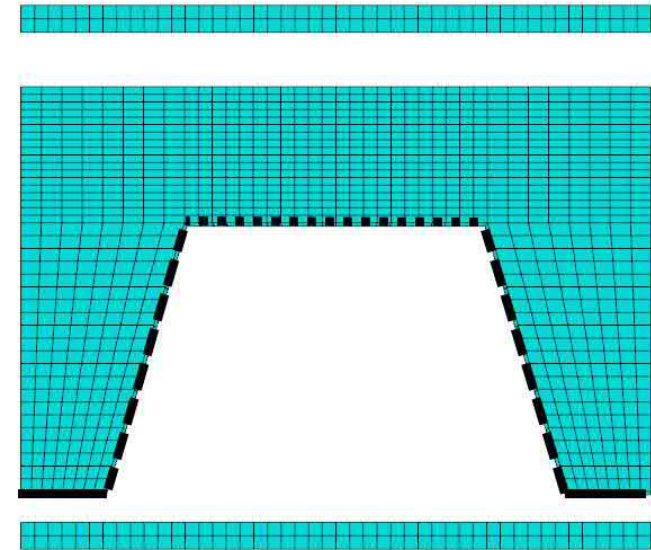
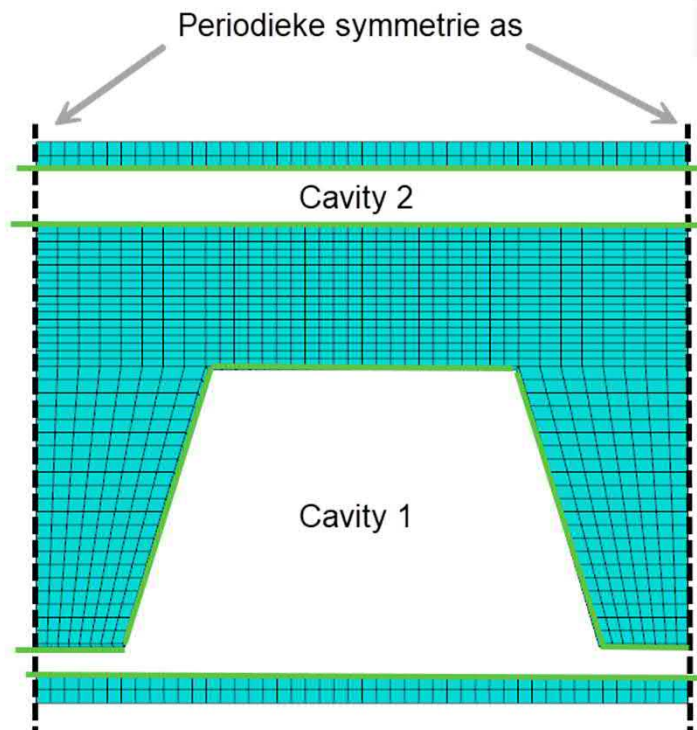
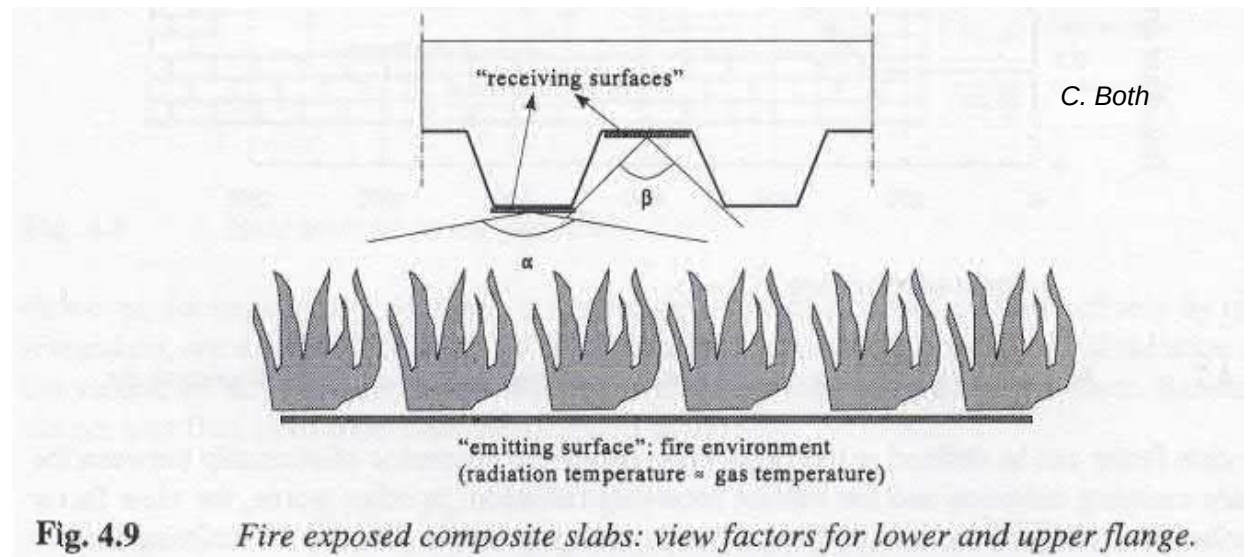


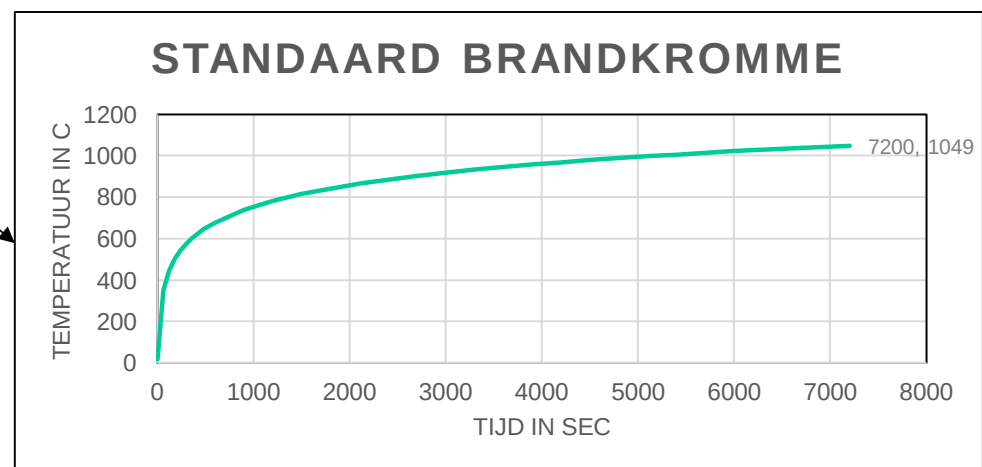
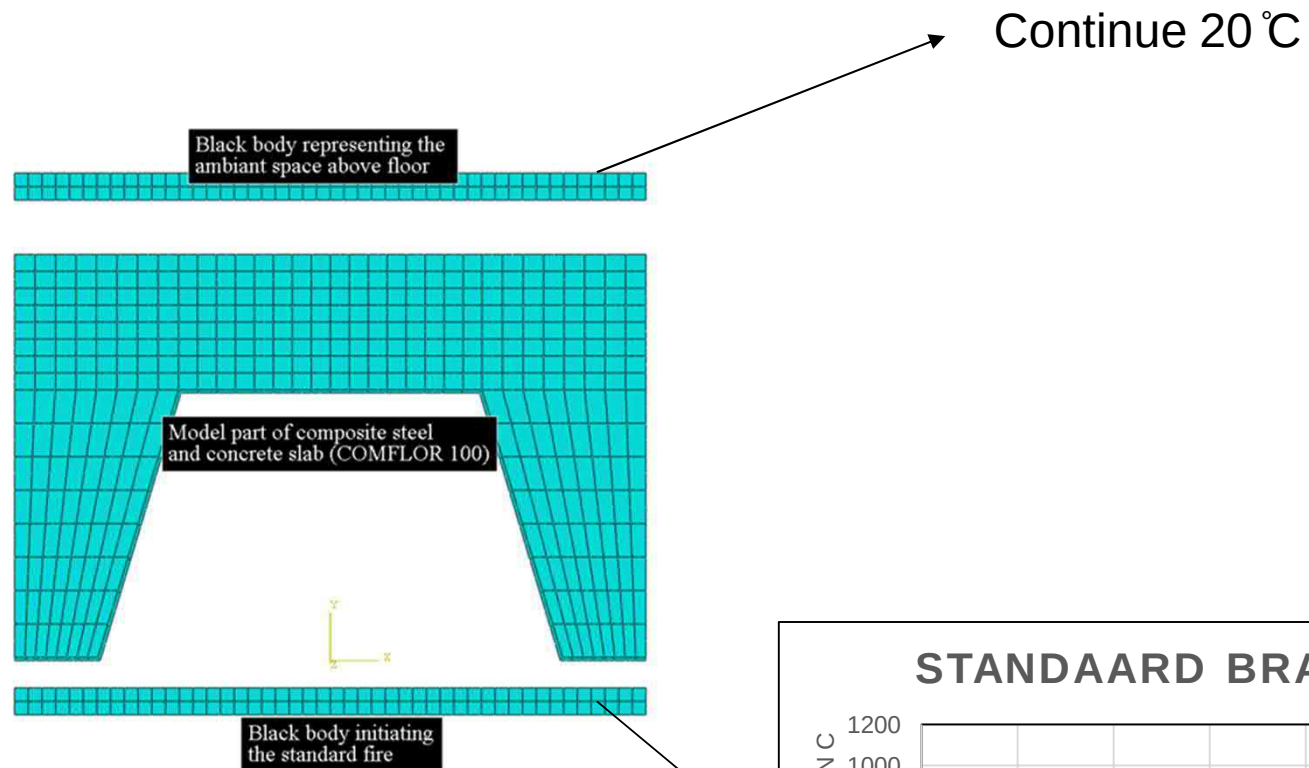
Figure 5-2 Modelling of melting of zinc layer by a temperature dependent emissivity from [6]

