

Actualisatie sterkteberekeningen project Lingehorst

datum 10 januari 2024
 vestiging Arnhem
 uw kenmerk -
 ons kenmerk M.2023.1242.N001
 2e lezer/secr. EHB/PZW

project Greenleaf - Glassterkteberekeningen
 project Lingehorst, Gorinchem
 betreft Actualisatie sterkteberekeningen
 versie 001
 auteur drs. E. (Elias) den Breejen
 contactpersoon drs. E. (Elias) den Breejen
 e-mail/telefoon edb@dgmr.nl/088 346 78 22

Actualisatie sterkteberekeningen Arkelse Onderweg 125a

1. Inleiding

Greenleaf heeft het voornemen om een appartementengebouw en een twee-onder-een-kap te realiseren voor project Lingehorst aan de Arkelse Onderweg 125a in Gorinchem. In de verantwoording van dit plan is besloten om beide woongebouwen te voorzien van sterker glas, zodat letsel door scherfwerking wordt beperkt dan wel voorkomen.

In het onderzoek externe veiligheid dat DGMR destijds heeft uitgevoerd¹ is voor drie maatgevende ramen aangetoond dat het mogelijk is om beglazing te realiseren die de maatgevende druk op de betreffende gevel kan doorstaan. Dit glas blijkt echter veel duurder dan destijds aangenomen. Destijds was alleen een statisch model beschikbaar om deze sterkteberekeningen uit te voeren. Inmiddels is ook een dynamisch model Wingard beschikbaar, waarbij met meer eigenschappen van het glas rekening kan worden gehouden. Daardoor rekent dit model vrijwel altijd gunstiger dan het destijds beschikbare conservatievere model. Daarnaast zijn zowel voor de voorzijde als de achterzijde van het appartementengebouw de afmetingen van de maatgevende ruit aangepast.

2. Uitgangspunten berekeningen

We hebben de eerder met het statische model uitgevoerde sterkteberekeningen herberekend met Wingard. Naast de drie eerder uitgevoerde berekeningen hebben we voor de grote ruit aan de galerijzijde een stijl toegevoegd en voor de achterzijde met een bredere ruit gerekend. De uitgangspunten voor deze vijf berekeningen staan uitgewerkt in tabel 1.

tabel 1: uitgangspunten sterkteberekeningen

Ruit	Afmetingen raam	Overige eisen	Inkomende druk [bar]	Reflectiefactor	Gereflecteerde druk [bar]	Duur positieve fase [ms]
Grote ruit galerijzijde appartement	1538 * 1072 mm	Letselveilig beide zijden	0,12 bar	2,25	0,27	20
Grote ruit galerijzijde appartement met stijl	1538 * 755 mm	Letselveilig beide zijden	0,12 bar	2,25	0,27	20
Grote ruit twee-onder-een-kap	2300 * 2200 mm	Letselveilig beide zijden	0,10 bar	2,25	0,225	20
Achterzijde appartement 1	2314 * 855 mm	Letselveilig aan de binnenzijde	0,12 bar	1 (achterzijde)	0,12	20
Achterzijde appartement 2	2314 * 1584 mm	Letselveilig aan de binnenzijde	0,12 bar	1 (achterzijde)	0,12	20

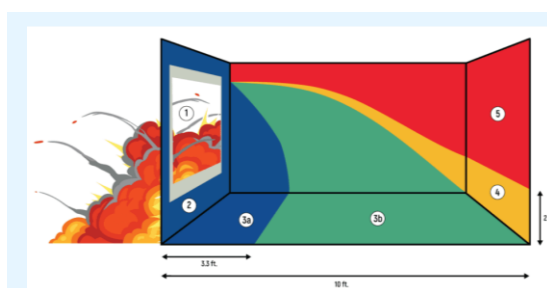
¹ Rapportage M.2021.0529.00R001v3 van 1 juli 2022

Overige uitgangspunten van deze berekeningen zijn niet gewijzigd. De grote ruit aan de galerijzijde is voorzien van een voorzetraam. De beglazing die achter de voorzetraven ligt, geniet daardoor enige bescherming. Dit voorzetraam reflecteert een deel van de drukgolf en zal daarnaast een deel van de drukgolf absorberen. Zelfs als het voorzetraam breekt, zal het de impact op de achterliggende ruit reduceren, mits de voorzetrui uit gelaagd glas bestaat wat hier het geval is.

Uit een eerder vertrouwelijk onderzoek voor een ander DGMR-project is gebleken dat de drukgolf ongeveer halveert, maar dat de positieve fase langer duurt. De impuls neemt daardoor af met ongeveer 20%. Vanwege de onzekerheid over dit onderzoek en facetten om rekening mee te houden, is hier in de berekeningen worst-case geen rekening mee gehouden.

