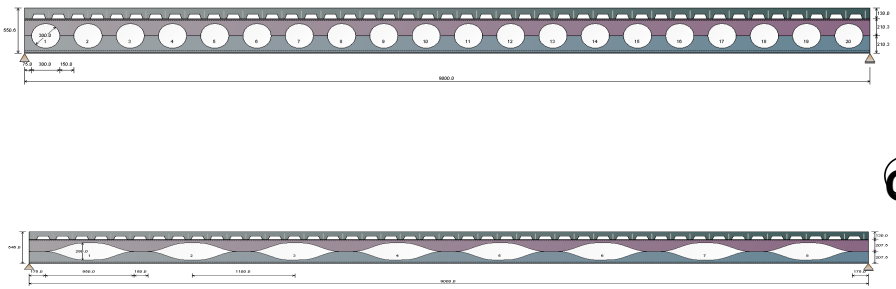
Research Fund
for Coal & Steel

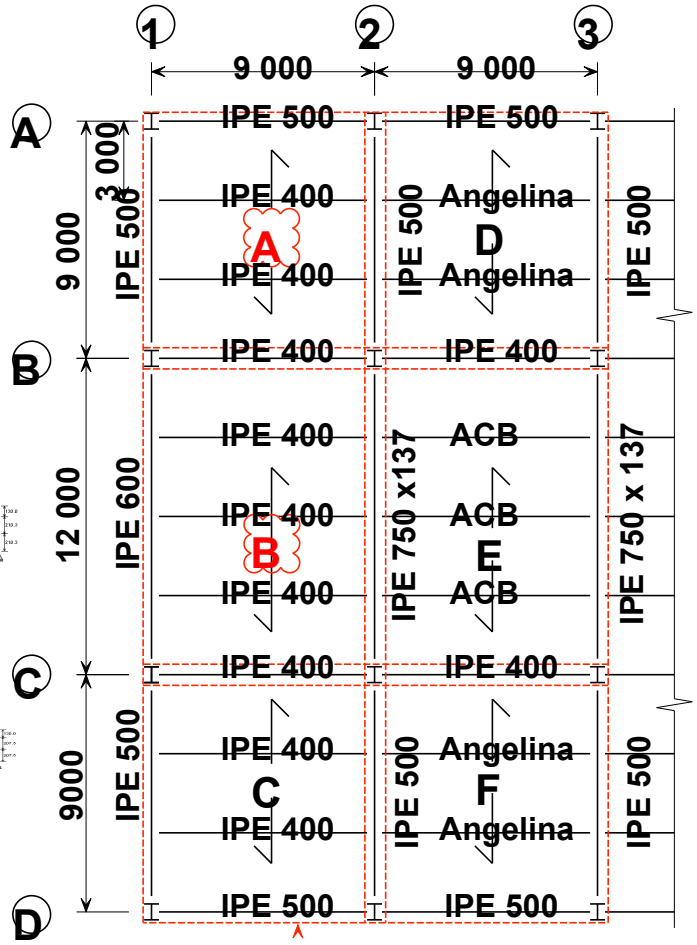
Gedrag bij brand van staal-beton vloersystemen

Rekenvoorbeelden

Inhoud van de presentatie

- **Rekenvoorbeelden**
  - Vloer-layout

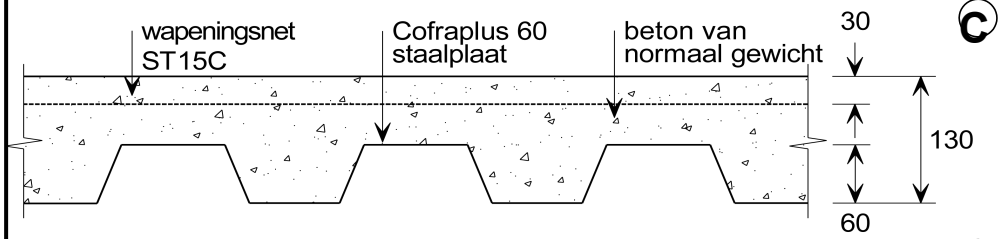


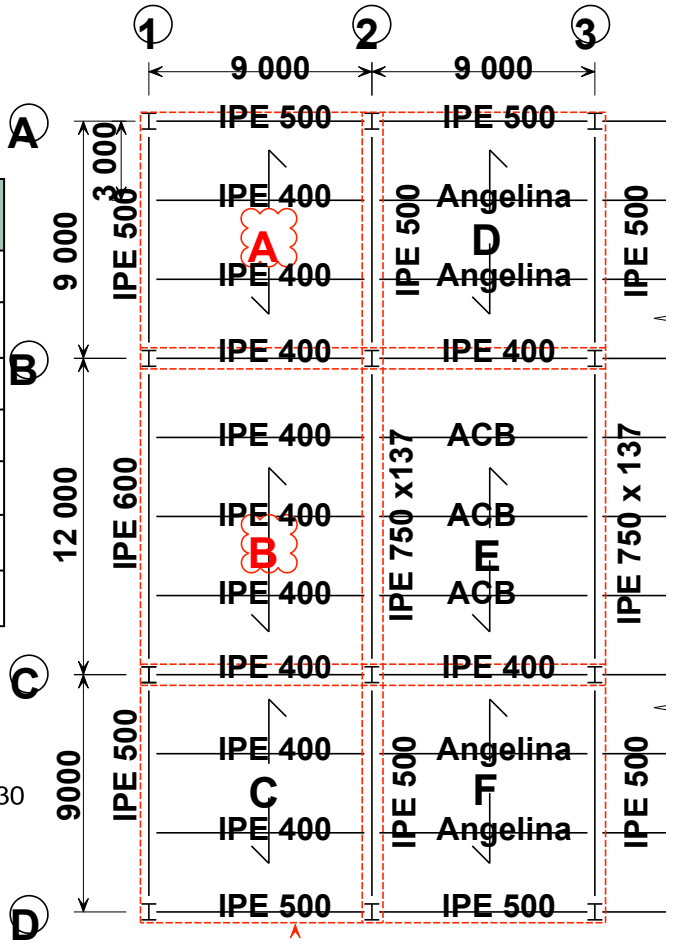


Inhoud van de presentatie

- **Rekenvoorbeelden**
  - Vloer-layout

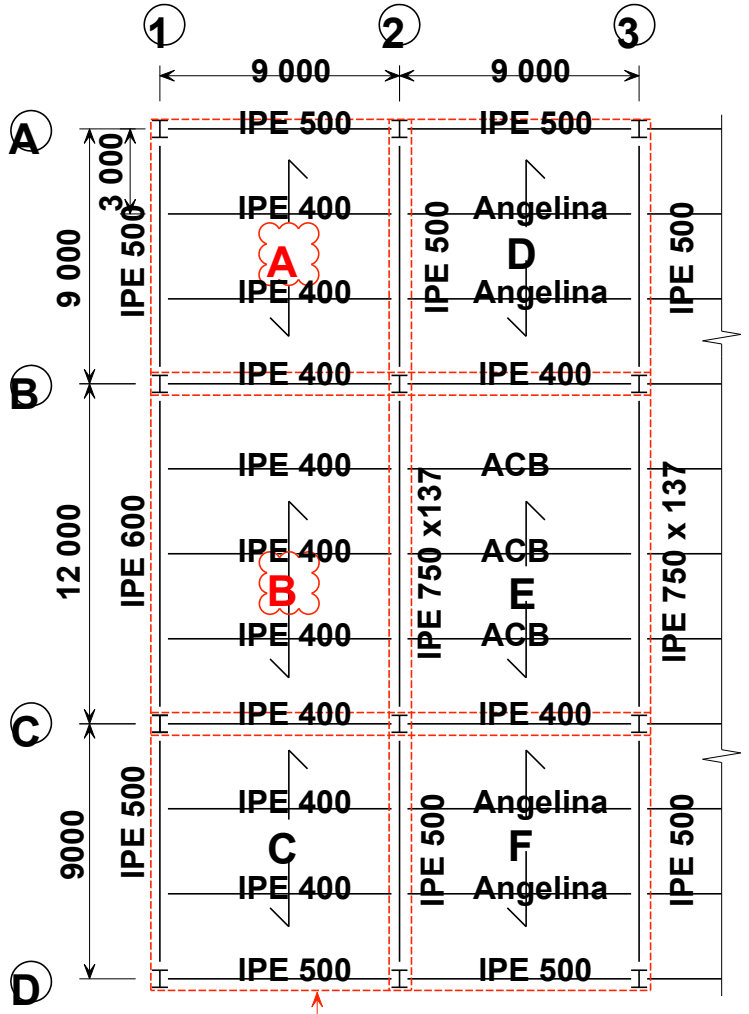
Liggerprofiel (S355)	Locatie van de ligger	Constructietype	Graad van afschuifverbin-ding (%)	Aantal stiftdeuvels per groep en h.o.h. afstand
IPE 400	Secundaire interne ligger	Samenwerkend	51	1 @ 207mm
IPE 500	Secundaire randligger	Niet-samenwerkend	-	
IPE 500	Primaire interne ligger	Samenwerkend	72	2 @ 207mm
IPE 750 × 137	Primaire interne ligger	Samenwerkend	71	2 @ 207 mm
IPE 600	Primaire randligger	Niet-samenwerkend	-	
ACB IPE 300+IPE 300	Secundaire interne ligger	Samenwerkend	52	2 @ 207 mm
Angelina IPE270 + IPE 270	Secundaire interne ligger	Samenwerkend	52	2 @ 207 mm





Inhoud van de presentatie

- **Rekenvoorbeelden**
  - Vloerzone B
  - Vloerzone E



Belastingen

- **Normaal (Koud)**
  - Overheersende veranderlijke belasting: 5 kN/m²
  - Gelijktijdige veranderlijke belasting: 0 kN/m²
  - Gen gewicht inclusief liggers, sief vloer: 1,2 kN/m²
  - Berekend vloergewicht inclusief net: 2,28 kN/m²

- **Brand**
  - Combinatiefactor voor permanente belasting: 1,0
  - Combinatiefactor voor overheersende veranderlijke belasting: 0,5
  - Combinatiefactor voor gelijktijdige veranderlijke belasting: 0,5