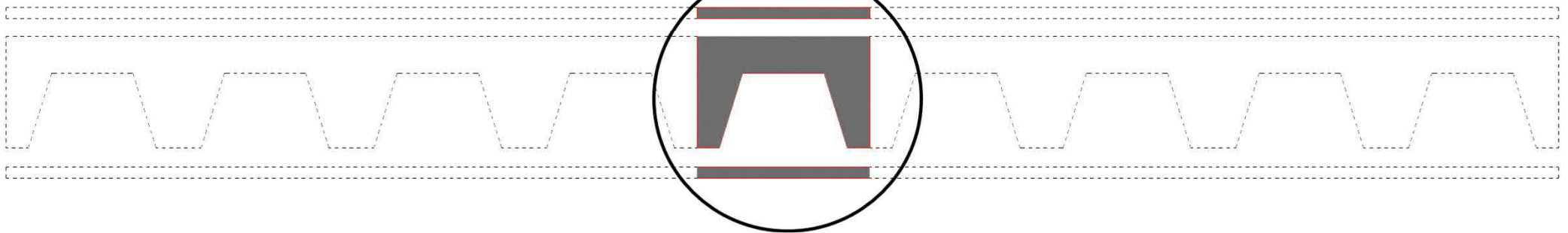
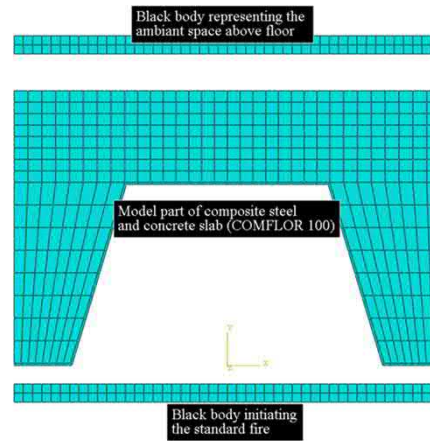
C. Both ; R Hamerlinck

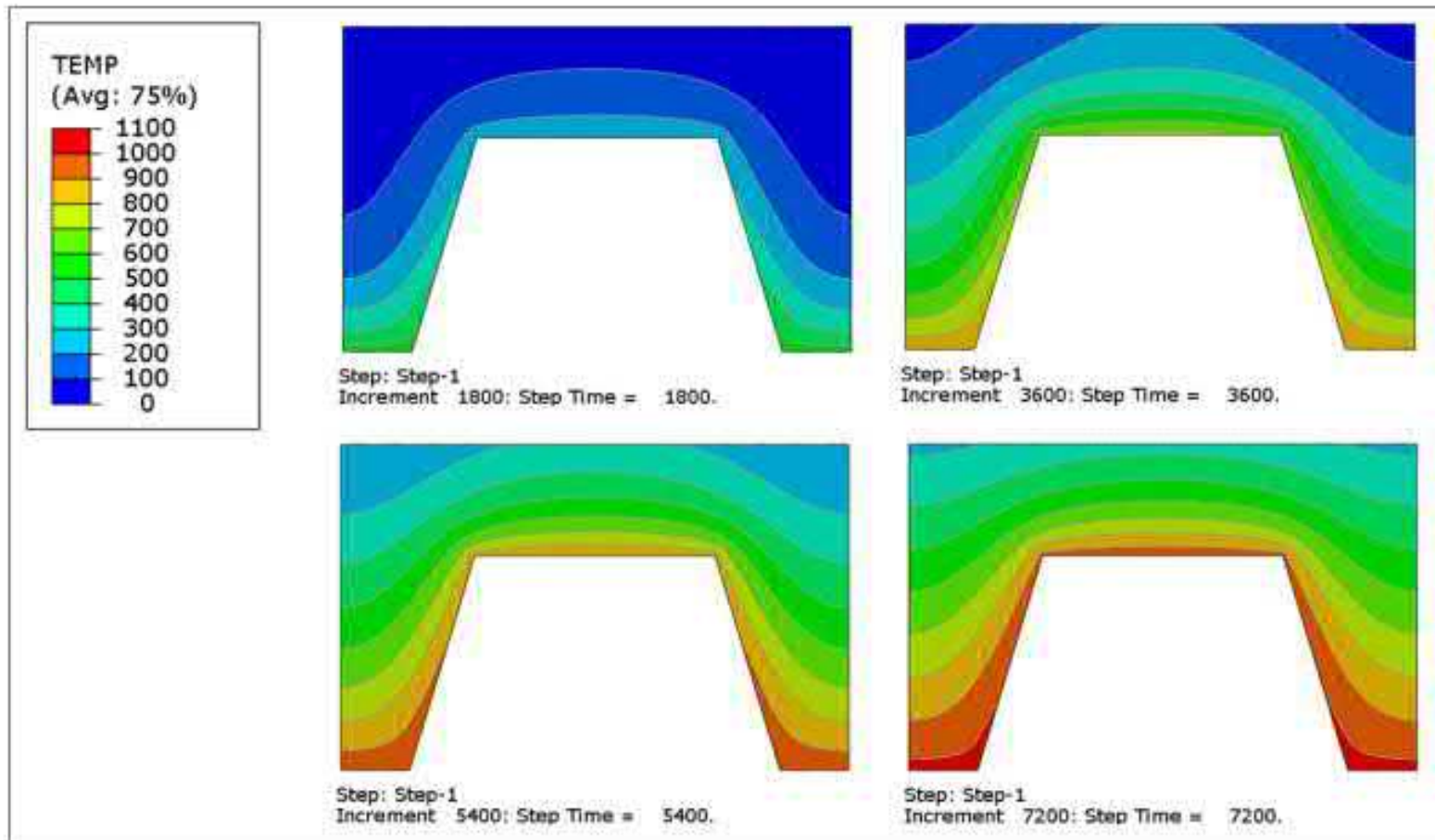




'Cavity Radiation' definitie bevat thermische eigenschappen alle oppervlakten binnen de cavity



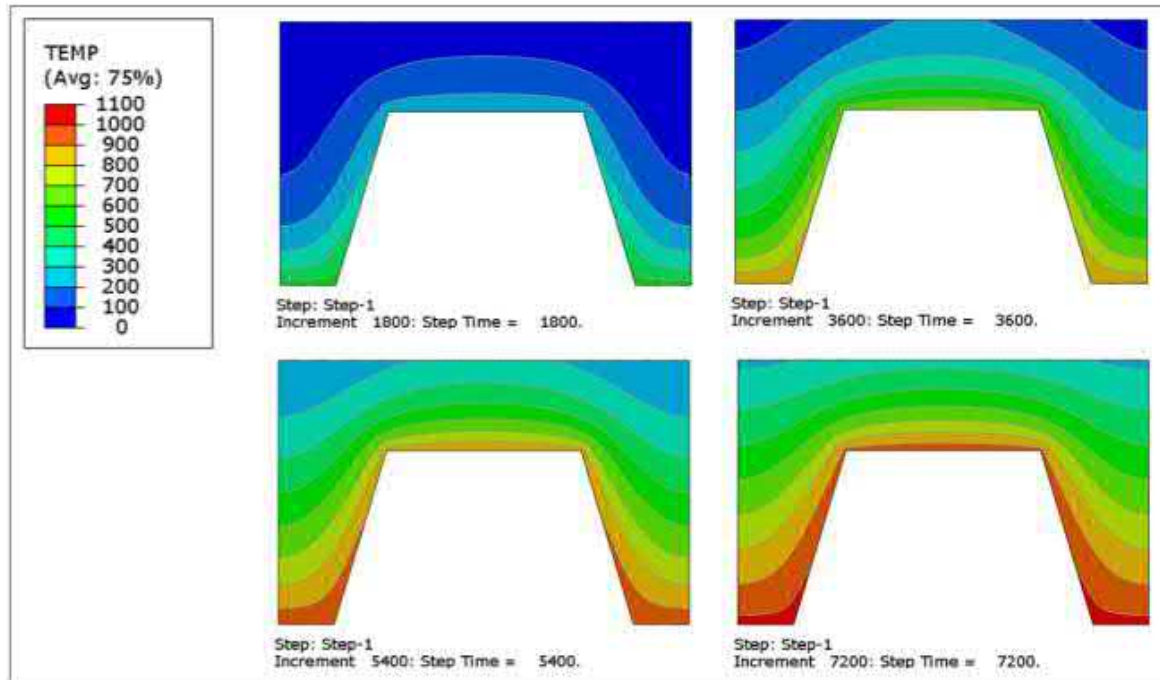




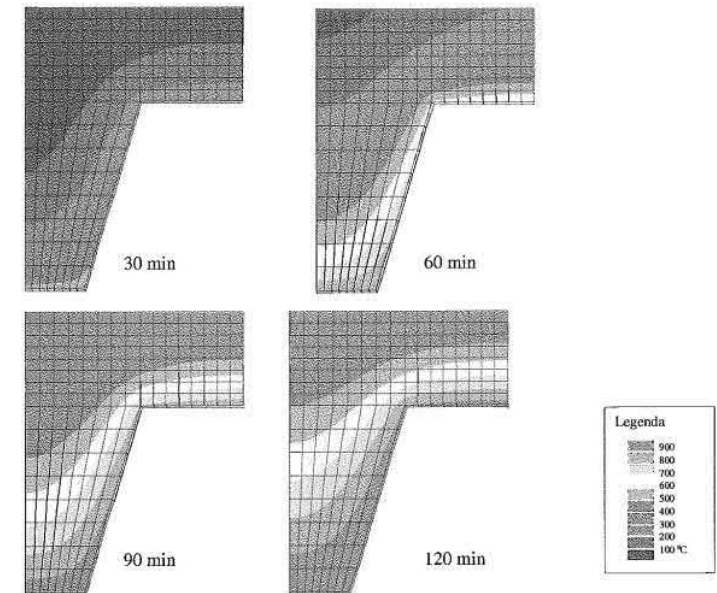
ABAQUS

versus

DIANA



Hieronder worden ter informatie nog contourplots gegeven van de berekende temperatuurverdelingen in de staalplaatbetonvloer met betonplaatdikte Hb=50 mm.