Binnen het programma Wingard kan worden gekeken naar het beschermingsniveau volgens de GSA-classificatie. Figuur 1 geeft een illustratie van deze veiligheidsklassen.

Voor project Lingeorst is de classificatie 2 gehanteerd voor zowel de appartementen als de twee-onder-een-kap-woningen. Dit betekent dat het glas mag breken, maar in de sponning blijft. Kleine schilfers die met lage snelheid direct achter het raam neervallen, zijn toegestaan.



GSA veiligheidsklassen: bij veiligheidsklasse 2 blijft het glas in de sponning, maar kunnen schilfers met lage snelheid direct achter het raam terecht komen.

3. Resultaten

Uit de sterkteberekeningen met Wingard volgt voor de beschouwde ruiten de volgende mogelijke glasopbouw ^{2 3}.

tabel 2: resultaten sterkteberekeningen

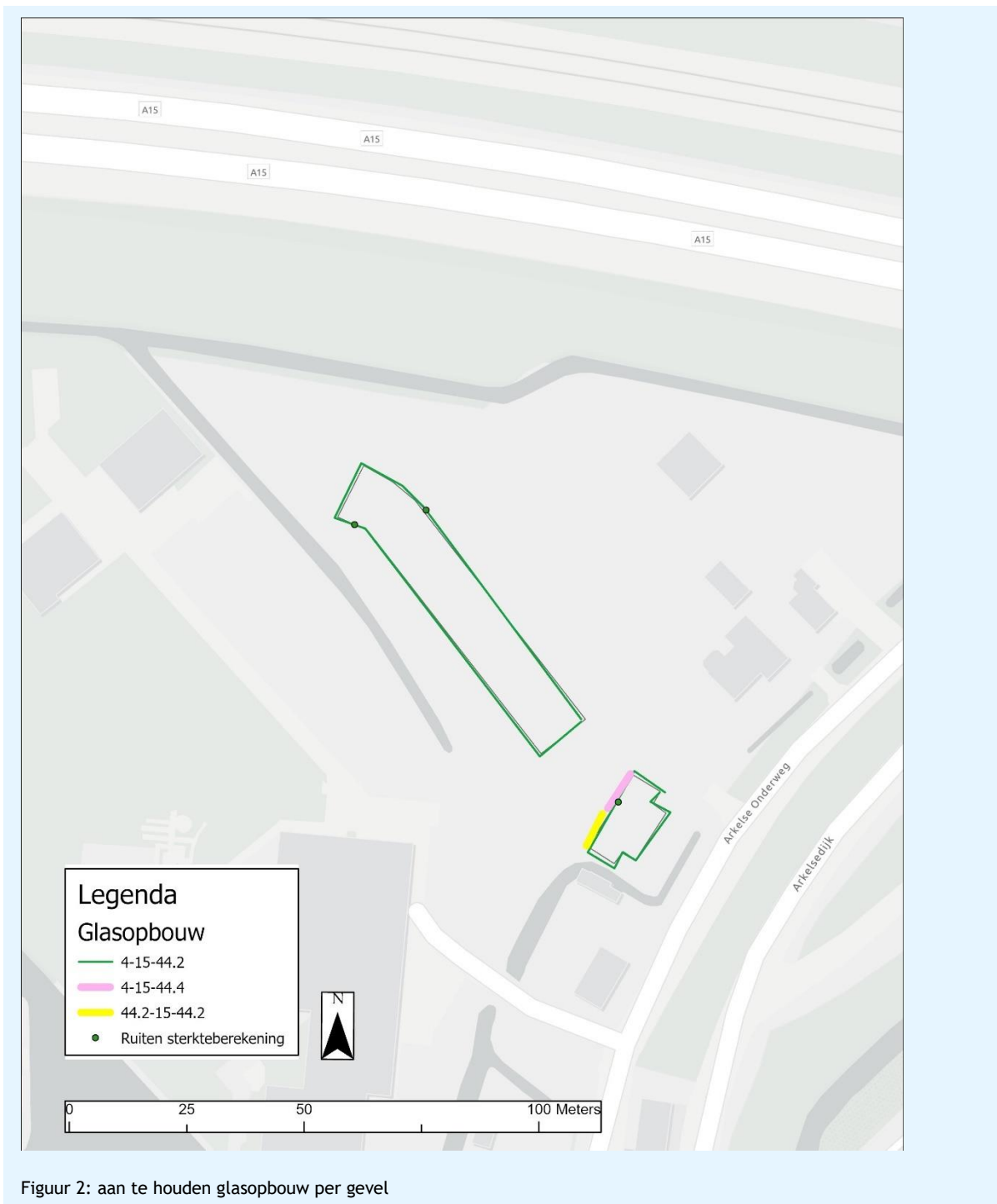
Ruit	Afmetingen raam	Gereflecteerde druk [bar]	Glasopbouw	Glas instand (mm)	Voldoet aan klasse 2?
Grote ruit galerijzijde appartement	1538 * 1072 mm ⁴	0,27	4-15-44.4	12,7	Ja
Grote ruit galerijzijde appartement met stijl	1538 * 755 mm	0,27	4-15-44.2	12,7	Ja
Grote ruit twee-onder-een-kap	2300 * 2200 mm	0,225	44.2-15-44.2	15	Ja
Achterzijde appartement 1	2314 * 855 mm	0,12	4-15-44.2	12,7	Ja
Achterzijde appartement 2	2314 * 1584 mm	0,12	4-15-44.2	12,7	Ja