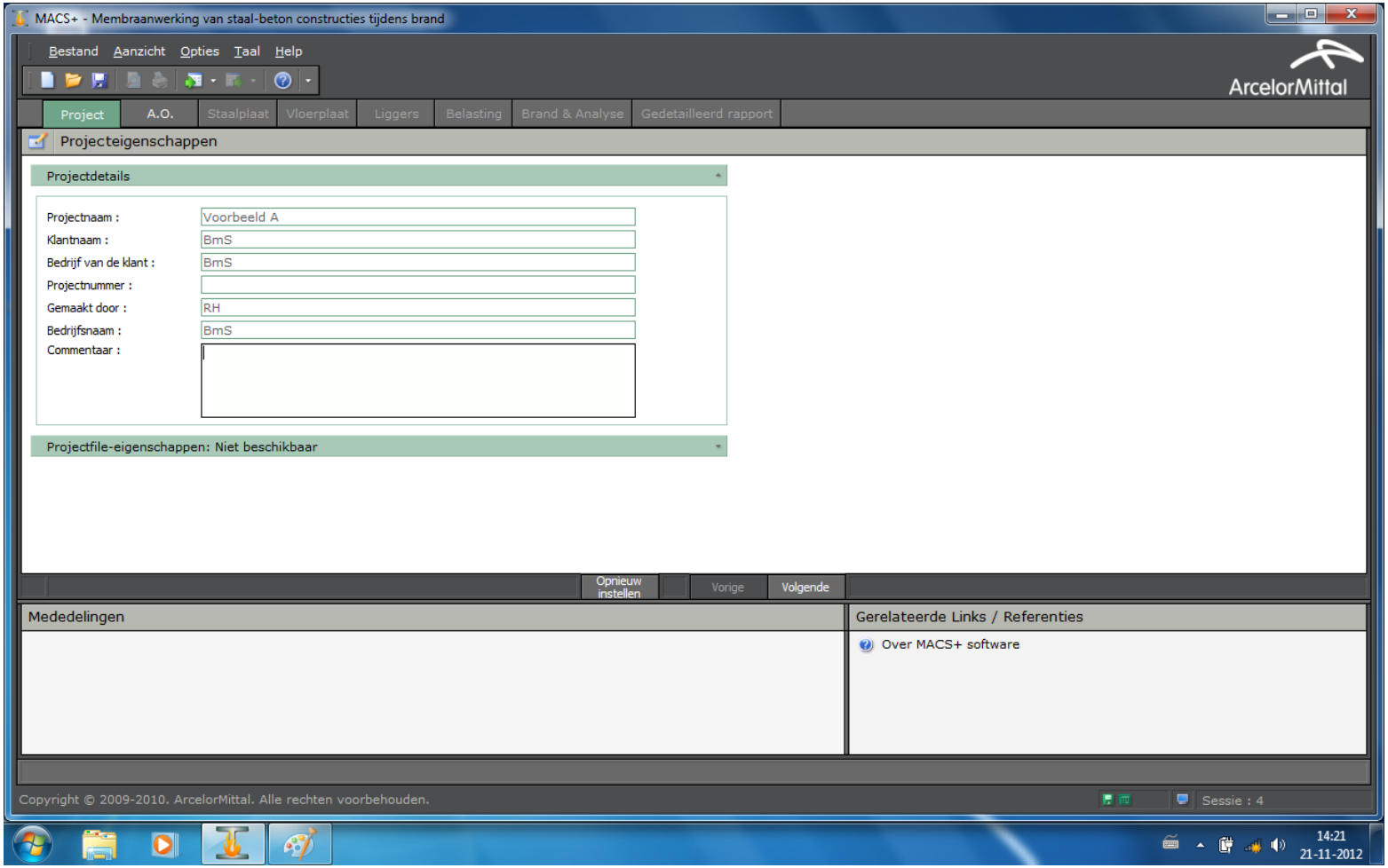
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

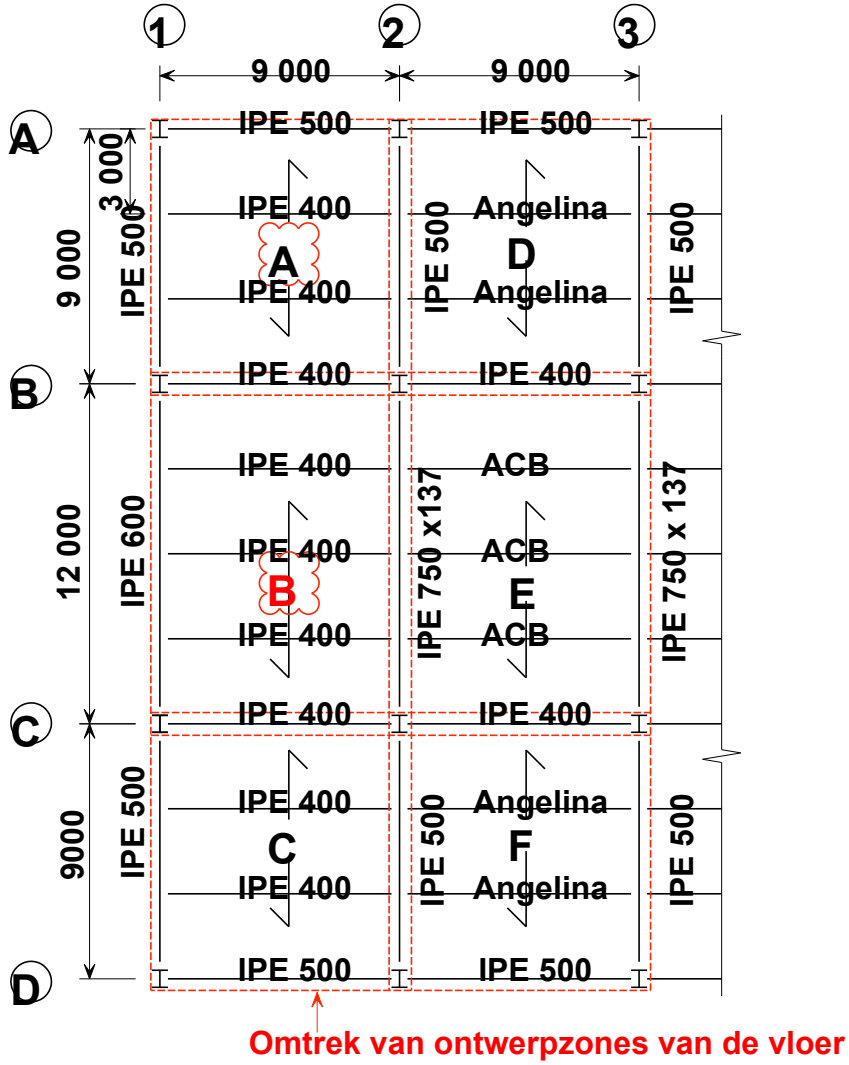
Constructie-details

- **Algemene gegevens**



Vloer zone B

- **9 x 12 m ontwerpzone**



Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

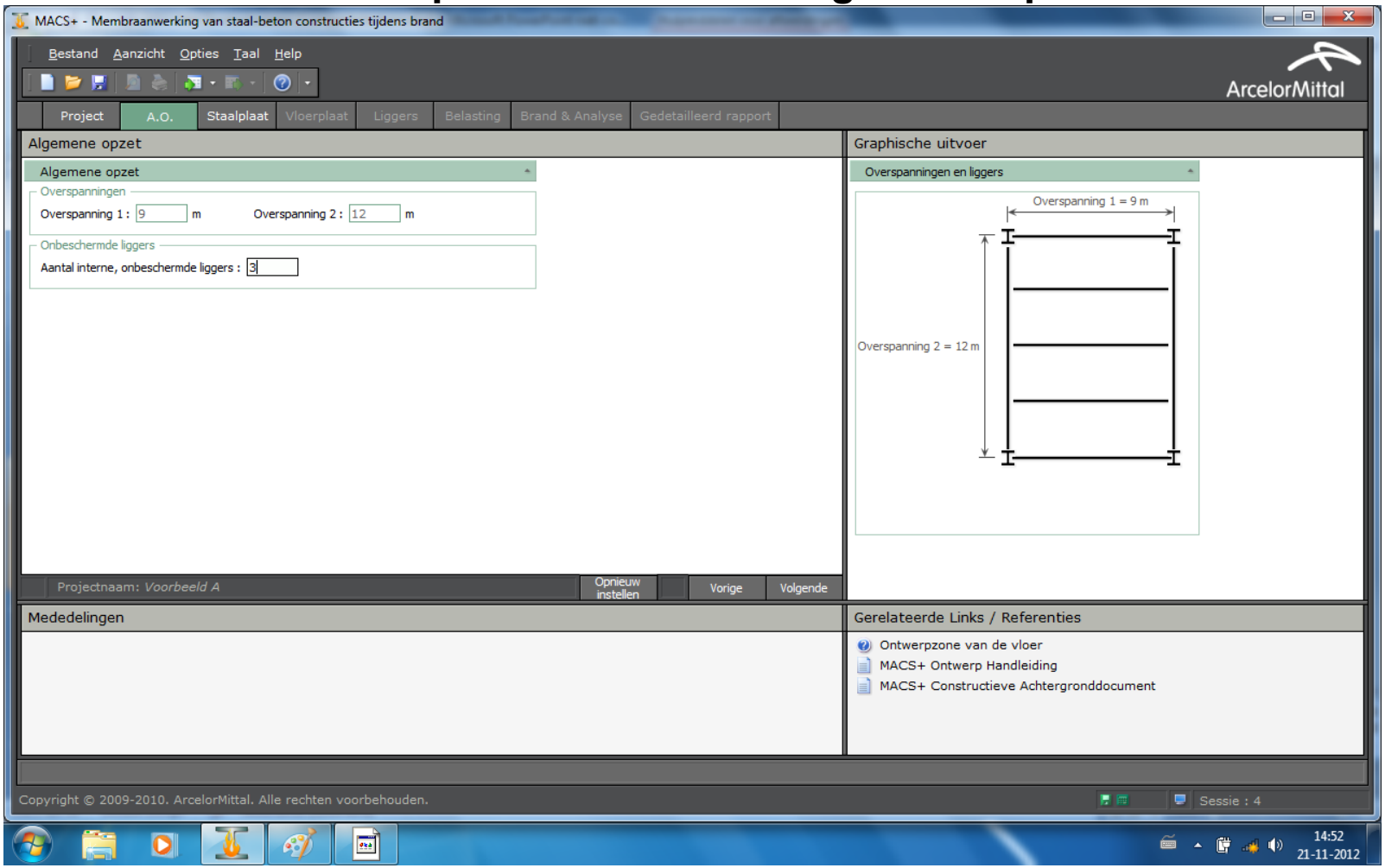
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **9 x 12 m ontwerpzone: Invoerveld algemene opzet**



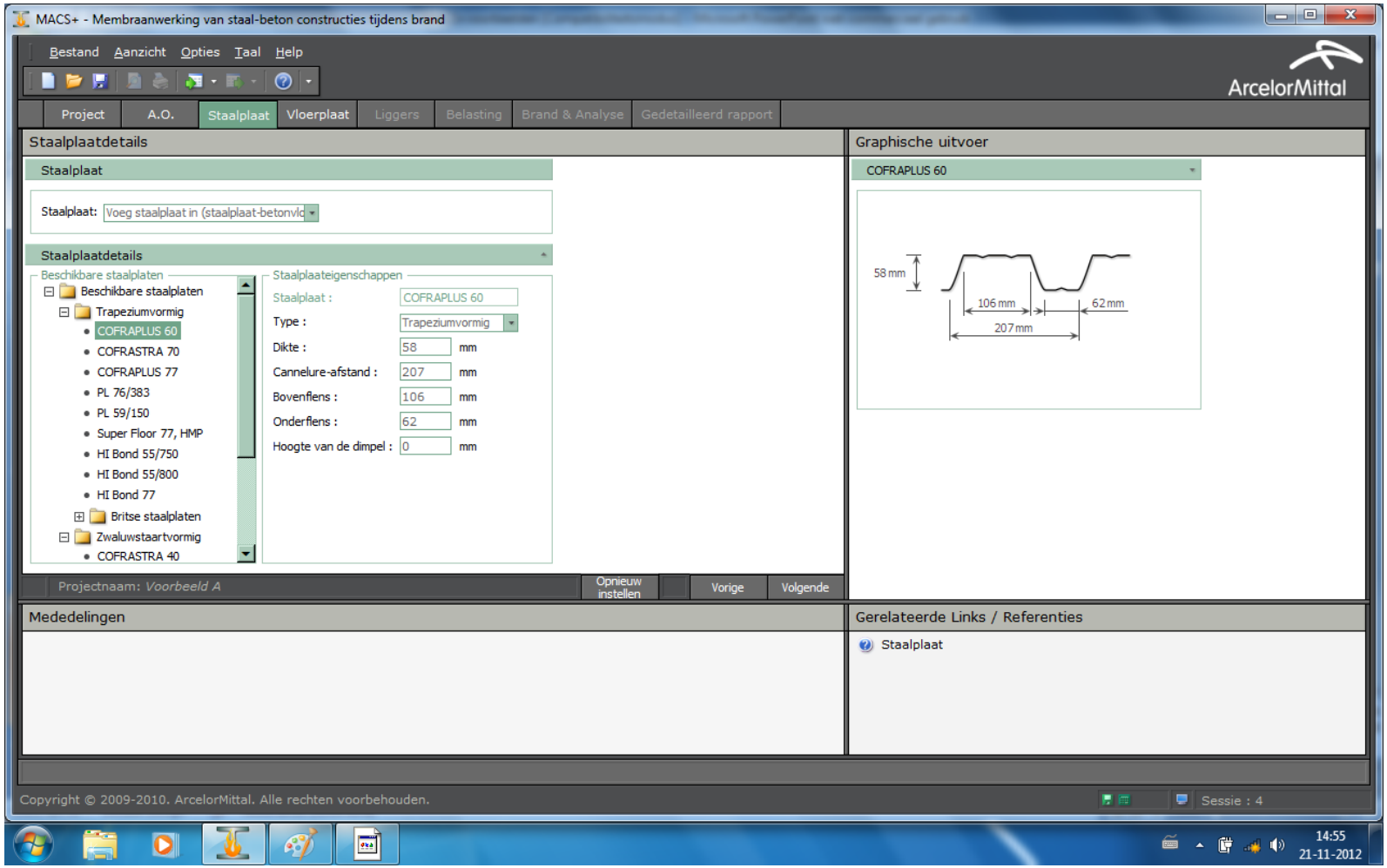
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Invoerveld staalplaat: Cofraplus 60**