Figuur 1

Contourplots van de temperatuurverdeling (Hb=50mm) na 30, 60, 90 en 120 minuten verhitting volgens de standaard brandkromme.

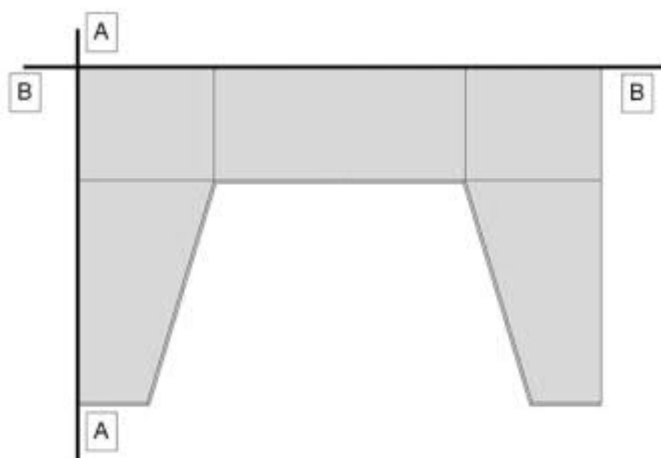
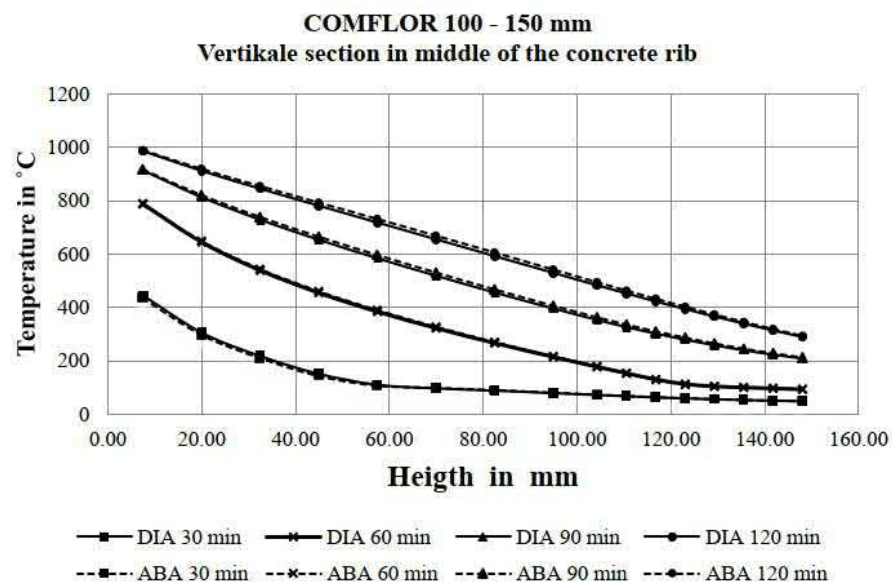
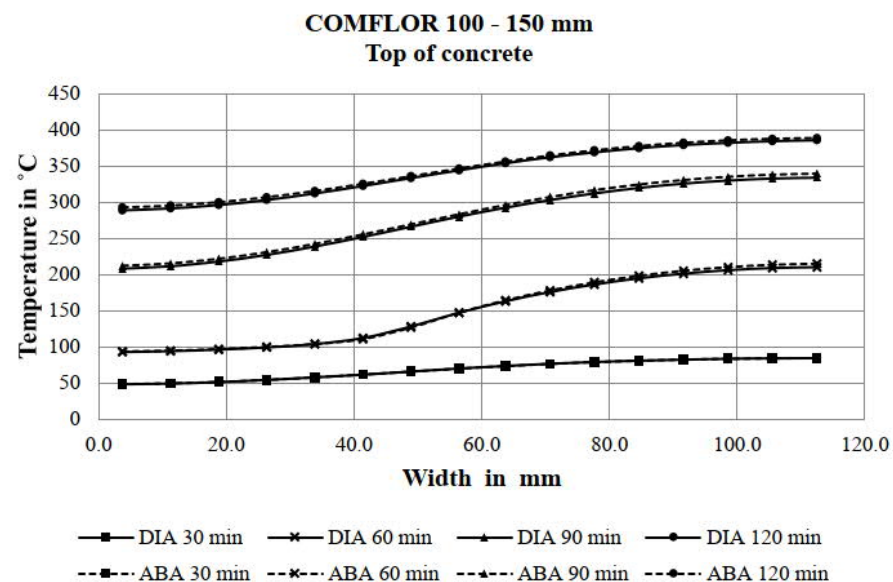


Figure 6-2 Sections for results comparison.



De verschillen in DIANA en ABAQUS modellen:

Snede A-A:	Gemiddeld 1.7% ; Maximaal 5.4%
Snede B-B:	Gemiddeld 1.0% ; Maximaal 2.3%

Alle vloeren Dutch Engineering en FE-analyse data verzameld in een database

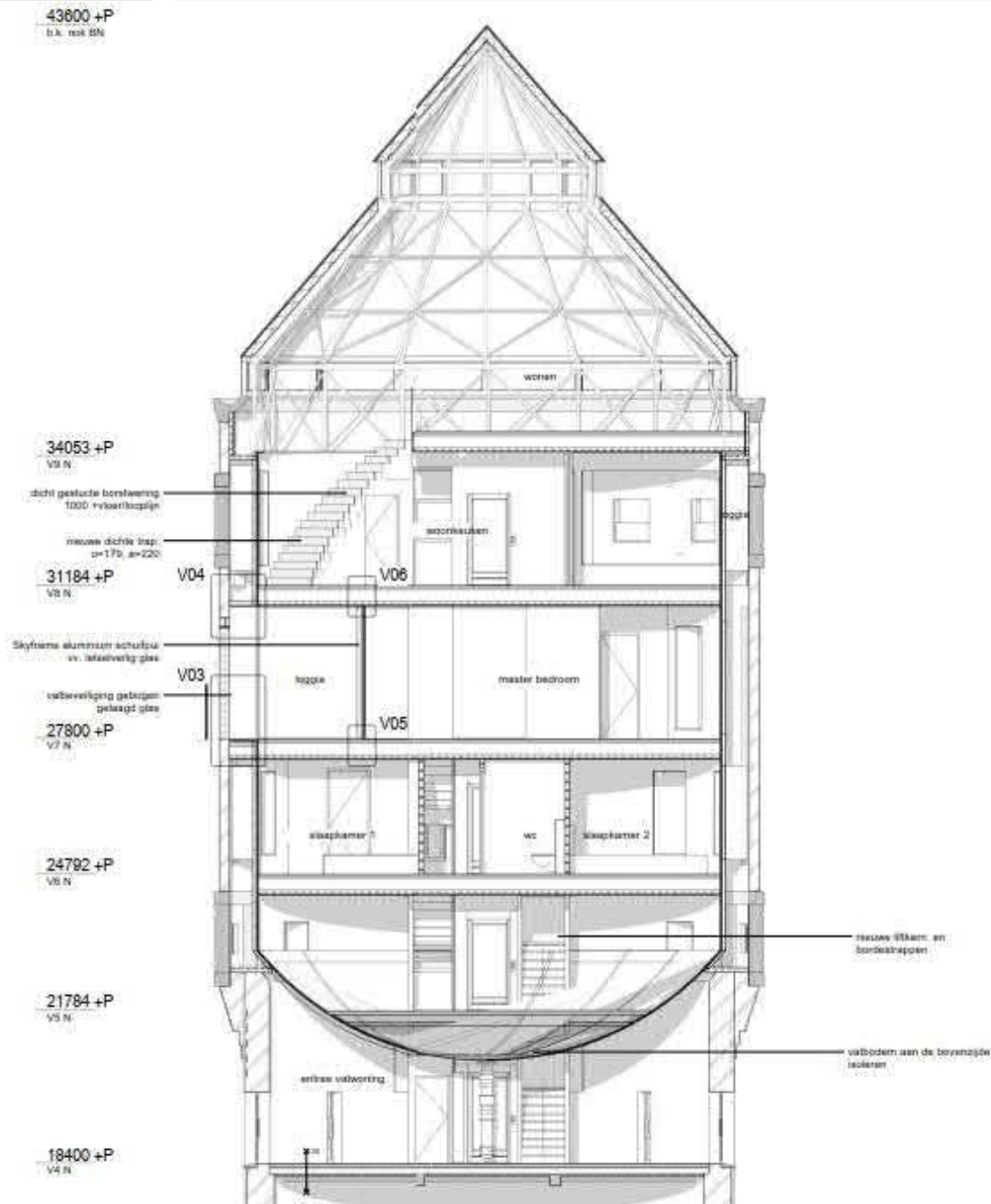
Binnen de rekensoftware van Dutch Engineering wordt gekeken naar:

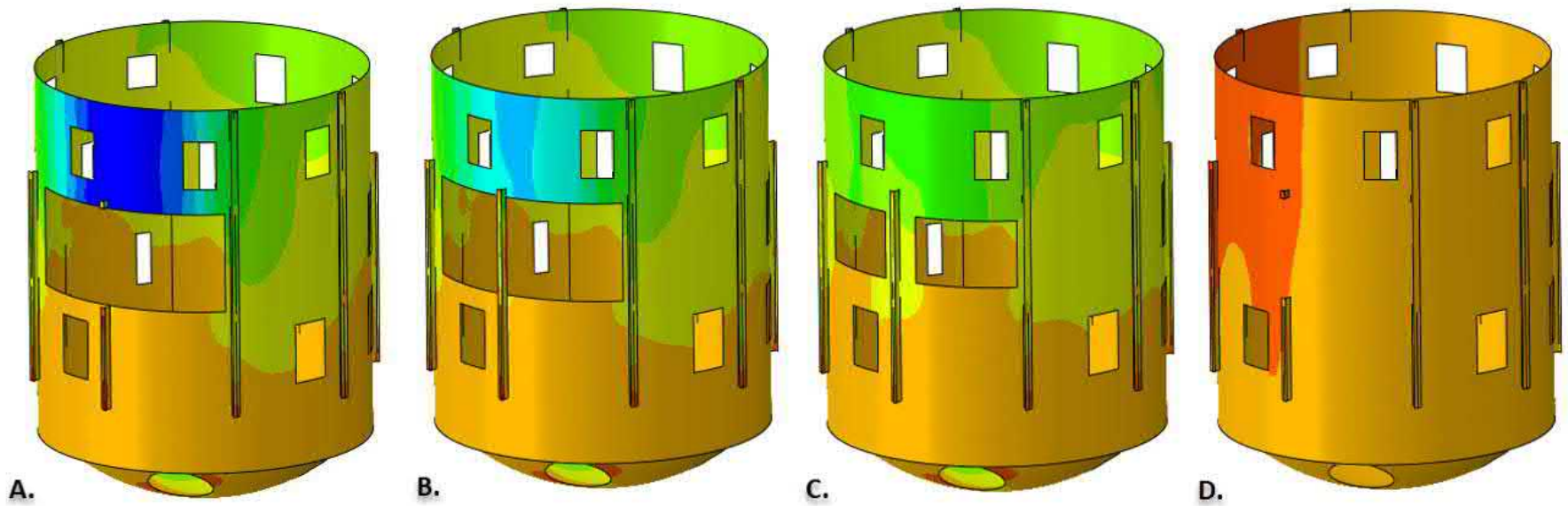
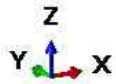
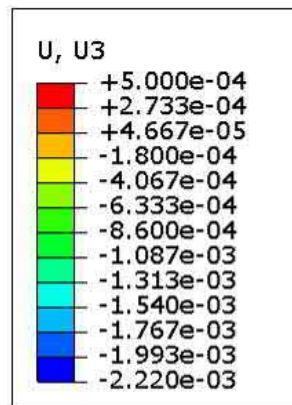
- Thermische isolatie van de vloer
- De wapeningstemperatuur bepaald
- Het positief buigend moment bepaald voor de desbetreffende brandwerendheid
- Het negatief buigend moment bepaald voor de desbetreffende brandwerendheid

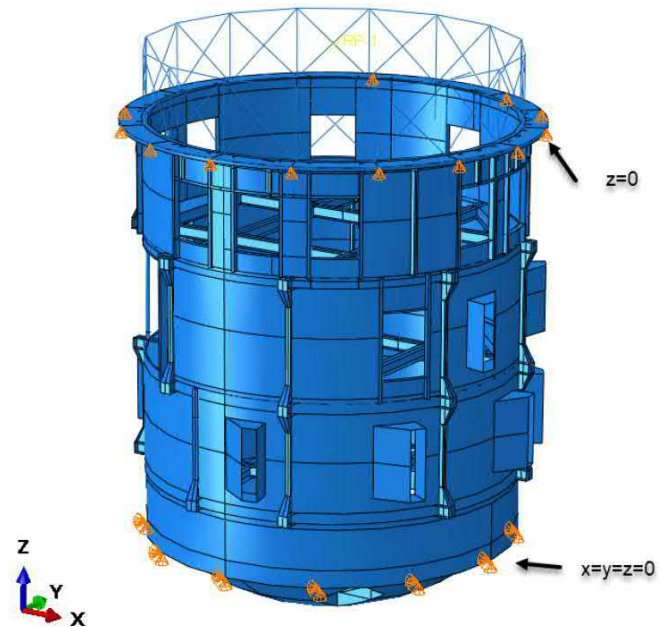
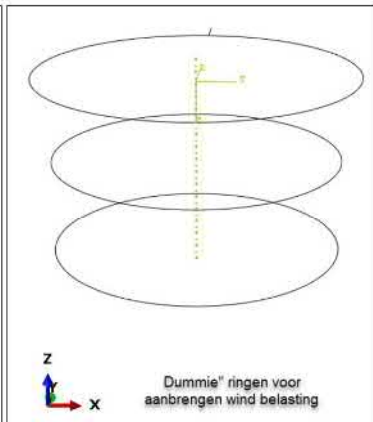
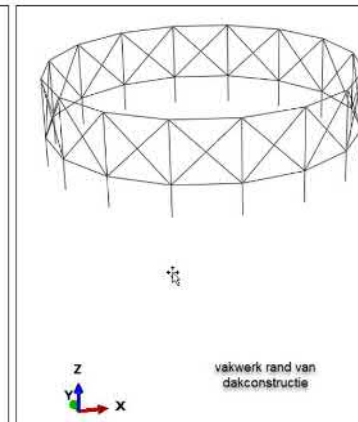
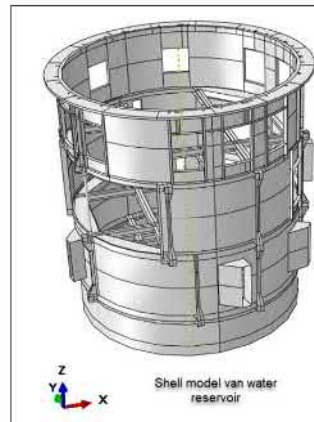
i-Σaac

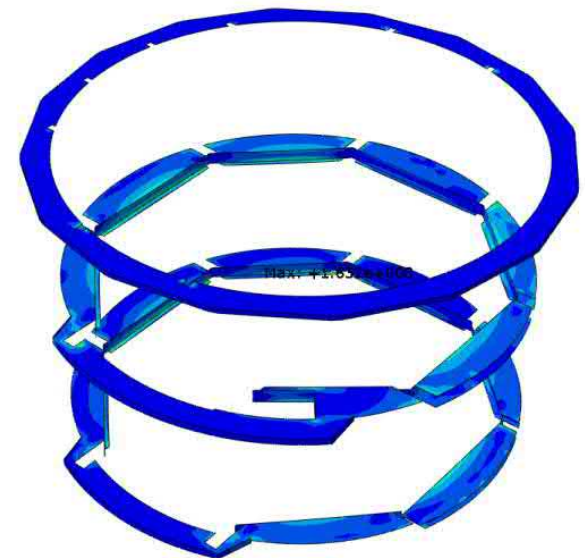
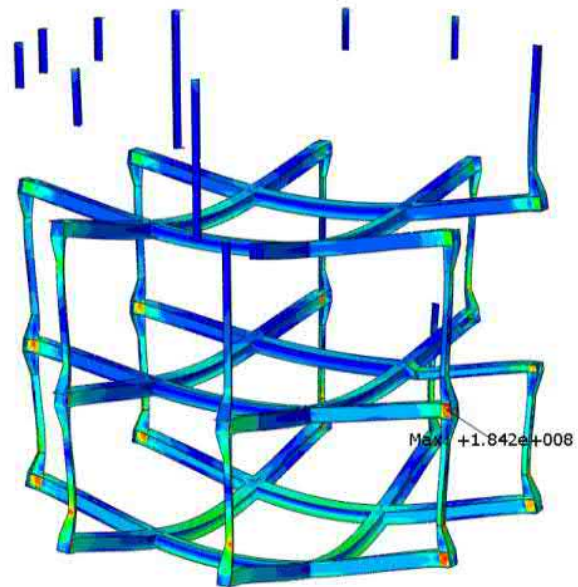
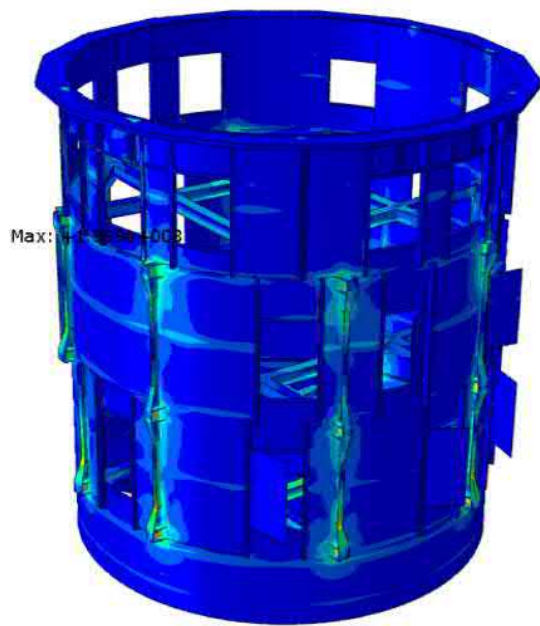
Watertoren Amsterdamsestraatweg , Utrecht