² We kiezen hierbij voor de meest gangbare combinatie. Varianten met gehard glas of met een dikkere binnen- of buitenruit kunnen tot een vergelijkbaar resultaat leiden.

³ Glasopbouw van buiten naar binnen.

⁴ In het oorspronkelijke ontwerp was een ruit met deze afmetingen opgenomen; later is deze vervangen door een ruit met stijl. Voor ruiten met een gereflecteerde druk > 0,12 bar en een oppervlak groter dan 1,2 m² zijn overige berekeningen niet volledig dekkend en wordt weer aangesloten op de berekening van deze ruit.

Figuur 2 toont welke glasopbouw voor welk gebouwdeel representatief is. In bijlage 1 hebben we dit per ruit uitgewerkt. Voor ruiten in dezelfde ruimte/gevel adviseren wij dezelfde opbouw te hanteren om verschillen in visuele beleving te voorkomen. Bijlage 2 is de modeluitdraai van deze sterkteberekeningen.



Figuur 2: aan te houden glasopbouw per gevel

4. Conclusie

DGMR heeft de sterkteberekeningen geactualiseerd voor project Lingehorst aan de Arkelse Onderweg 125a in Gorinchem. Daarbij is rekening gehouden met de wijzigingen van de afmetingen van twee van de ruiten en is gerekend met het model Wingard. Voor de meeste ruiten volstaat van buiten naar binnen de glasopbouw 4-15-44.2; voor enkele ruiten van de twee-onder-een-kap is een sterkere ruit nodig: 4-15-44.4 of 44.2-15-44.2. Per ruit staat de benodigde opbouw aangegeven in bijlage 1.

ing. M.H.M. (Michel) van Kesteren
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

Bijlage 1

Titel	Glasopbouw per ruit
-------	---------------------

Overzicht glastypen project Lingehorst Gorinchem

ivm externe veiligheid

Appartementen lange zijde

Nr.	ruimte	gevel	aanduiding	ruimte achter glas	dagmaten		Glastype t.b.v. externe veiligheid	Toelichting	oppervlakte [m2]
					breedte	hoogte			
1	Entree	gallerij	strook in voordeur	verkeersruimte	224	1614	4-15-44.2	Kozijn/ramen zijn symetrisch gemaakt; dus 2 x deze	0,36
2	Slaapkamer	gallerij	2 x draaikiepraam	verblijfsruimte	755	1538	4-15-44.2		1,16
3	Hobbykamer	gallerij	2 x vastglas	onbenoemde ruimte	525	1638	4-15-44.2		0,86
4	Woonkamer	balkon	vastglas	verblijfsruimte	1584	2314	4-15-44.2		3,67
5	Woonkamer	balkon	deur	verblijfsruimte	764	2214	4-15-44.2		1,69
6	Woonkamer	balkon	vastglas	verblijfsruimte	984	2314	4-15-44.2		2,28
7	Woonkamer	balkon	kiepraam	verblijfsruimte	354	2214	4-15-44.2		0,78
8	Woonkamer	zuid-oostgevel	vastglas	verblijfsruimte	855	2314	4-15-44.2	komt alleen voor bij appartement op 1e verdieping	1,98
9	Woonkamer	dakterras	dubbel deur	verblijfsruimte	802	2214	4-15-44.2		1,78