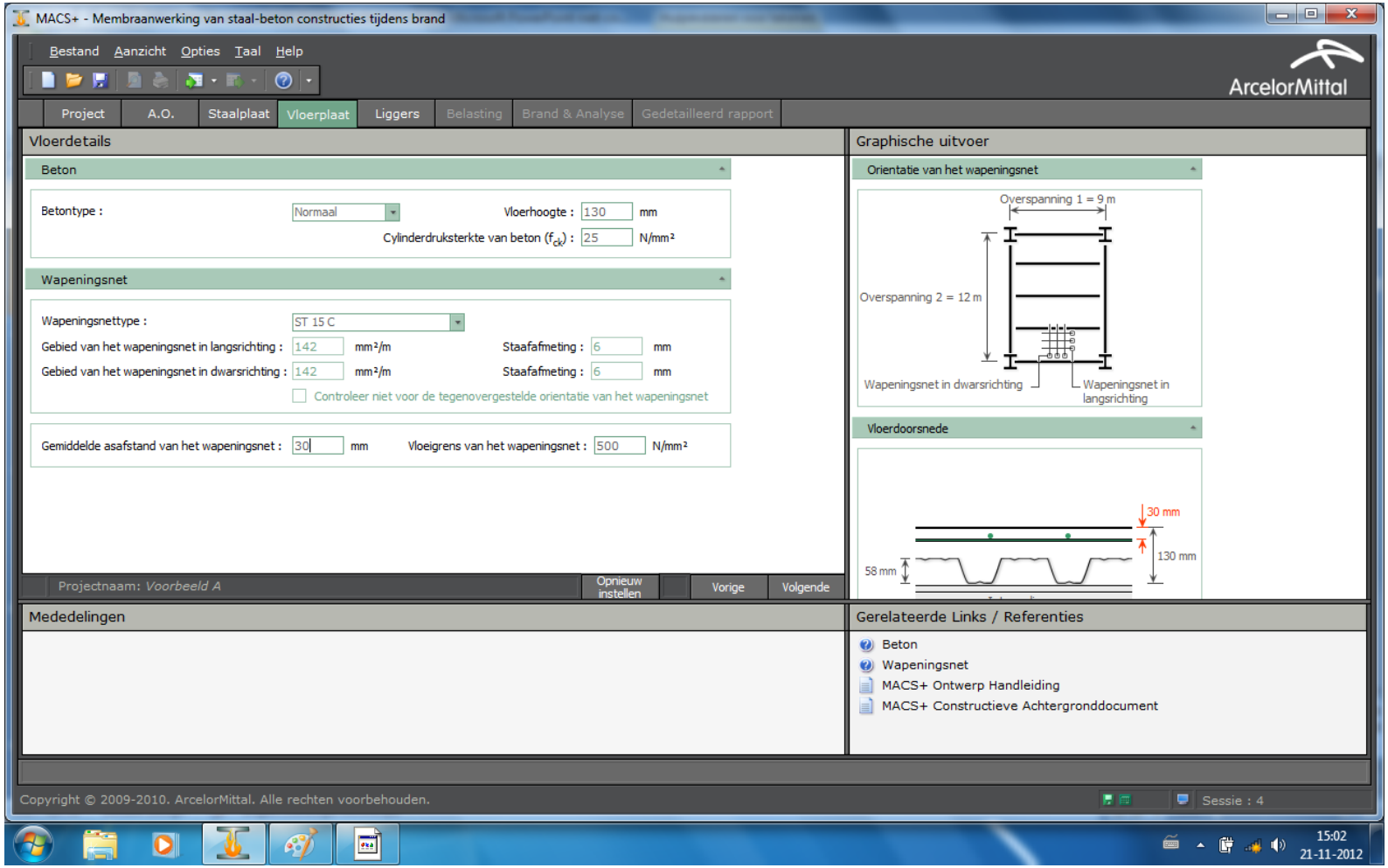
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Invoerveld vloerplaat**



Vloer zone B

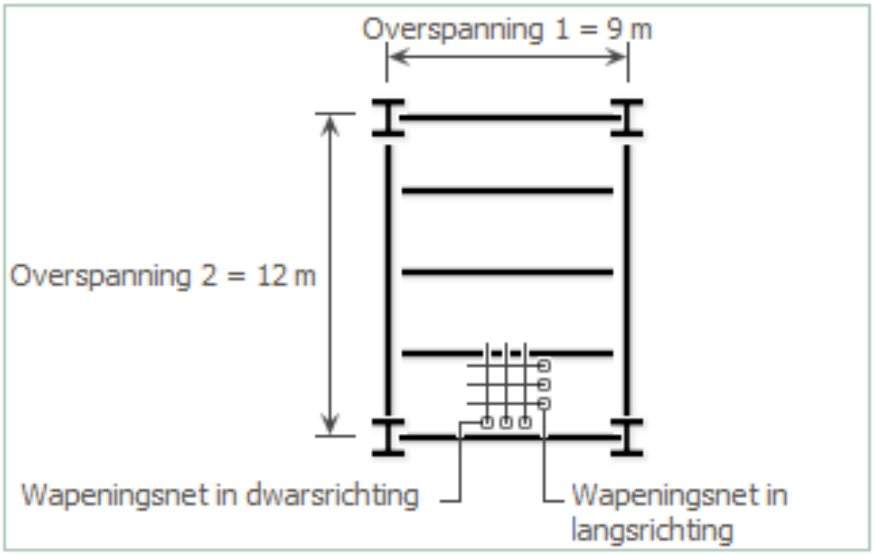
Vloerzone B

Vloerzone E

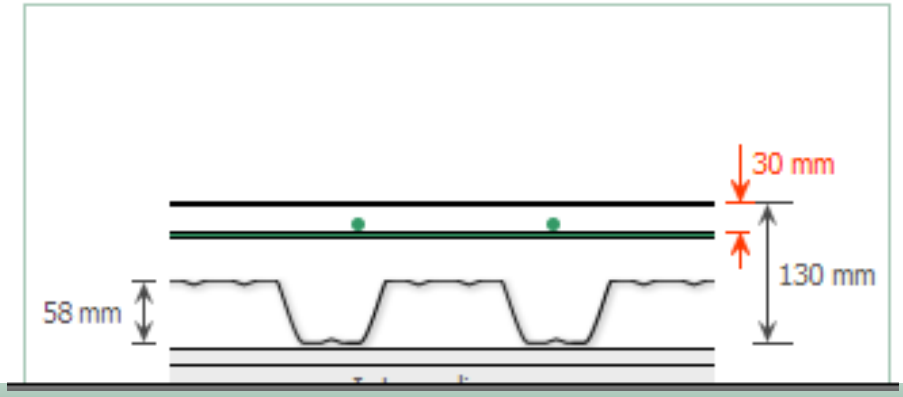
Constructie-details

- **Invoerveld vloerplaat**

Orientatie van het wapeningsnet



Vloerdoorsnede



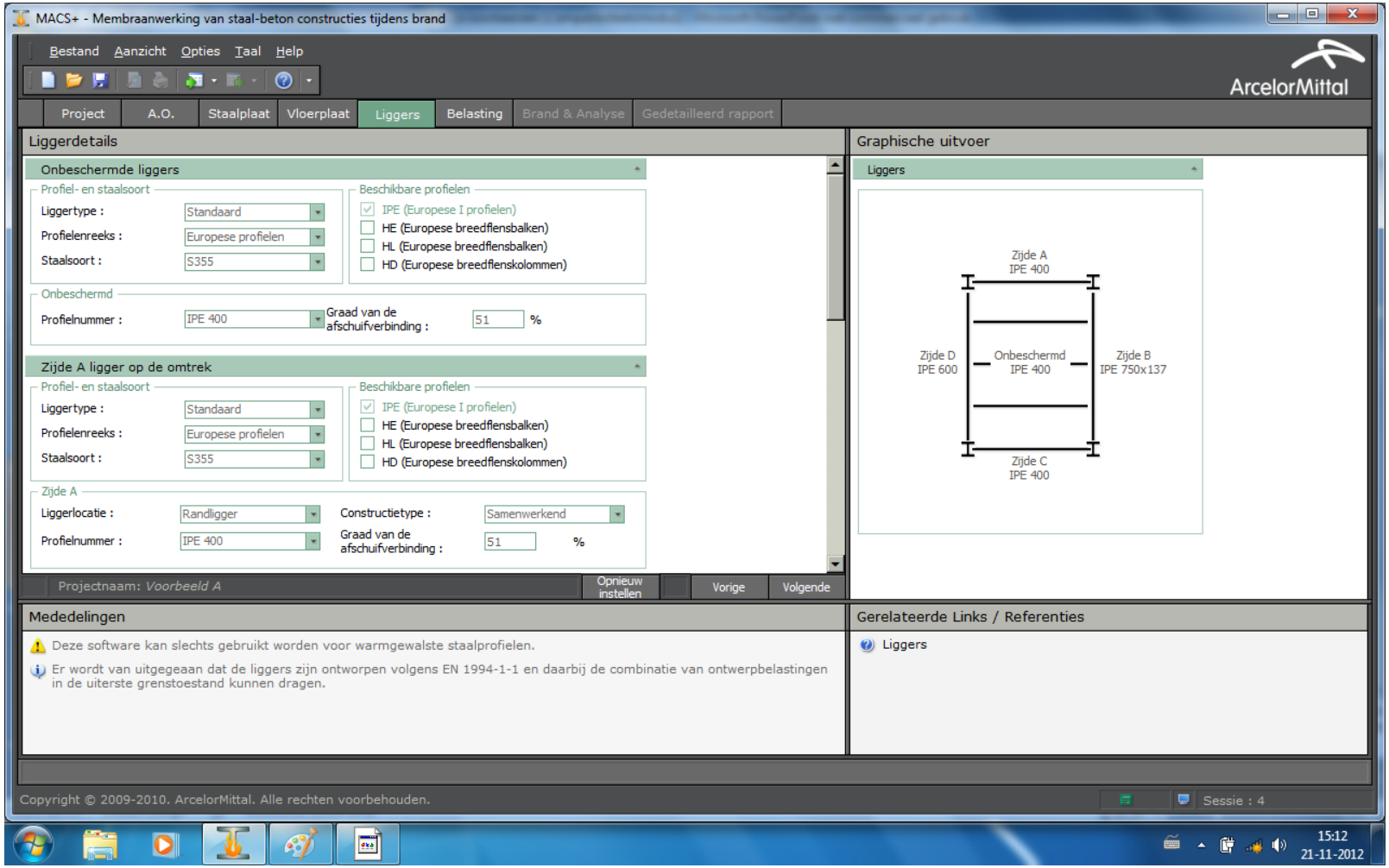
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Invoerveld liggers**