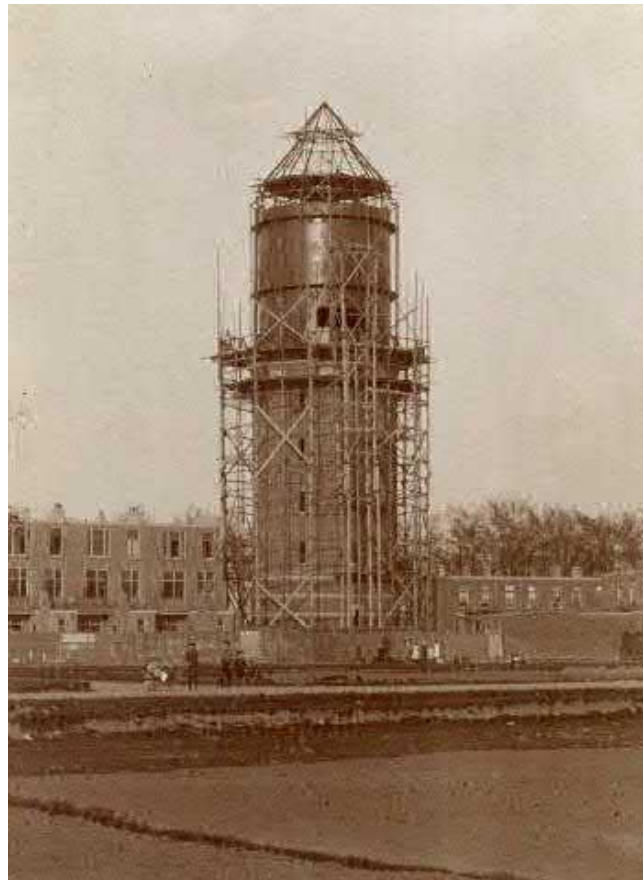






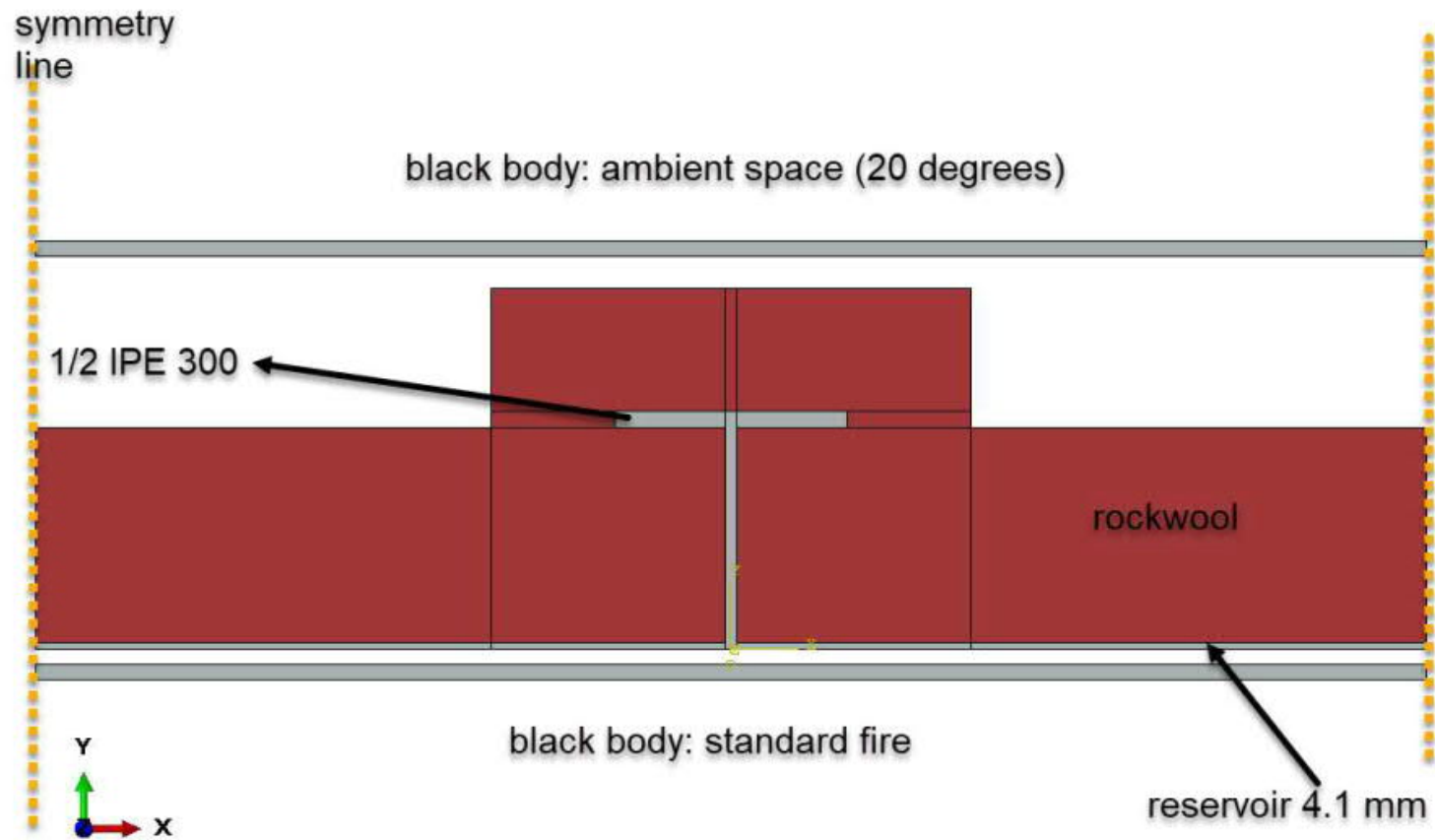
60 minuten brandwerendheid ?!

*De onvermijdelijke vraag voor deze prachtige oude geklonken
staalconstructie*

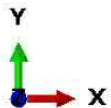
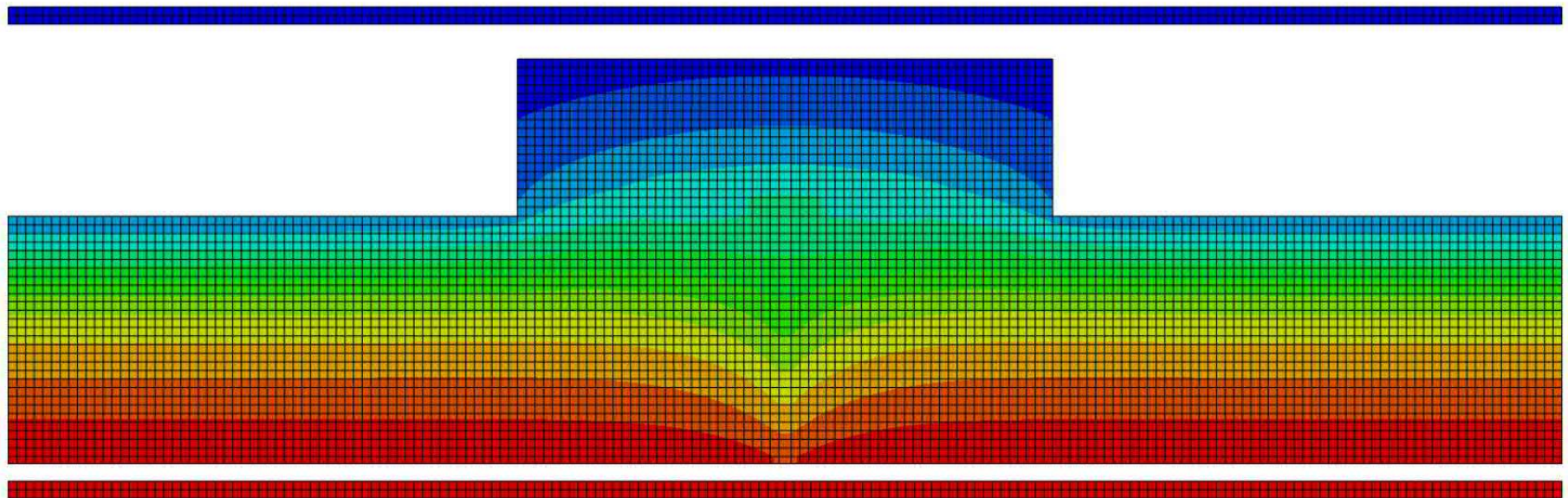
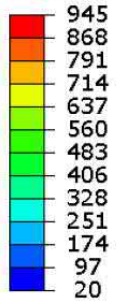




Kan dit ook zonder een brandwerende coating ?