Hoekappartementen

10	Entree	gallerij	strook in voordeur	verkeersruimte	224	1614	4-15-44.2		0,36
11	Hobbykamer	gallerij	vastglas	onbenoemde ruimte	594	1338	4-15-44.2		0,79
12	Slaapkamer	gallerij	vastglas	verblijfsruimte	525	1338	4-15-44.2		0,70
13	Slaapkamer	noord-west	2 x draaikiep	verblijfsruimte	425	1224	4-15-44.2		0,52
14	Hobbykamer	noord-west	2 x vastglas	onbenoemde ruimte	525	1138	4-15-44.2		0,60
15	Woonkamer	noord-west	2 x vastglas	verblijfsruimte	855	1338	4-15-44.2		1,14
16	Woonkamer	balkon	vastglas	verblijfsruimte	1584	2314	4-15-44.2		3,67
17	Woonkamer	balkon	deur	verblijfsruimte	764	2214	4-15-44.2		1,69
18	Woonkamer	balkon	vastglas	verblijfsruimte	984	2314	4-15-44.2		2,28
19	Woonkamer	balkon	kiepraam	verblijfsruimte	354	2214	4-15-44.2		0,78

2-1-kap

20	Entree	zuid-oost	glas in voordeur	verkeersruimte	210	485	4-15-44.2		0,10
21	Entree	zuid-oost	glas in voordeur	verkeersruimte	210	940	4-15-44.2		0,20
22	Keuken	zuid-oost	vastglas	verblijfsruimte	1044	1370	4-15-44.2		1,43
23	Keuken	zuid-oost	vastglas	verblijfsruimte	555	1370	4-15-44.2		0,76
24	Woonkamer	noord-west	deur	verblijfsruimte	710	2145	4-15-44.4		1,52
25	Woonkamer	noord-west	vastglas	verblijfsruimte	2110	2340	44.2-15-44.2		4,94
26	Berging	noord-west	deur	bergruimte	634	2145	Geen verblijfsruimte, dus geen eisen	zitten hier eisen aan?	
27	Slaapkamer	zuid-oost	vastglas	verblijfsruimte	565	1460	4-15-44.2		0,82
28	Slaapkamer	zuid-oost	vastglas	verblijfsruimte	1044	1460	4-15-44.2		1,52
29	Badkamer	zuid-oost	vastglas	badruimte	600	1460	4-15-44.2		0,88
30	Slaapkamer	noord-oost	draaikiepraam	verblijfsruimte	500	1370	4-15-44.2		0,69
31	Slaapkamer	noord-oost	vastglas	verblijfsruimte	680	1470	4-15-44.2		1,00
32	Slaapkamer	noord-west	vastglas	verblijfsruimte	864	1470	4-15-44.4		1,27
33	Slaapkamer	noord-west	vastglas	verblijfsruimte	565	1470	4-15-44.2		0,83
34	Slaapkamer	noord-west	vastglas	verblijfsruimte	1079	1470	4-15-44.4		1,59
35	Zolder	zuid-oost	dakraam	onbenoemde ruimte	500	800	Bergruimte: geen eisen, potentiële verblijfsruimte: 4-15-44.2 In principe wel, tenzij deze ruimte zelden tot nooit als verblijfsruimte wordt gebruikt. Aandachtspunt hierbij is de sterkte van de kozijnen. Voor de ruiten geldt:		0,40

Serre nog eisen?

> 1,6 m2	44.2-15-44.2
1,2 - 1,6 m2	4-15-44.4
<1,2 m2	4-15-44.2

Bijlage 2

Titel

Modeluitdraai sterkteberekeningen Wingard



Greenleaf Lingehorst

10/27/2023

Prepared by:

TJA

Technisch specialist

DGMR Bouw B.V.

Weerdjesstraat 70

Arnhem, Ge 6811 JE

Email: Info@dgmr.nl

Phone: 088-3467500

Grote ruit gallerijzijde

Window Description: Description

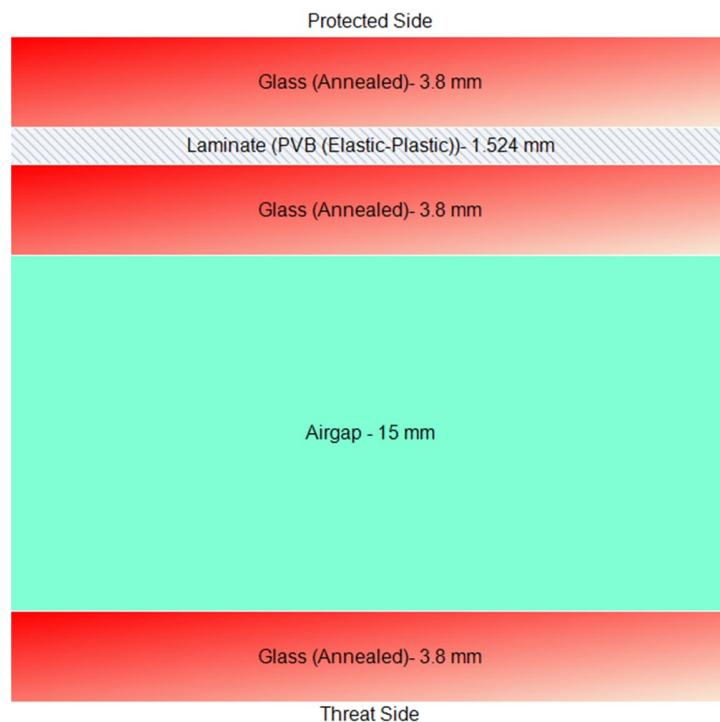
Window Dimensions: The dimensions of the window system follow:

Height	1538 mm
Width	1072 mm
Sill Height	850 mm
Glazing Bite Specified	12.7 mm

Glazing Description: The glazing layup from the interior to the exterior is:

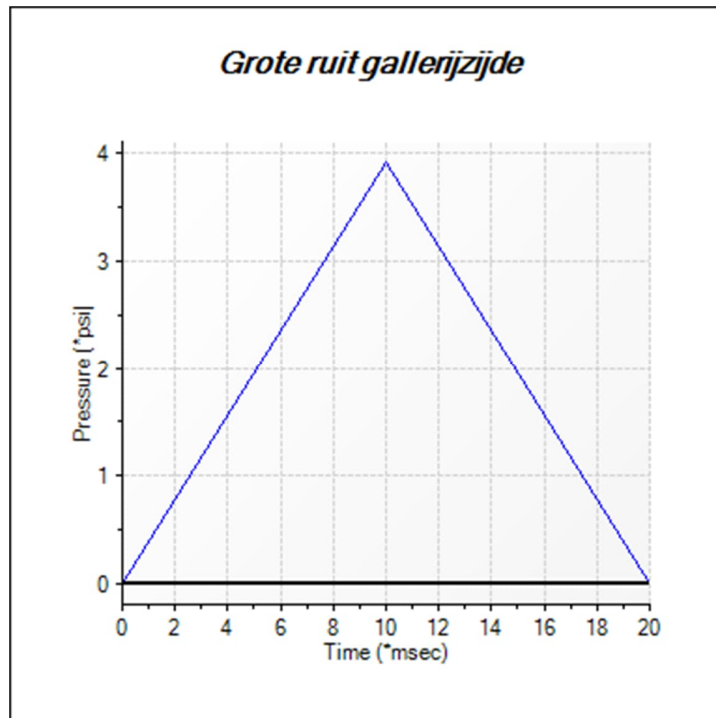
Pane Number	Layer Type	Name	Thickness
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
1	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	1.524 (mm)
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
	Airgap		15 (mm)
2	Glass	Annealed	3.8 (mm)

An illustration of this layup is shown below:



Airblast Loads: A pressure-time history was specified for the blast load.

The airblast load is illustrated below.



Results: When subjected to this blast load **WINGARD PE** predicts that the window will produce a GSA Performance Condition 2 (No fragments/debris).

Calculation Appendix

WINGARD PE 6.3 (WINDOW GLAZING ANALYSIS RESPONSE AND DESIGN)
 Window System = Grote ruit gallerijzijde
 Run Date = 10/27/2023 Time = 16:45:15

WINDOW INPUT

Height = 1538.00 mm
 Width = 1072.00 mm
 Height above floor = 850.00 mm
 Height to center of window = 1619.00 mm
 Specified Bite = 12.70 mm
 Opening Area = 1648735.75 sq mm
 Percent Critical Damping = 2.00 %

GLAZING PROPERTIES

STATISTICAL GLASS PARAMETERS

Property Name	Coef. Variation	Static Design (Pf)	Dynamic Design (Pf)
Annealed	0.280	8.0	27579.0

GLASS

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Max. Defl. (F*thick)	Ductility Factor	Stress kPa
Annealed	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	100728.6

LAMINATE AND FILM

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Strength kPa	Elong. at Break
PVB (Elastic-Plastic)	345.	0.47	10.315	20684.3	2.05

GLAZING LAYUP (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Plate No.	Layer No.	Property Name	Thickness mm	Weight N	Weight kPa	Lam Factor
1	1	1	Annealed	3.800	153.06	0.093	0.81
1	1	2	PVB (Elastic-Plastic)	1.524	25.92	0.016	
1	1	3	Annealed	3.800	153.06	0.093	
	2	1	Airgap	15.000			
2	3	1	Annealed	3.800	153.06	0.093	1.00
				27.924	485.10	0.294	

AIRBLAST INPUT

Method = General P-T History

Time (msec)	Pressure (kPa)
0.00	0.00
10.00	27.00
20.00	0.00

CALCULATED PARAMETERS (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Ultimate Resistance kPa	Ultimate Deflection mm	Effective Mass kPa-msec ²	Maximum Stiffness kPa/mm	Average Stiffness kPa/mm	Natural Period msec
1	30.54	146.05	14.985	1.912	0.714	28.78
2	7.28	32.51	6.908	0.497	0.142	43.82