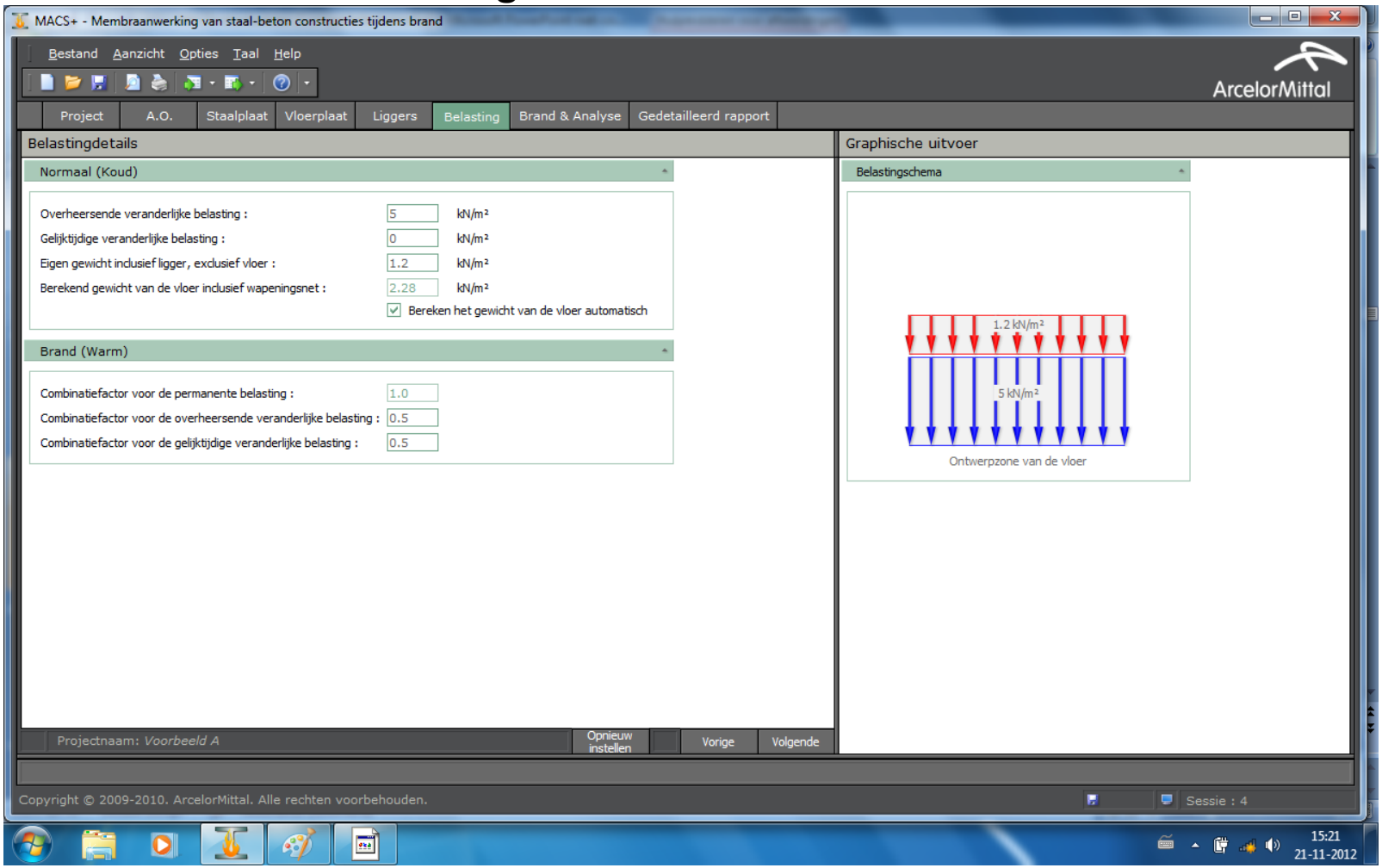
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Invoerveld belastingen**



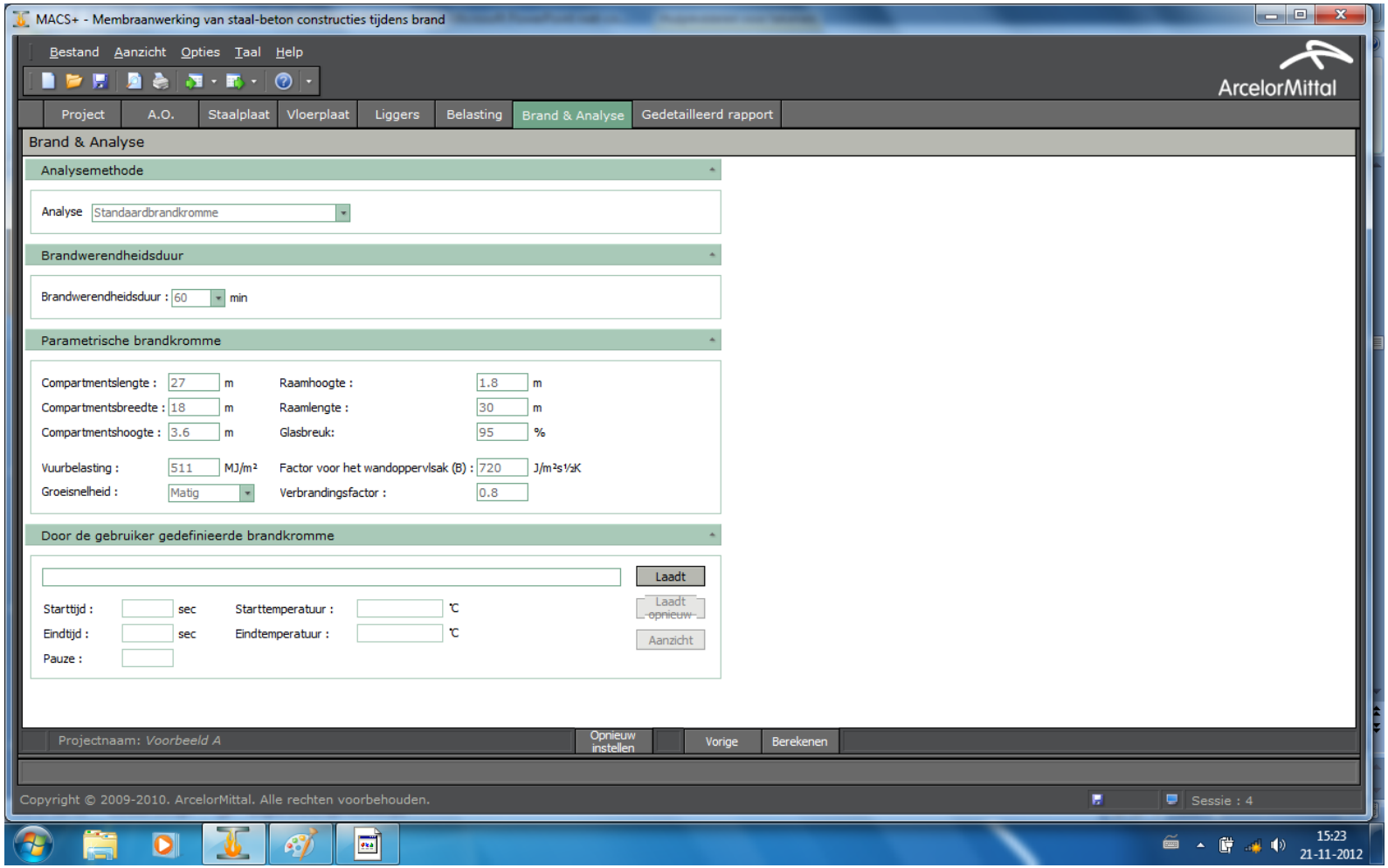
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Invoerveld Brand & Analyse**



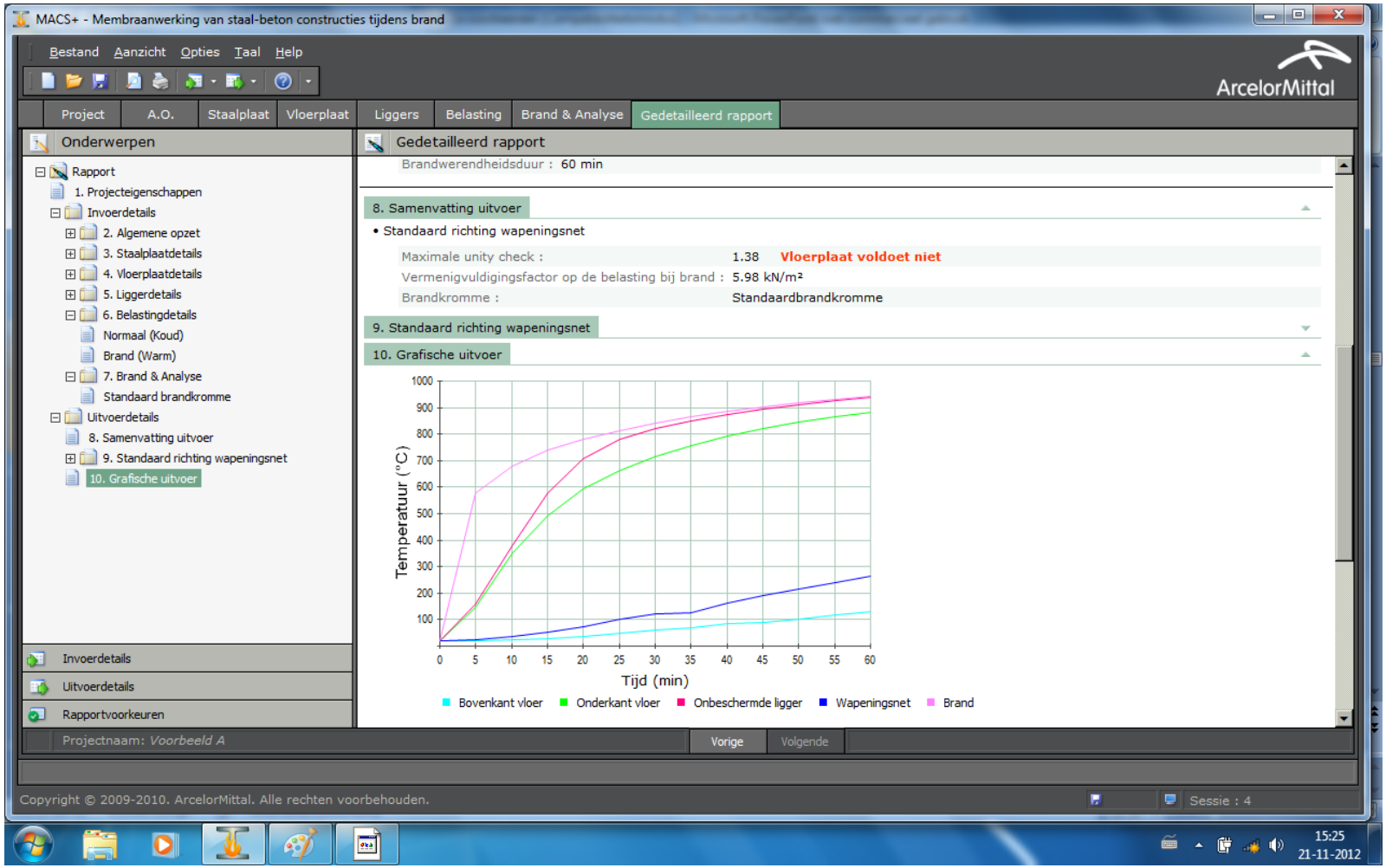
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer: voldoet niet met uc = 1,38**