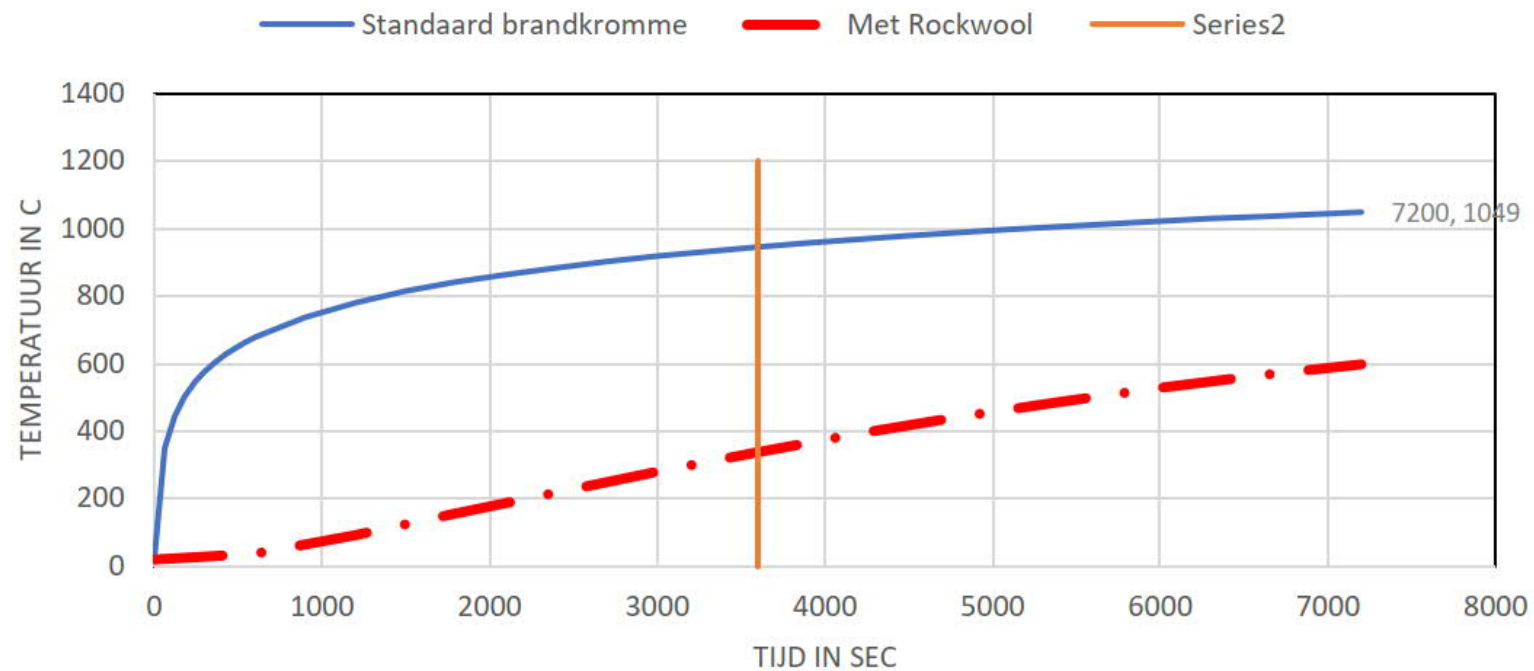
TEMP
(Avg: 75%)



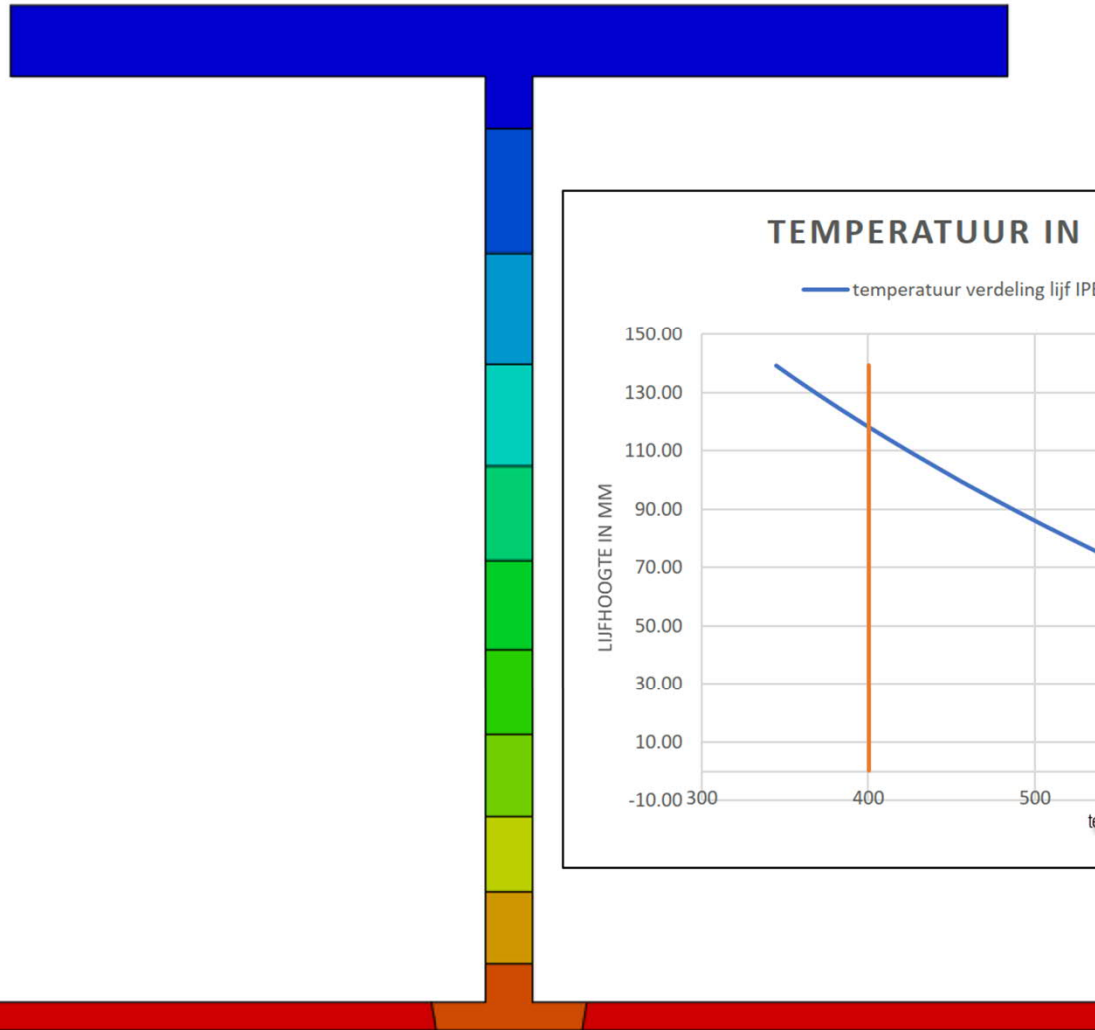
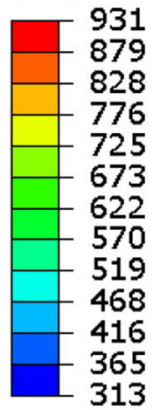
ODB: JB_08_Eurocode.odb Abaqus/Standard 3DEXPERIENCE R2017x Mon Feb 22 13:40:17 W. Europe Standard Time 2021

Step: Step-1
Increment 240: Step Time = 3600.
Primary Var: TEMP
Deformed Var: not set Deformation Scale Factor: not set

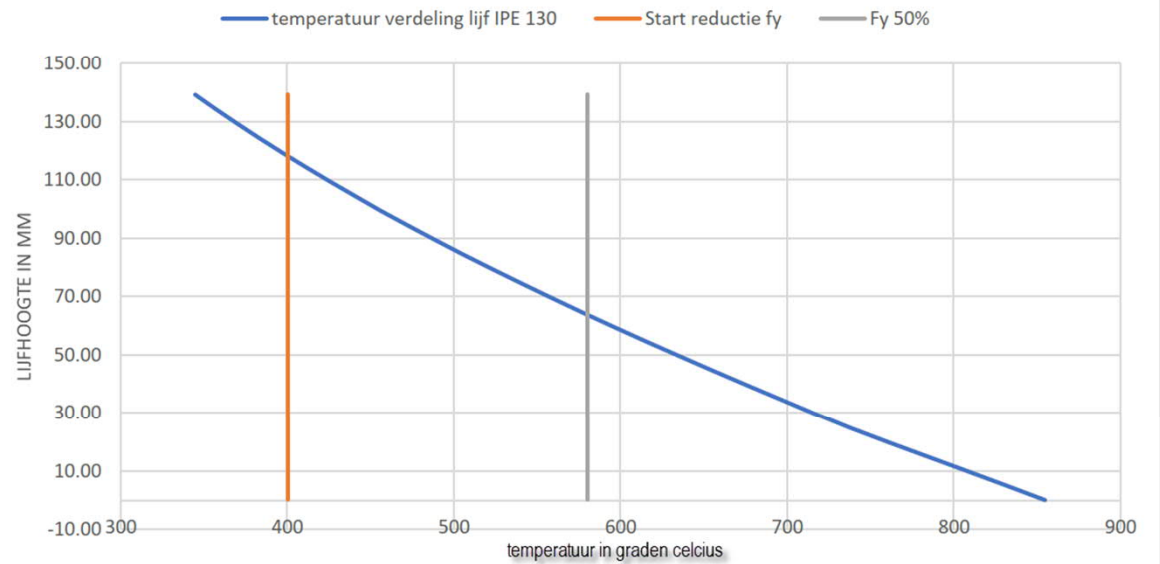
STANDAARDBRANDKROMME VERSUS TEMPERATUUR IN BOVENFLENS EXO-SKELET



TEMP
(Avg: 75%)