PEAK EDGE SHEAR GLAZING REACTION LOADS (DYNAMIC)

Direction	Corner	Edge		Total		Avg	
	N	Long N	Short N	Long N	Short N	Long N/mm	Short N/mm
Inward	-2758.5	17545.	11459.	14787.	8700.	9.6	8.1
Outward	0.1	-4344.	-2556.	-4344.	-2556.	-2.8	-2.4
In-plane				34848.	11416.	22.7	10.6

RESULTS

DGMR Bouw B.V.

```

Plate 3, Layer 1, Fails at Time =      12.02 msec
  Pane 2 Failure
    Displacement at Failure      =      32.28 mm
    Velocity at Failure          =    4404.03 mm/sec
Plate 1, Layer 3, Fails at Time =      12.72 msec
Plate 1, Layer 1, Fails at Time =      14.01 msec
Contact First Occurs at Time    =      33.38 msec
Pane 1 Does Not Fail
  Maximum Displacement          =      125.10 mm
  Time at Maximum Displacement  =      28.51 msec
Calculation Ends at Time        =      197.87 msec

```

```

*****
*      PERFORMANCE CONDITION =                2      *
*****

```

```

*****
* Note: This report was produced using WINGARD PE.  The developers of      *
* this software (Applied Research Associates, Inc.) highly                  *
* recommend that all blast-resistant and hazard-mitigating window         *
* designs and analyses be performed by trained and qualified blast        *
* analysts. The use of this software and all results are controlled        *
* by the software license agreement and associated disclaimers.           *
*****

```



Greenleaf Lingehorst

10/27/2023

Prepared by:

TJA

Technisch specialist

DGMR Bouw B.V.

Weerdjesstraat 70

Arnhem, Ge 6811 JE

Email: Info@dgmr.nl

Phone: 088-3467500

Grote ruit gallerijzijde met stijl

Window Description: Description

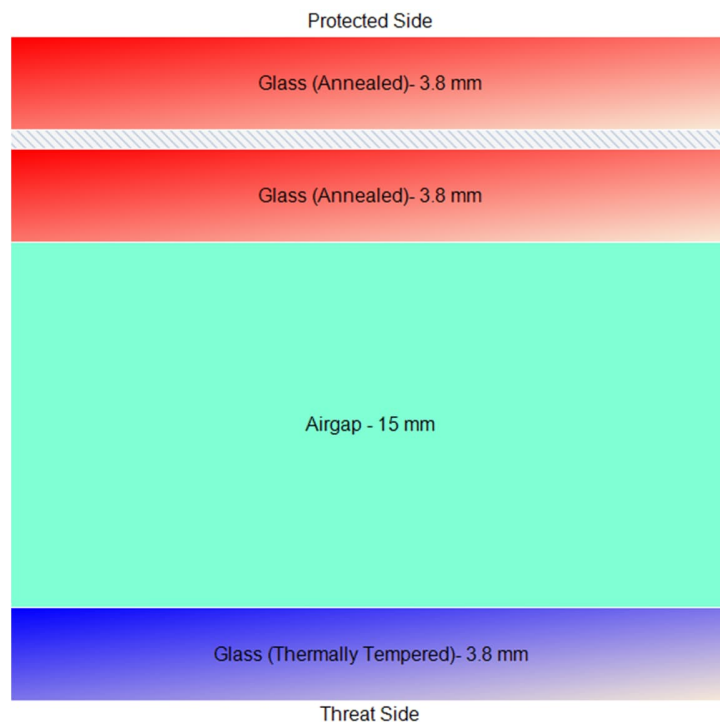
Window Dimensions: The dimensions of the window system follow:

Height	1538 mm
Width	755 mm
Sill Height	850 mm
Glazing Bite Specified	12.7 mm

Glazing Description: The glazing layup from the interior to the exterior is:

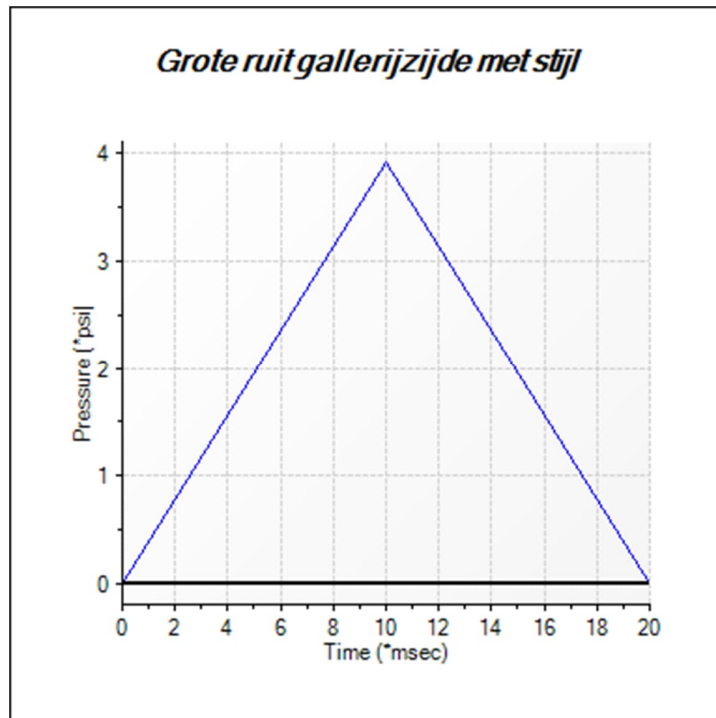
Pane Number	Layer Type	Name	Thickness
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
1	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	0.762 (mm)
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
	Airgap		15 (mm)
2	Glass	Thermally Tempered	3.8 (mm)

An illustration of this layup is shown below:



Airblast Loads: A pressure-time history was specified for the blast load.

The airblast load is illustrated below.



Results: When subjected to this blast load **WINGARD PE** predicts that the window will produce a GSA Performance Condition 2 (No fragments/debris).

Calculation Appendix

WINGARD PE 6.3 (WINDOW GLAZING ANALYSIS RESPONSE AND DESIGN)
Window System = Grote ruit gallerijzijde met s
Run Date = 10/27/2023 Time = 16:45:23

WINDOW INPUT

Height = 1538.00 mm
Width = 755.00 mm
Height above floor = 850.00 mm
Height to center of window = 1619.00 mm
Specified Bite = 12.70 mm
Opening Area = 1161190.00 sq mm
Percent Critical Damping = 2.00 %

GLAZING PROPERTIES

STATISTICAL GLASS PARAMETERS

Property Name	Coef. Variation	Static Design (Pf)	Dynamic Design (Pf)	Dynamic Design kPa
Annealed	0.280	8.0	27579.0	750.0
Thermally Tempered	0.100	1.0	110316.1	750.0

GLASS

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Max. Defl. (F*thick)	Ductility Factor	Stress kPa
Annealed	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	100728.6
Thermally Tempered	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	170420.8

LAMINATE AND FILM

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Strength kPa	Elong. at Break
PVB (Elastic-Plastic)	345.	0.47	10.315	20684.3	2.05

GLAZING LAYUP (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Plate No.	Layer No.	Property Name	Thickness mm	Weight N	Weight kPa	Lam Factor
1	1	1	Annealed	3.800	107.80	0.093	0.88
1	1	2	PVB (Elastic-Plastic)	0.762	9.13	0.008	
1	1	3	Annealed	3.800	107.80	0.093	
	2	1	Airgap	15.000			
2	3	1	Thermally Tempered	3.800	107.80	0.093	1.00
				27.162	332.52	0.286	

AIRBLAST INPUT

Method = General P-T History

Time (msec)	Pressure (kPa)
0.00	0.00
10.00	27.00
20.00	0.00

CALCULATED PARAMETERS (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Ultimate Resistance kPa	Ultimate Deflection mm	Effective Mass kPa-msec ²	Maximum Stiffness kPa/mm	Average Stiffness kPa/mm	Natural Period msec
1	26.79	123.44	14.789	2.102	1.138	22.65
2	16.89	38.10	7.094	0.985	0.296	30.76

PEAK EDGE SHEAR GLAZING REACTION LOADS (DYNAMIC)

Direction	Corner	Edge		Total		Avg	
	N	Long N	Short N	Long N	Short N	Long N/mm	Short N/mm
Inward	-1660.8	15059.	6509.	13398.	4848.	8.7	6.4
Outward	0.0	-2520.	-912.	-2520.	-912.	-1.6	-1.2
In-plane				13270.	3062.	8.6	4.1

RESULTS

Plate 1, Layer 1, Fails at Time = 11.60 msec
Plate 1, Layer 3, Fails at Time = 14.31 msec
Plate 3, Layer 1, Fails at Time = 16.10 msec
Pane 2 Failure
Displacement at Failure = 38.01 mm
Velocity at Failure = 3814.54 mm/sec
Contact First Occurs at Time = 30.09 msec
Pane 1 Does Not Fail
Maximum Displacement = 76.89 mm
Time at Maximum Displacement = 28.77 msec
Calculation Ends at Time = 187.49 msec

* PERFORMANCE CONDITION = 2 *

* Note: This report was produced using WINGARD PE. The developers of *
* this software (Applied Research Associates, Inc.) highly *
* recommend that all blast-resistant and hazard-mitigating window *
* designs and analyses be performed by trained and qualified blast *
* analysts. The use of this software and all results are controlled *
* by the software license agreement and associated disclaimers. *



Greenleaf Lingehorst

10/27/2023

Prepared by:

TJA

Technisch specialist

DGMR Bouw B.V.