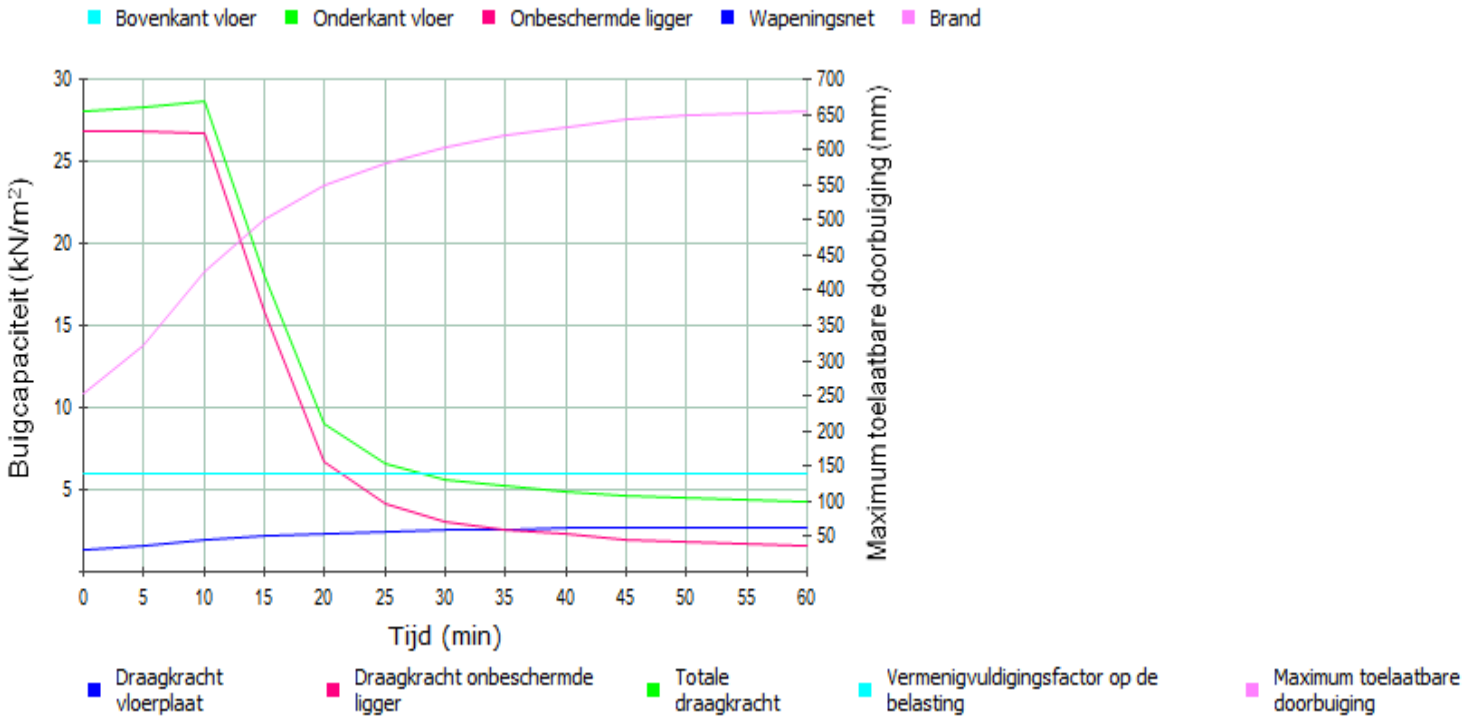
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer**



Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Wapening van ST 15C (142 mm2/m) naar ST 25C (257 mm2/m): voldoet met uc = 0,93**

9. Standaard richting wapeningsnet

Gebied van het wapeningsnet in langsrichting : 257 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Gebied van het wapeningsnet in dwarsrichting : 257 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Vermenigvuldigingsfactor op de belasting bij brand : 5.98 kN/m²

• Resultaten in tabelvorm

Tijd	Ligger	Wapeningsnet	Bovenkant vloer	Onderkant vloer	Draagkracht ligger	Maximum toelaatbare doorbuiging	Vloeien van de vloerplaat	Verbetering	Draagkracht vloerplaat	Totale draagkracht	Unity**check**
min	°C	°C	°C	°C	kN/m²	mm	kN/m²		kN/m²	kN/m²	
0	20	20	20	20	26.79	254	0.79	2.94	2.34	29.12	0.21
5	158	24	20	147	26.79	321	0.79	3.48	2.76	29.55	0.20
10	378	37	22	348	26.72	428	0.79	4.31	3.42	30.14	0.20
15	578	53	28	491	15.88	501	0.79	4.89	3.88	19.76	0.30
20	708	74	36	592	6.70	550	0.79	5.28	4.19	10.89	0.55
25	779	102	48	663	4.13	582	0.79	5.53	4.39	8.52	0.70
30	821	120	62	716	3.06	603	0.79	5.69	4.52	7.58	0.79
35	850	125	71	758	2.62	620	0.79	5.83	4.63	7.25	0.83
40	873	163	83	791	2.27	631	0.79	5.92	4.70	6.96	0.86
45	893	190	89	820	1.97	644	0.79	6.01	4.77	6.74	0.89
50	910	214	103	844	1.79	649	0.79	6.06	4.81	6.60	0.91
55	925	238	119	865	1.70	652	0.79	6.08	4.82	6.52	0.92
60	939	263	131	884	1.61	655	0.79	6.10	4.85	6.46	0.93

Maximale unity check : 0.93 **Vloerplaat voldoet**

Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer liggers**

Project | A.O. | Staalplaat | Vloerplaat | Liggers | Belasting | Brand & Analyse | Gedetailleerd rapport

Onderwerpen

• Controle ligger op de omtrek

Zijde A	Liggertype :	Standaard	Samenwerkend	Randligger
	Profielnummer :	IPE 400		
	Vereiste momentweerstand in de brandsituatie :	379.4 kNm		
	Lijnlast in de brandsituatie :	37.47 kN/m		
	Dwarskrachtverbinding :	51 %		
	Benuttingsgraad :	0.58		
	Kritieke temperatuur :	613 °C		
Zijde B	Liggertype :	Standaard	Samenwerkend	Interne ligger
	Profielnummer :	IPE 750x137		
	Vereiste momentweerstand in de brandsituatie :	628.51 kNm		
	Lijnlast in de brandsituatie :	34.92 kN/m		
	Dwarskrachtverbinding :	71 %		
	Benuttingsgraad :	0.24		
	Kritieke temperatuur :	719 °C		
Zijde C	Liggertype :	Standaard	Samenwerkend	Interne ligger
	Profielnummer :	IPE 400		
	Vereiste momentweerstand in de brandsituatie :	379.4 kNm		
	Lijnlast in de brandsituatie :	37.47 kN/m		
	Dwarskrachtverbinding :	51 %	Dit voldoet niet aan de minimum grenswaarde gespecifieerd in EN 1994-1-1	
	Benuttingsgraad :	0.52		
	Kritieke temperatuur :	622 °C		
Zijde D	Liggertype :	Standaard	Niet-samenwerkend	Randligger
	Profielnummer :	IPE 600		
	Vereiste momentweerstand in de brandsituatie :	628.51 kNm		
	Lijnlast in de brandsituatie :	34.92 kN/m		
	Benuttingsgraad :	0.52		
	Kritieke temperatuur :	583 °C		