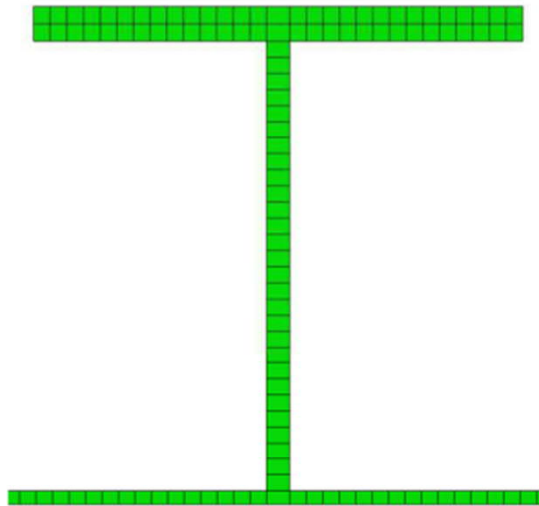


TEMPERATUUR IN LIJF 1/2 IPE 60 MINUTEN

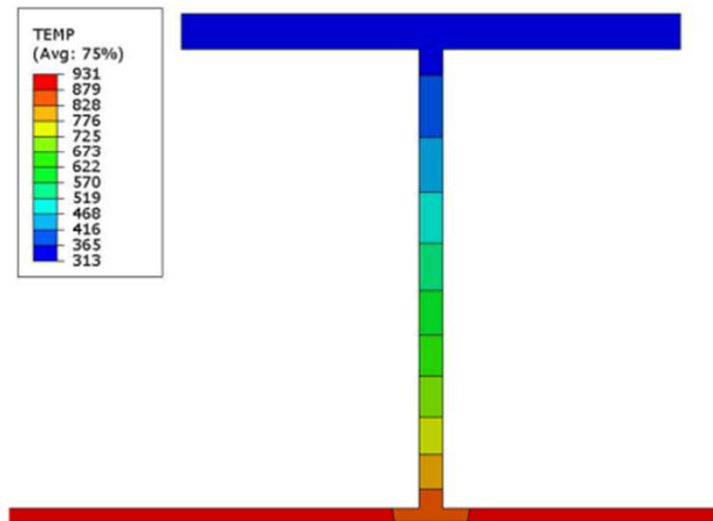
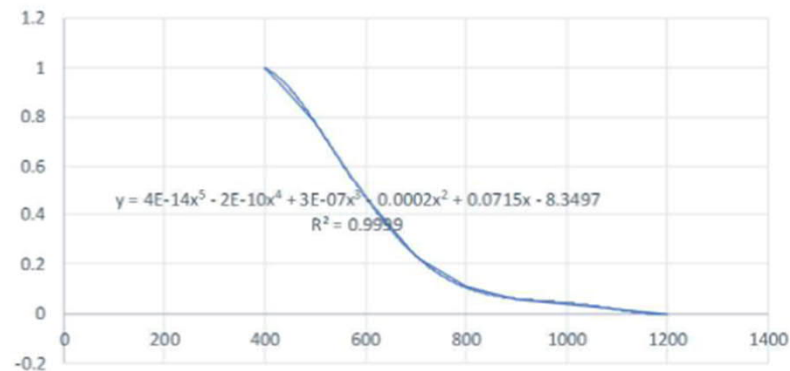
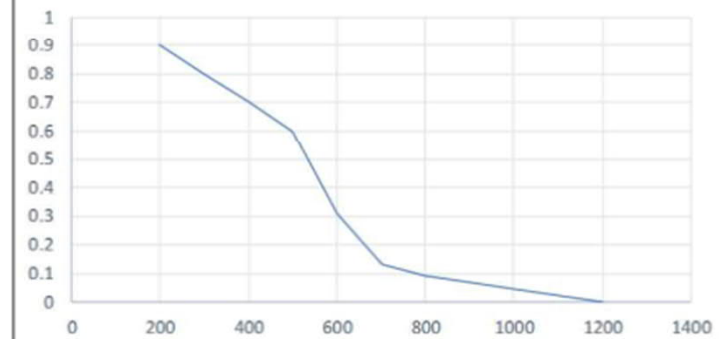


Berekening capaciteit van exo-skelet (1/2 IPE300) na 60 minuten brand

Element mesh van Abaqus model



Temperatuur na 60 minuten Brand

**Temperatuur afhankelijkheid van elasticiteitsmodulus en vloeigrens****reductiefactor vloeigrens constructie staal****reductiefactor elasticiteitsmodulus constructie staal**

Abaqus elementen resultaten en capaciteit per element												
Element oppervlakten					Staal							
A flens	27.30	mm2			fy	235 N/mm2						
A lijf	35.32	mm2			E	210000 N/mm2						
Alif in flens	37.99	mm2										
Elementen in het lijf	Output ABAQUS model				reductie capaciteit F		reductie axiale veerstijfheid			reductie		Element numbers
	Element	y	A	A*y	T	ky	F	kE	EA	y*EA	F/EA	y*F/EA
		mm	mm2	mm3	C		kN		kN	kNmm		mm
6287	136.8	35.3	4832.6	349	1.00	8.3	0.75	5570	762098	0.00149	0.20	
6286	131.8	35.3	4656.8	362	1.00	8.3	0.74	5476	721975	0.00152	0.20	
6285	126.9	35.3	4481.1	375	1.00	8.3	0.73	5379	682387	0.00154	0.20	
6284	121.9	35.3	4305.4	388	1.00	8.3	0.71	5278	643382	0.00157	0.19	
6283	116.9	35.3	4129.6	402	1.00	8.3	0.70	5175	605003	0.0016	0.19	
6282	111.9	35.3	3953.9	417	0.98	8.1	0.68	5068	567295	0.00161	0.18	
6281	107.0	35.3	3778.2	432	0.95	7.9	0.67	4958	530299	0.0016	0.17	
6280	102.0	35.3	3602.5	447	0.92	7.7	0.65	4844	494063	0.00158	0.16	
6279	97.0	35.3	3426.7	463	0.88	7.3	0.64	4728	458633	0.00155	0.15	
6278	92.0	35.3	3251.0	479	0.84	7.0	0.62	4607	424054	0.00151	0.14	
6277	87.1	35.3	3075.3	496	0.79	6.6	0.60	4484	390378	0.00147	0.13	
6276	82.1	35.3	2899.5	513	0.74	6.1	0.56	4179	343045	0.00147	0.12	
6275	77.1	35.3	2723.8	530	0.68	5.7	0.51	3801	293129	0.0015	0.12	
6274	72.1	35.3	2548.1	548	0.63	5.2	0.46	3414	246290	0.00153	0.11	
6273	67.2	35.3	2372.3	567	0.57	4.7	0.41	3018	202699	0.00157	0.11	
6272	62.2	35.3	2196.6	585	0.51	4.3	0.35	2614	162531	0.00163	0.10	
6271	57.2	35.3	2020.9	605	0.46	3.8	0.30	2238	128070	0.0017	0.10	
6270	52.2	35.3	1845.2	624	0.40	3.4	0.27	1978	103323	0.0017	0.09	
6269	47.3	35.3	1669.4	644	0.35	2.9	0.23	1713	80961.9	0.00171	0.08	
6268	42.3	35.3	1493.7	664	0.31	2.5		1444	61061.4	0.00176	0.07	
6267	37.3	35.3	1318.0	685	0.26	2.2		1171	43688.1	0.00186	0.07	
6266	32.3	35.3	1142.2	705	0.22	1.9		893	28867	0.00208	0.07	
6265	27.4	35.3	966.5	726	0.19	1.6		853	23353.1	0.00184	0.05	
6264	22.4	35.3	790.8	749	0.16	1.3		812	18183.4	0.00161	0.04	
6263	17.4	35.3	615.1	772	0.13	1.1		769	13387.6	0.00141	0.02	
6262	12.4	35.3	439.3	796	0.11	0.9		725	9015.09	0.00124	0.02	
6261	7.5	35.3	263.6	820	0.09	0.8		681	5080.29	0.00112	0.01	
6260	2.5	35.3	87.9	843	0.08	0.7		637	1585.45	0.00103	0.00	

Rest capaciteit exo-skelet en lokatie zwaartepunt

gereduceerde capaciteit verstijver	
Capaciteit lijf	135.1 kN
Capaciteit flens	377.2 kN
Totale capaciteit	512.2 kN

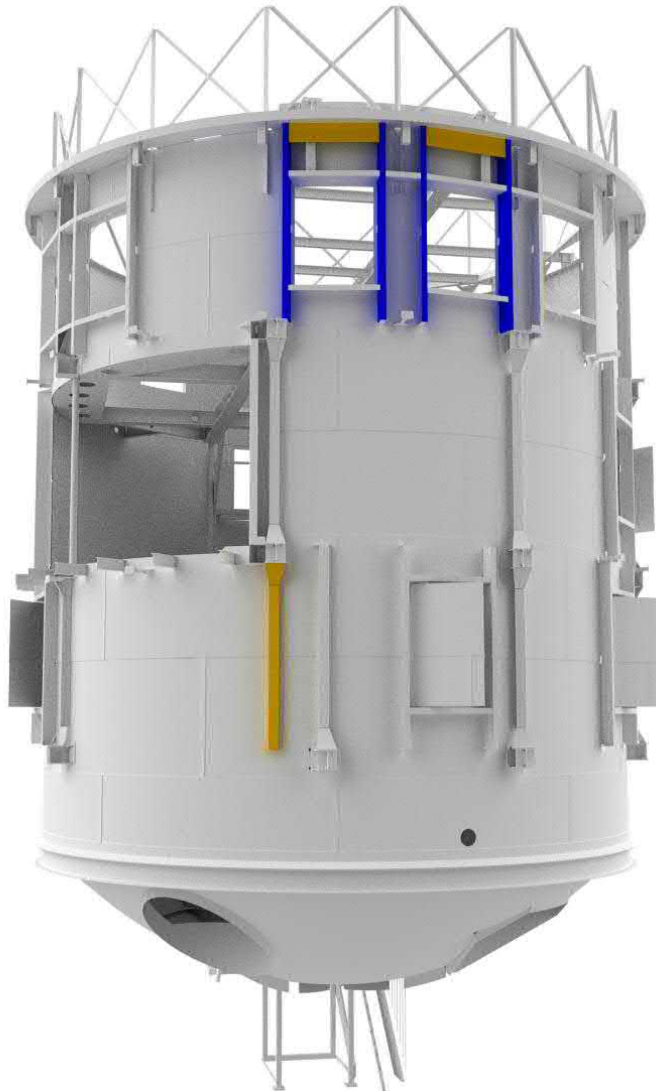
Zwaartepunt afname vloeigrens (F)	
Som y*A	309332 mm3
Som A	2594 mm2
zwaartepunt tov buitenzijde reservoirwand	119 mm