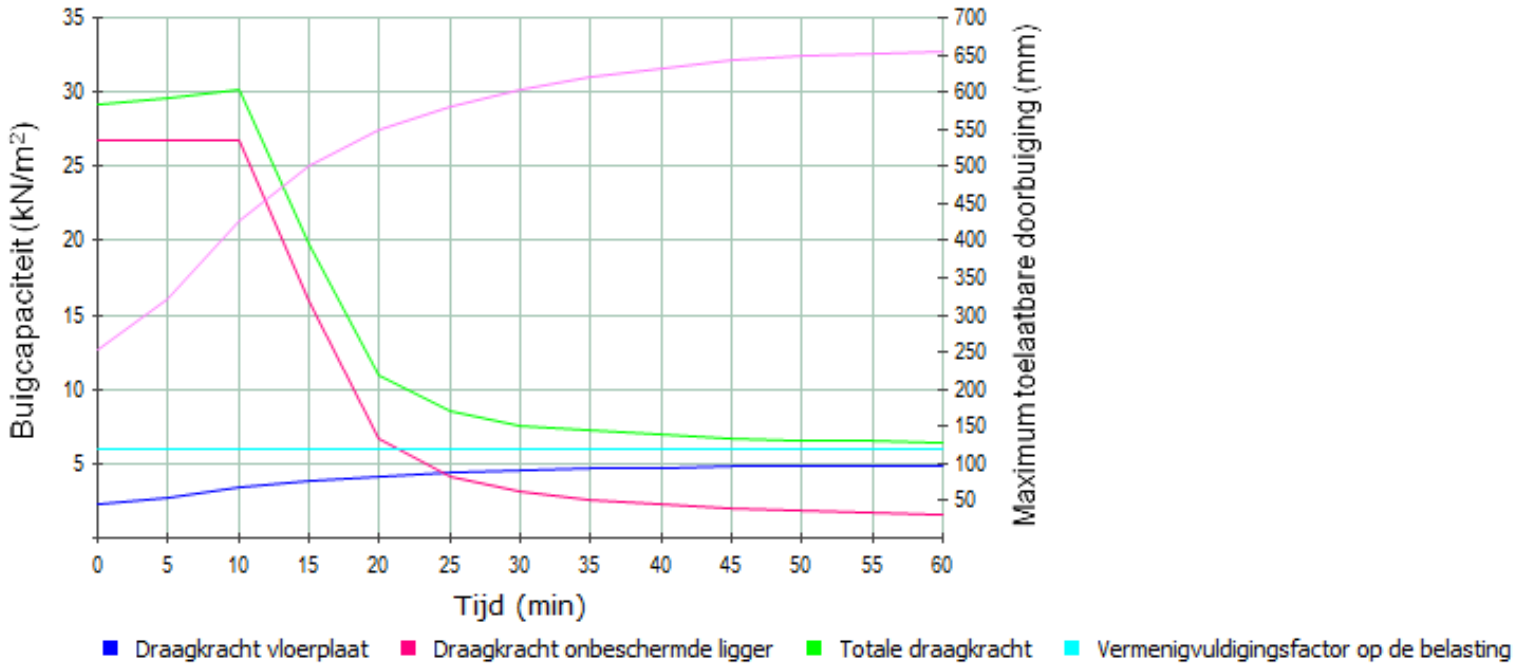
Vloer zone B

Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **Grafische uitvoer**



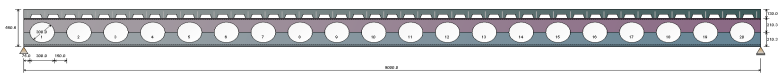
Vloer zone E

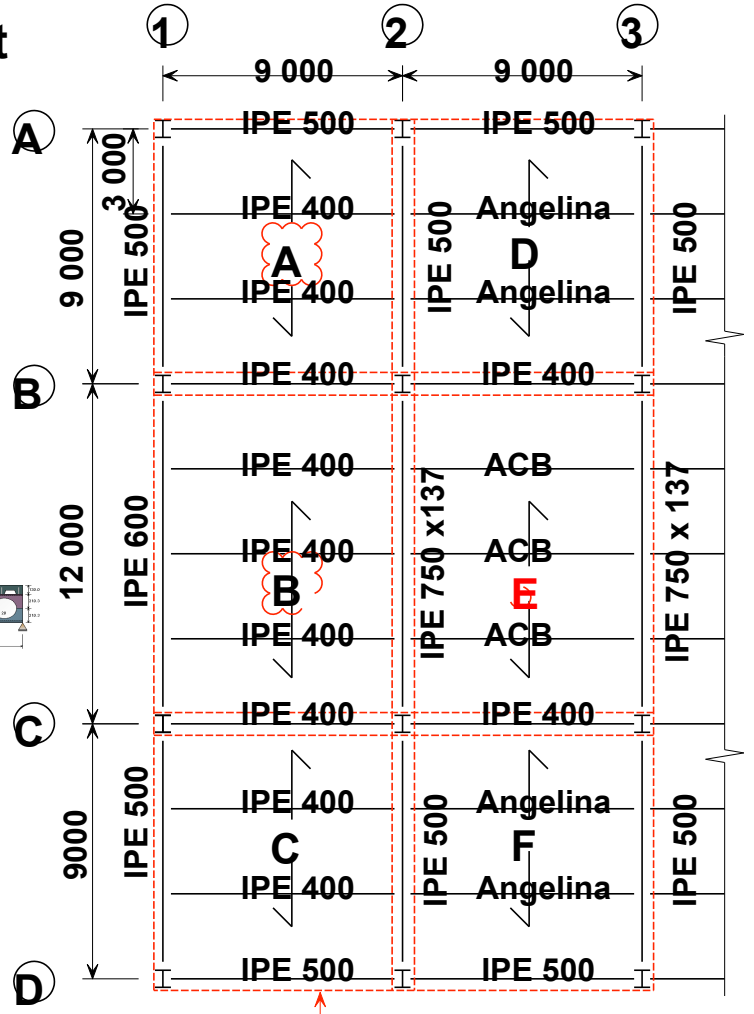
Vloerzone B

Vloerzone E

Constructie-details

- **9 x 12 m ontwerpzone met liggers met ronde gaten**





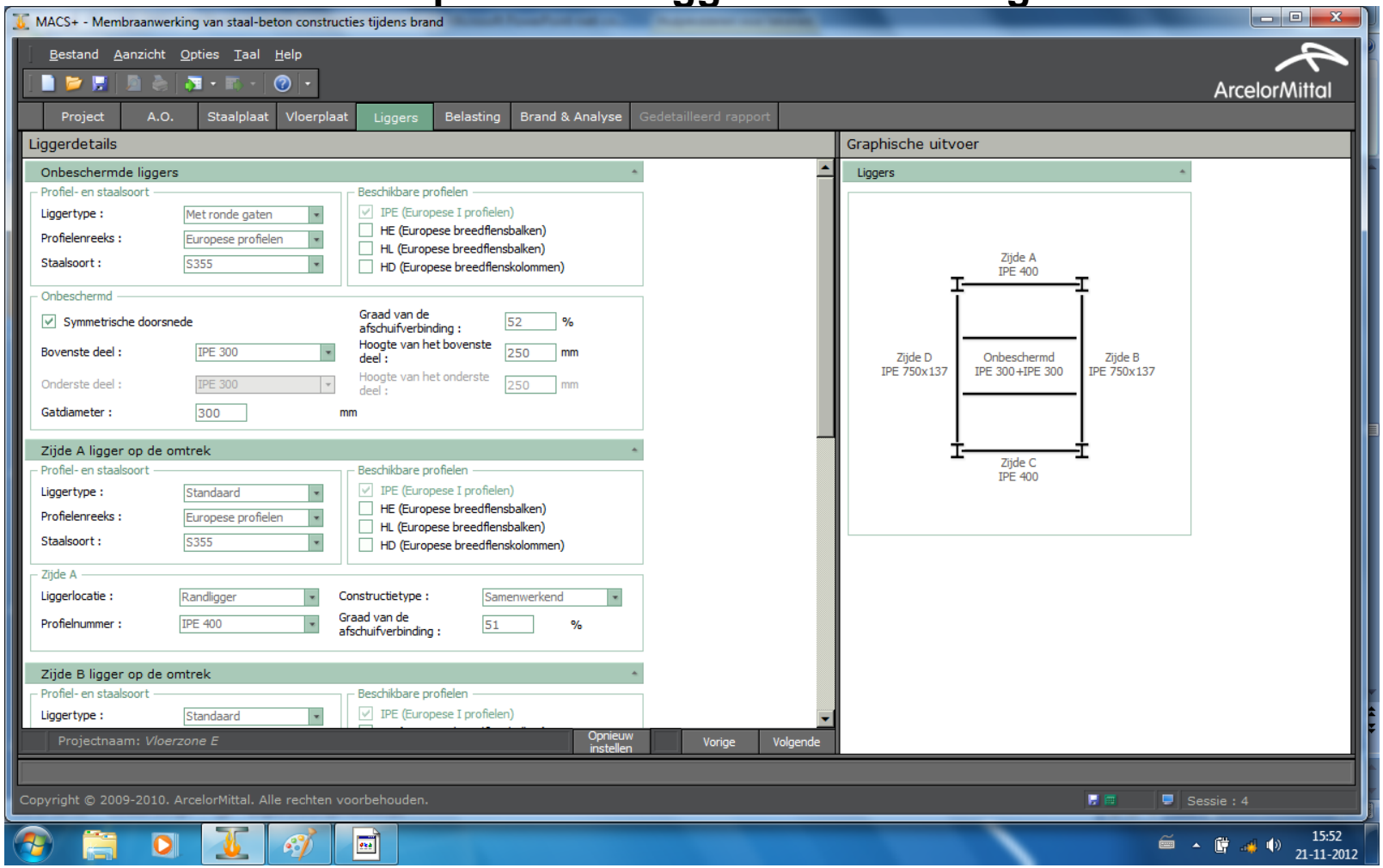
Vloer zone E

- **9 x 12 m ontwerpzone met liggers met ronde gaten**

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details



Vloer zone E

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer: uc = 1,26 na 25 minuten**

9. Standaard richting wapeningsnet

Gebied van het wapeningsnet in langsrichting : 257 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Gebied van het wapeningsnet in dwarsrichting : 257 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Vermenigvuldigingsfactor op de belasting bij brand : 5.98 kN/m²

• Resultaten in tabelvorm

Tijd	Ligger	Wapeningsnet	Bovenkant vloer	Onderkant vloer	Draagkracht ligger	Maximum toelaatbare doorbuiging	Vloeien van de vloerplaat	Verbetering	Draagkracht vloerplaat	Totale draagkracht	Unity**check**
min	°C	°C	°C	°C	kN/m²	mm	kN/m²		kN/m²	kN/m²	
0	20	56	30	508	13.52	509	0.79	4.95	3.93	17.45	0.34
5	147	74	39	416	13.52	455	0.79	4.52	3.59	17.11	0.35
10	354	90	49	504	11.31	496	0.79	4.85	3.85	15.16	0.39
15	552	110	60	585	4.10	534	0.79	5.15	4.09	8.19	0.73
20	691	117	69	650	0.48	564	0.79	5.38	4.27	4.75	1.26
25	771	124	76	702	0.33	588	0.79	5.57	4.42	4.75	1.26
30	817	157	87	743	0.28	604	0.79	5.70	4.52	4.80	1.25
35	848	182	90	777	0.24	620	0.79	5.83	4.63	4.87	1.23
40	872	203	101	806	0.21	630	0.79	5.91	4.69	4.90	1.22
45	892	227	118	831	0.18	634	0.79	5.94	4.72	4.90	1.22
50	909	251	128	853	0.17	641	0.79	5.99	4.75	4.92	1.22
55	925	273	143	872	0.16	643	0.79	6.01	4.77	4.93	1.21
60	938	294	165	890	0.15	641	0.79	5.99	4.75	4.90	1.22

Maximale unity check : 1.26 **Vloerplaat voldoet niet**

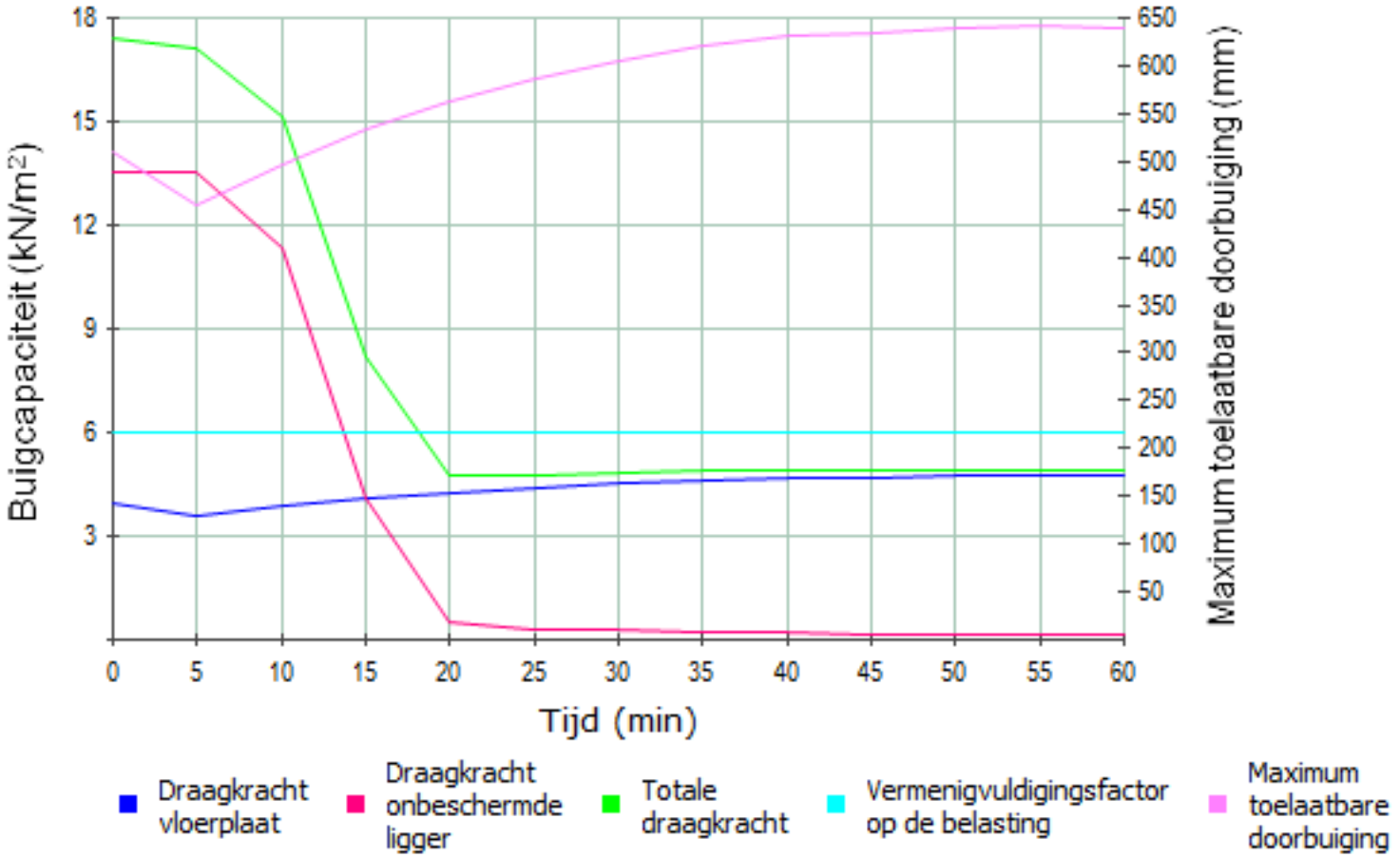
Vloer zone E

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer**



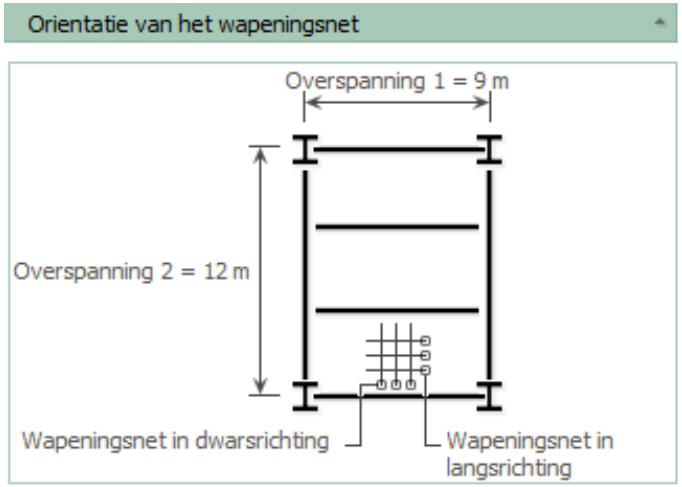
Vloer zone E

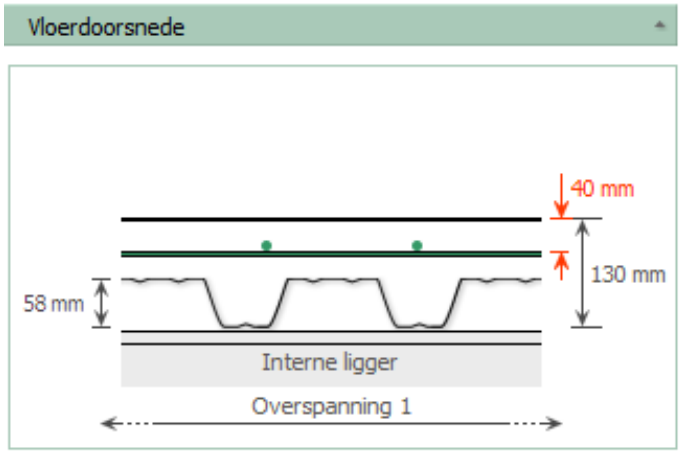
Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Verbeteroptie 1: asafstand van 30 naar 40 mm (nog net < 400 C, dus ca. 100% sterkte)**
- **uc van 1,26 na 25 minuten**
- **naar**
- **uc van 1,19 na 25 minuten**





Vloer zone E

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Verbeteroptie 2: zwaarder wapeningsnet van ST 25C (257 mm2/m) naar ST 40C 385 mm2/m): voldoet met uc = 0,88**

9. Standaard richting wapeningsnet

Gebied van het wapeningsnet in langsrichting : 385 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Gebied van het wapeningsnet in dwarsrichting : 385 mm²/m Staafafmeting : 7 mm

Vermenigvuldigingsfactor op de belasting bij brand : 5.98 kN/m²

• Resultaten in tabelvorm

Tijd	Ligger	Wapeningsnet	Bovenkant vloer	Onderkant vloer	Draagkracht ligger	Maximum toelaatbare doorbuiging	Vloeien van de vloerplaat	Verbetering	Draagkracht vloerplaat	Totale draagkracht	Unity**check**
min	°C	°C	°C	°C	kN/m²	mm	kN/m²		kN/m²	kN/m²	
0	20	76	30	508	13.52	509	1.56	3.72	5.82	19.34	0.31
5	147	101	39	416	13.52	455	1.56	3.42	5.36	18.87	0.32
10	354	121	49	504	11.31	496	1.56	3.65	5.71	17.02	0.35
15	552	148	60	585	4.10	534	1.56	3.86	6.03	10.14	0.59
20	691	169	69	650	0.48	564	1.56	4.02	6.28	6.76	0.88
25	771	187	76	702	0.33	588	1.56	4.15	6.49	6.82	0.88
30	817	220	87	743	0.28	604	1.56	4.24	6.63	6.90	0.87
35	848	250	90	777	0.24	620	1.56	4.33	6.76	7.00	0.85
40	872	276	101	806	0.21	630	1.56	4.38	6.85	7.06	0.85
45	892	302	118	831	0.18	634	1.56	4.41	6.89	7.07	0.85
50	909	328	128	853	0.17	641	1.54	4.55	7.00	7.17	0.83
55	925	352	143	872	0.16	643	1.52	4.66	7.08	7.24	0.83
60	938	375	165	890	0.15	641	1.50	4.74	7.12	7.27	0.82