Zwaartepunt gebaseerd op afname E (EA)	
Som yEA	47377777 kN mm
Som EA	349062 kN
zwaartepunt tov buitenzijde reservoirwand	136 mm

Zwaartepunt gebaseerd op invloed E en fy (F/EA)	
Som yEA	15.6 kN mm
Som EA	0.1 kN
zwaartepunt tov buitenzijde reservoirwand	122.4 mm

i-Σaac

Watertoren Amsterdamsestraatweg , Utrecht



i-Σaac

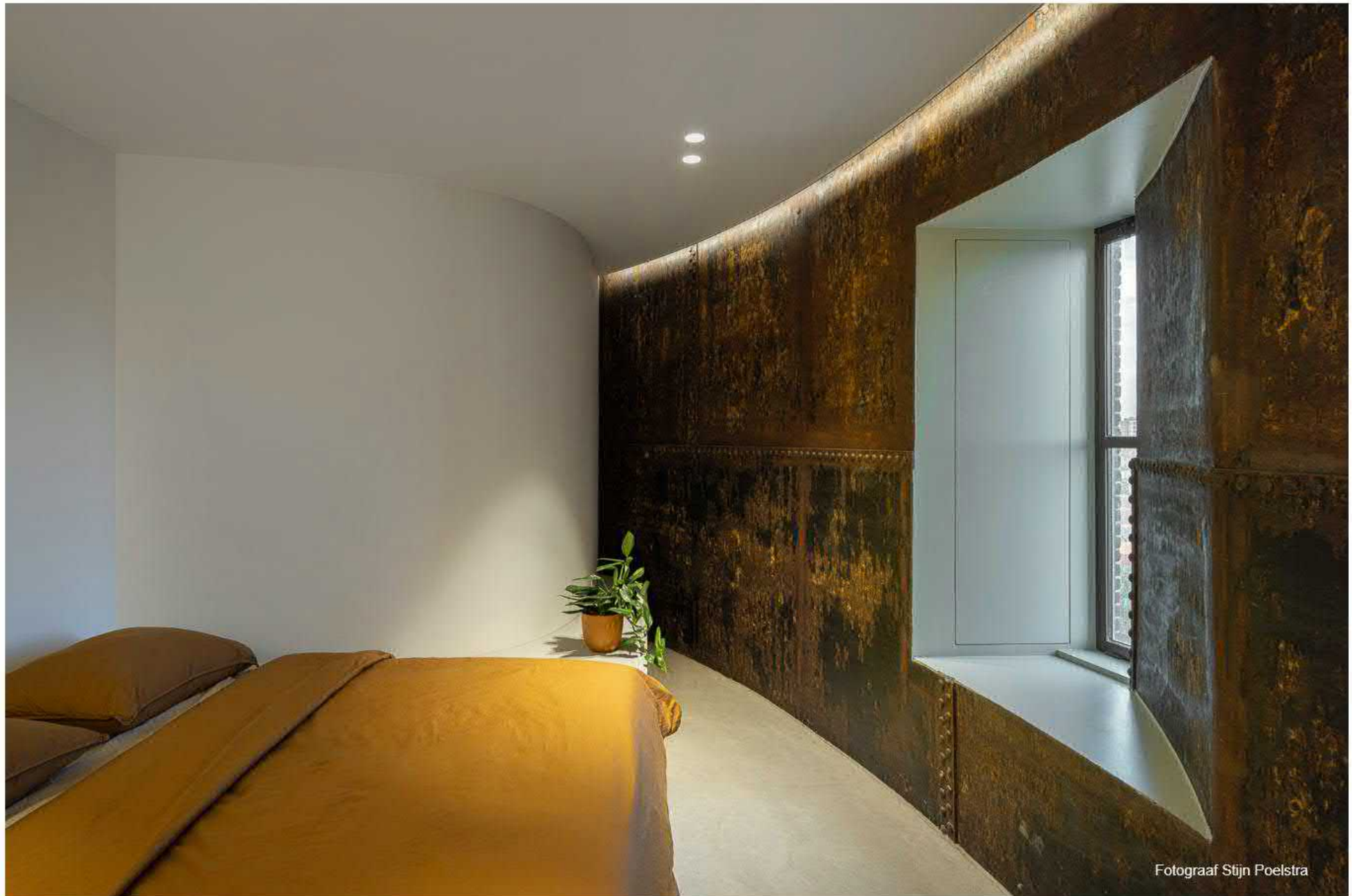
Watertoren Amsterdamsestraatweg , Utrecht



Fotograaf Stijn Poelstra

i-Σaac

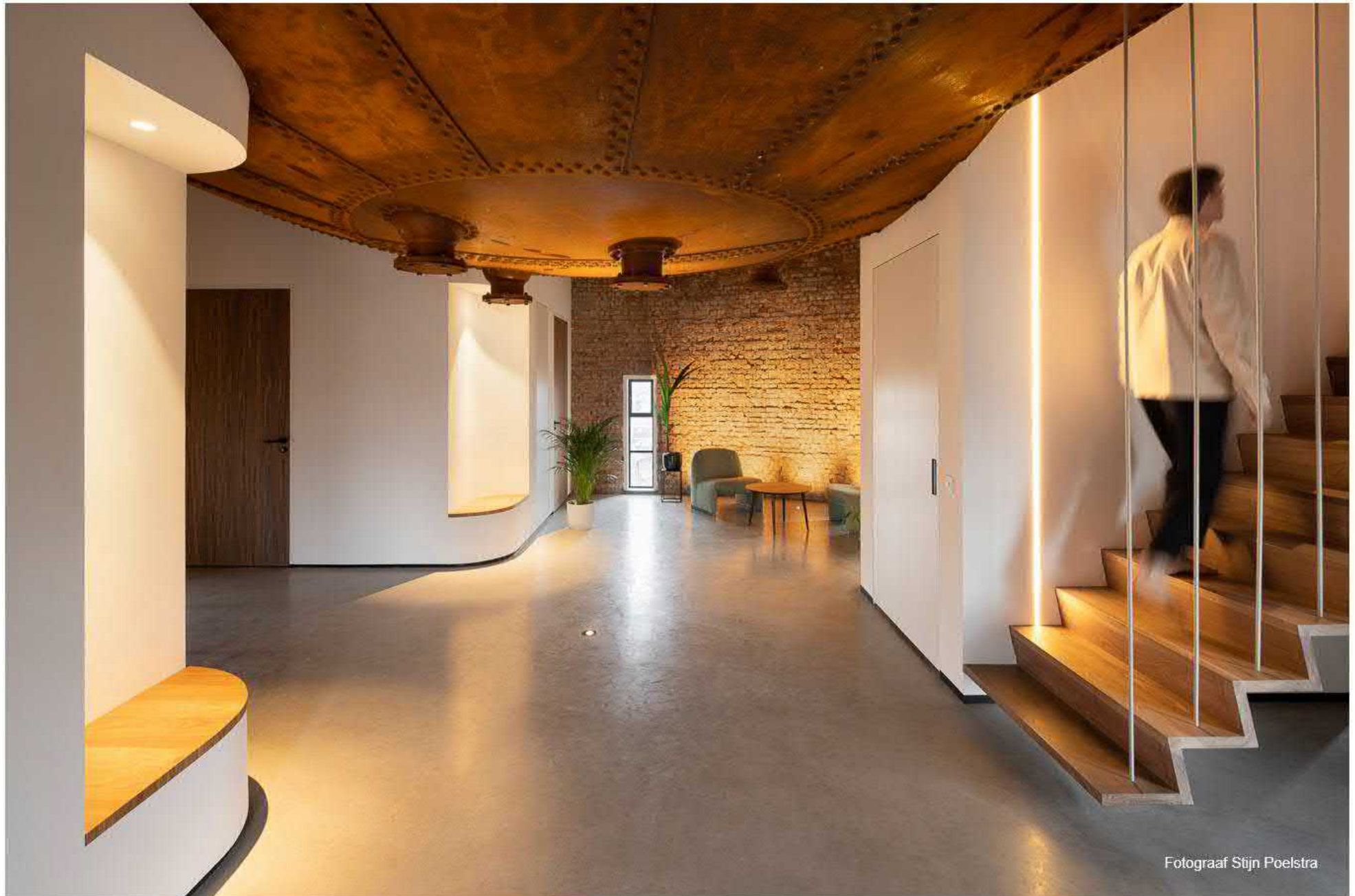
Watertoren Amsterdamsestraatweg , Utrecht



Fotograaf Stijn Poelstra

i-Σaac

Watertoren Amsterdamsestraatweg , Utrecht



Fotograaf Stijn Poelstra