Maximale unity check : 0.88 **Vloerplaat voldoet**

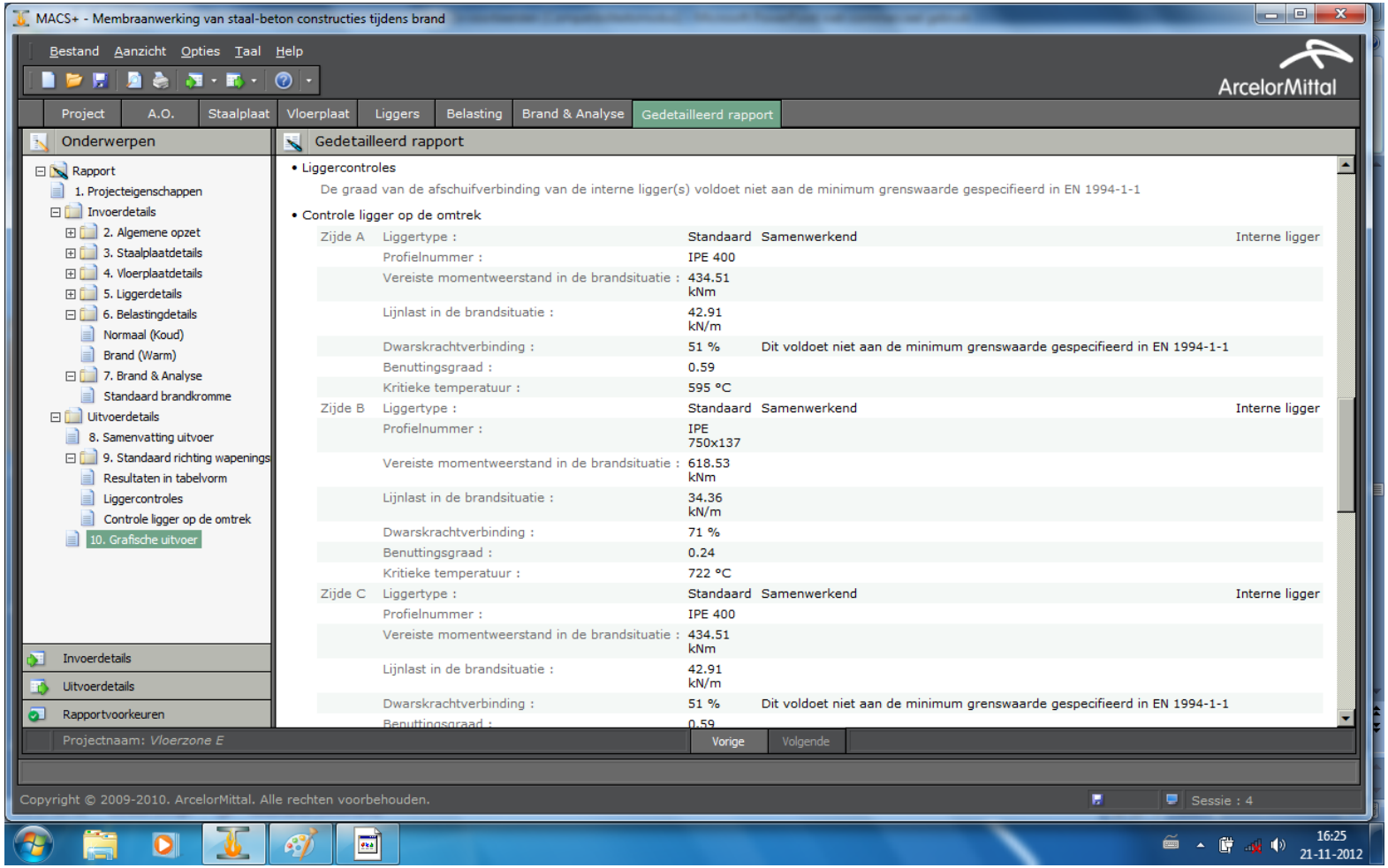
Vloer zone E

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer**



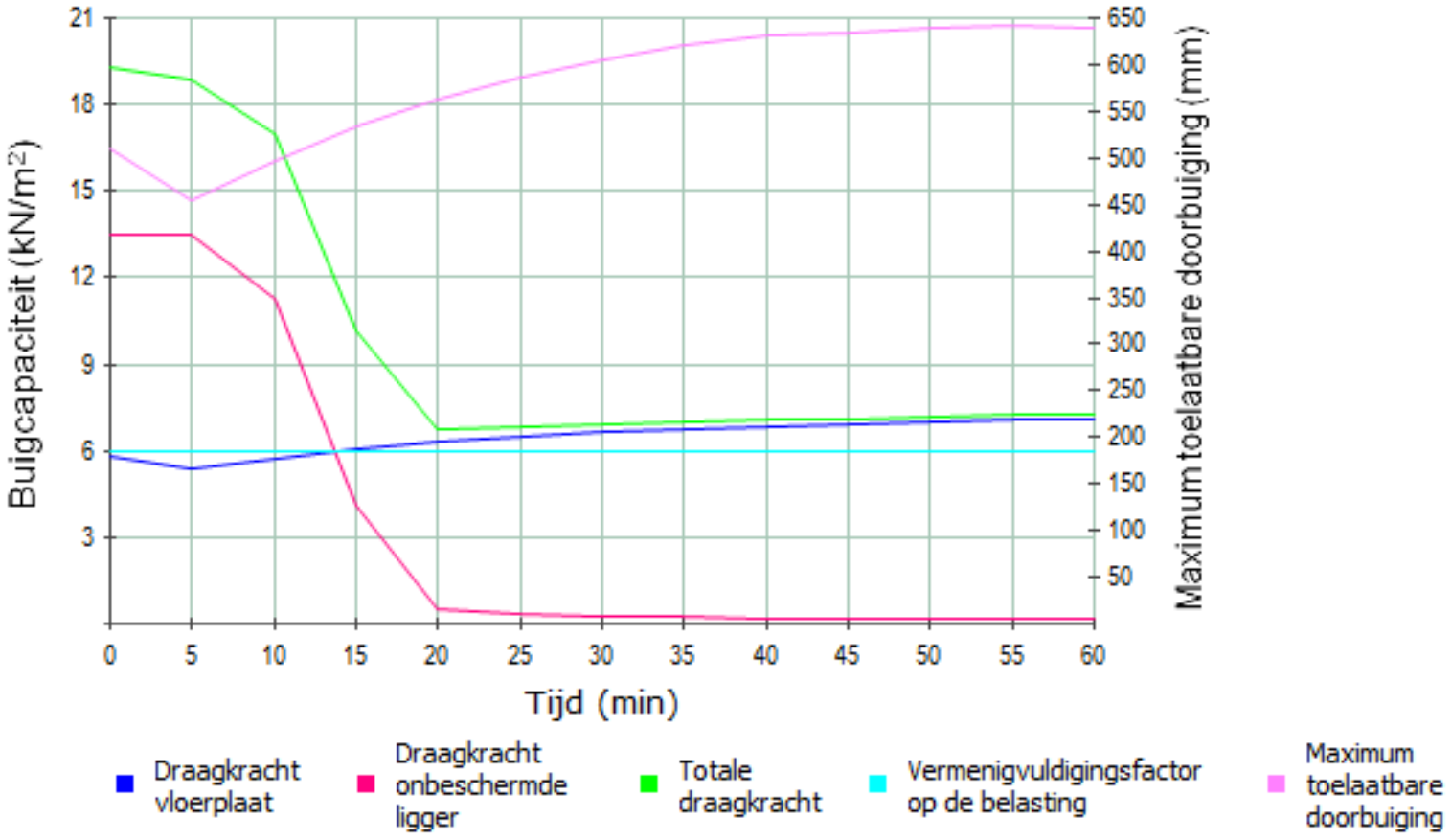
Vloer zone E

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

- **Resultaat & Uitvoer**



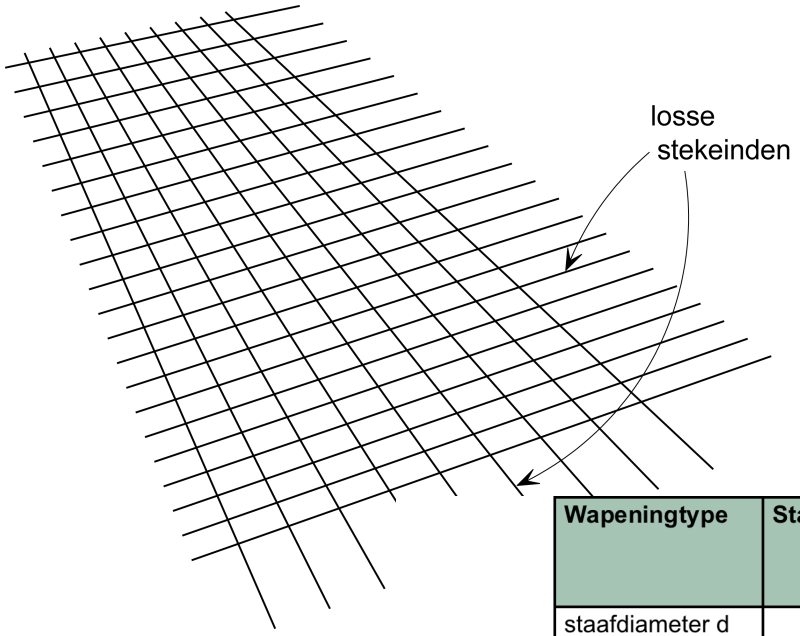
Constructiedetails

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

Overlappend net om krachten over te kunnen dragen



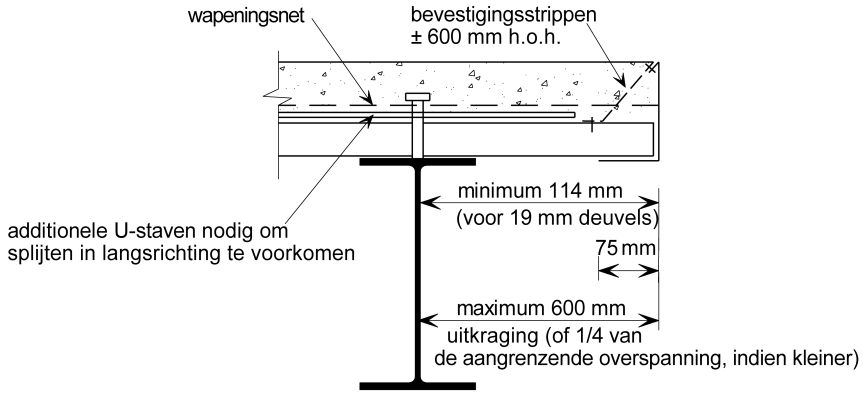
Wapeningtype	Staaftype	Betonsterkteklasse					
		LC 25/28	NC 25/30	LC 28/31	NC 28/35	LC 32/35	NC 32/40
staafdiameter d van Staalsoort 500	Geribd	50d	40d	47d	38d	44d	35d
6 mm staven	Geribd	300	250	300	250	275	250
7 mm staven	Geribd	350	300	350	275	325	250
8 mm staven	Geribd	400	325	400	325	350	300
10 mm staven	Geribd	500	400	475	400	450	350

Vloerzone A

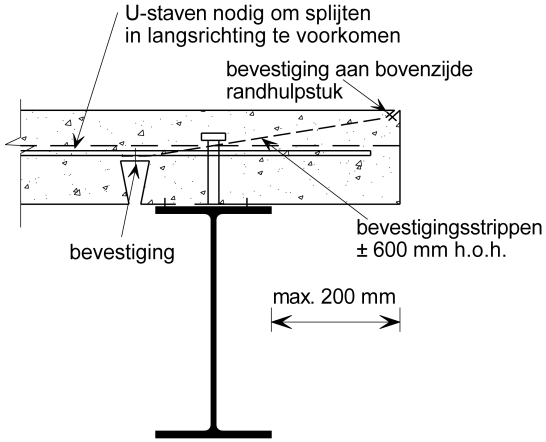
Vloerzone E

Constructie-details

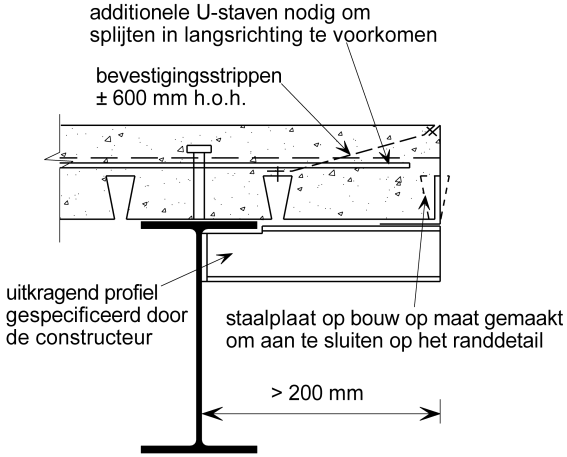
Randdetails van de staalplaat-betonvloer



a) Typische einduitkraging
(ribben dwars op de ligger)



b) Typische randdetail
(ribben parallel aan de ligger)



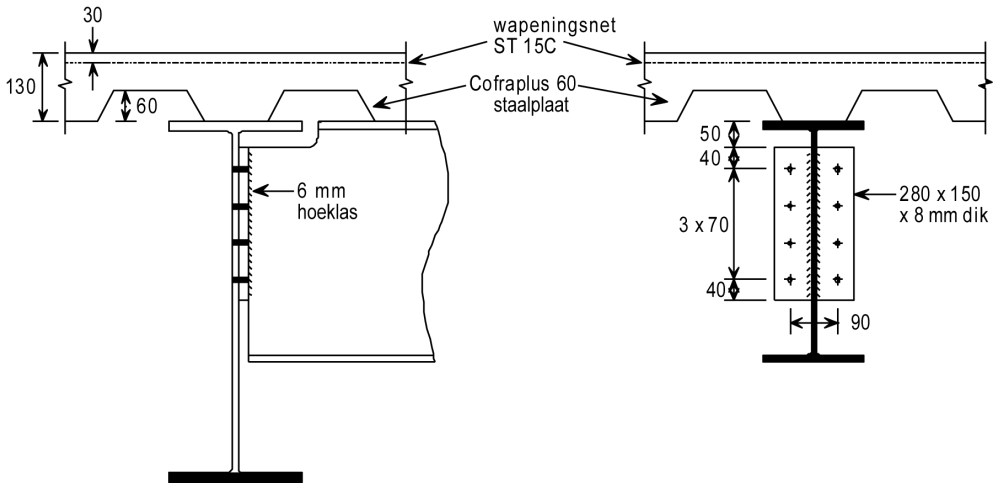
c) Langszijde-uitkraging met profiel
(ribben parallel aan de ligger)

Ligger-liggerverbindingen

Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details



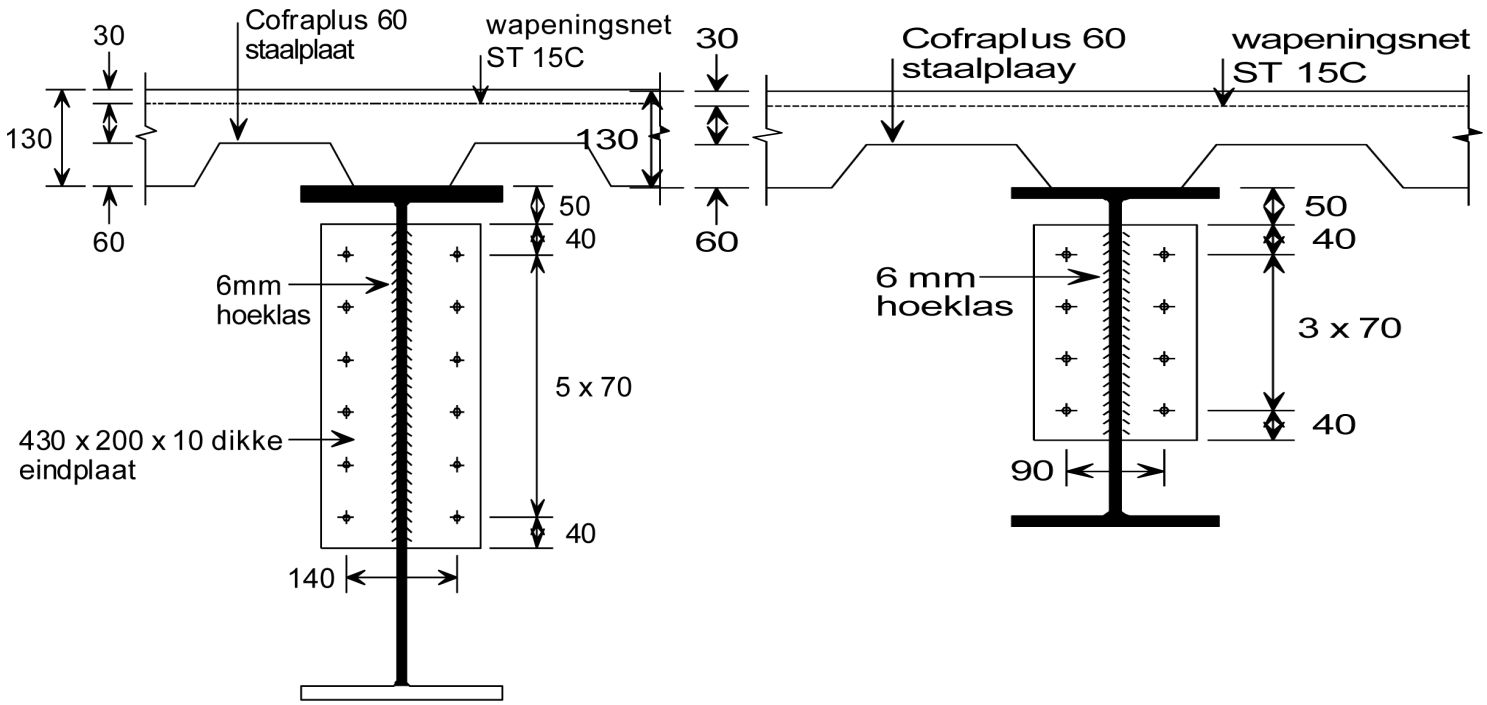
Constructiedetails

Kolom-liggerverbindingen

Vloerzone A

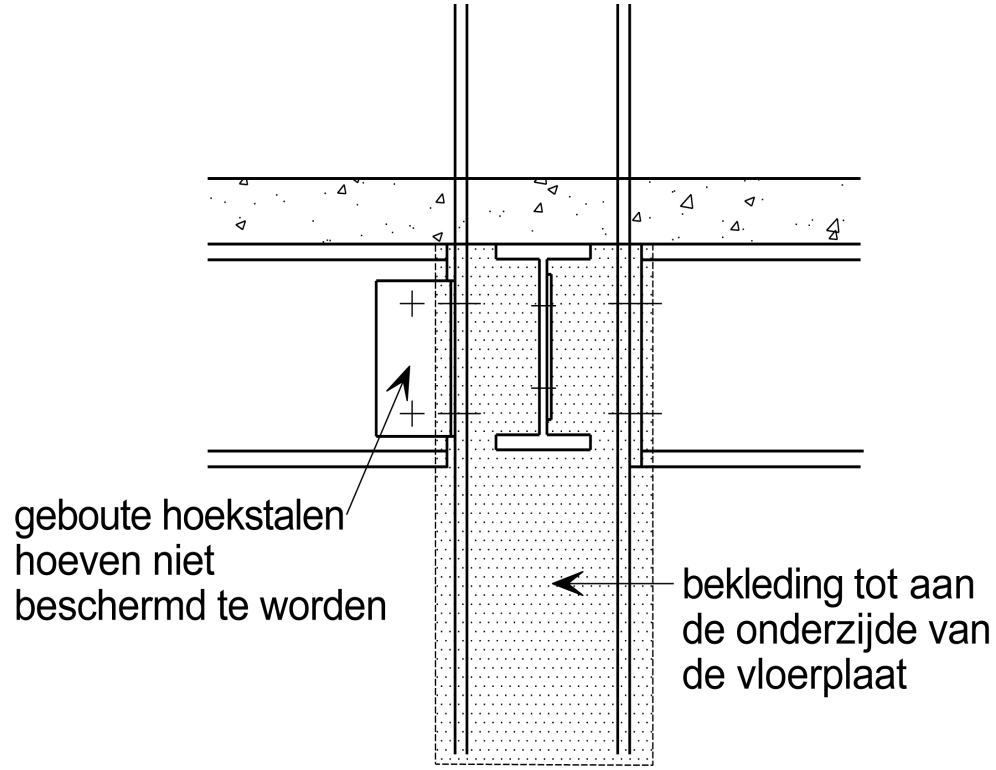
Vloerzone E

Constructie-details



Vloerzone A

Vloerzone E

Constructie-details

Kolombescherming