Weerdjesstraat 70

Arnhem, Ge 6811 JE

Email: Info@dgmr.nl

Phone: 088-3467500

Twee-onder-een-kap

Window Description: Description

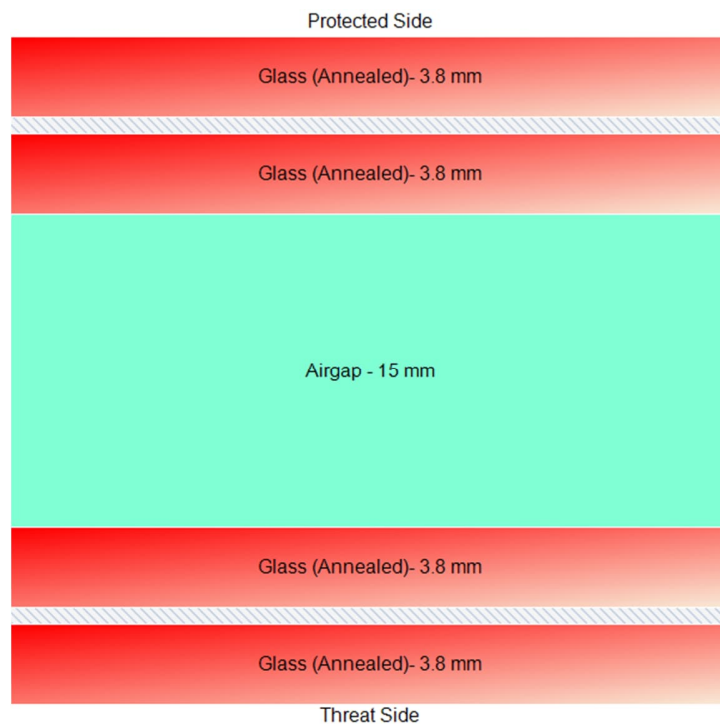
Window Dimensions: The dimensions of the window system follow:

Height	2300 mm
Width	2200 mm
Sill Height	0 mm
Glazing Bite Specified	15 mm

Glazing Description: The glazing layup from the interior to the exterior is:

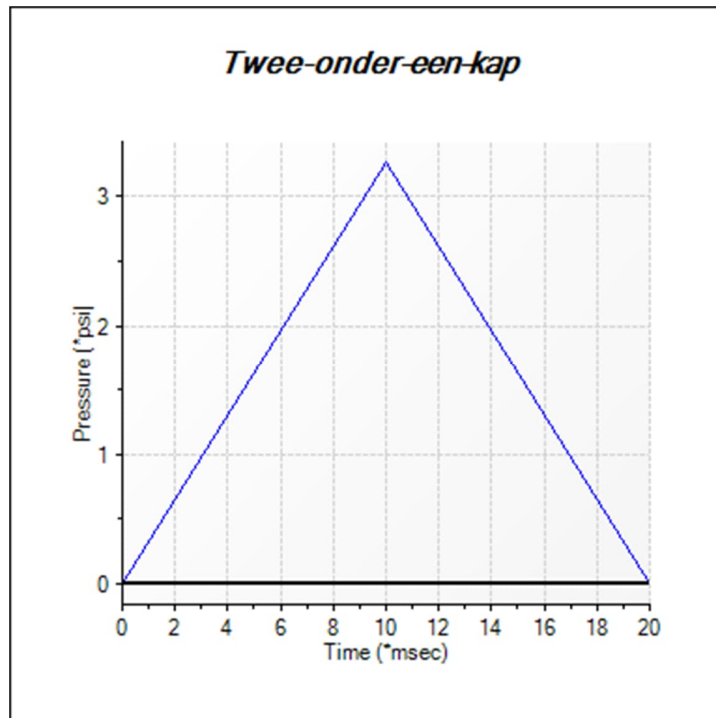
Pane Number	Layer Type	Name	Thickness
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
1	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	0.762 (mm)
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
	Airgap		15 (mm)
2	Glass	Annealed	3.8 (mm)
2	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	0.762 (mm)
2	Glass	Annealed	3.8 (mm)

An illustration of this layup is shown below:



Airblast Loads: A pressure-time history was specified for the blast load.

The airblast load is illustrated below.



Results: When subjected to this blast load **WINGARD PE** predicts that the window will produce a GSA Performance Condition 2 (No fragments/debris).

Calculation Appendix

WINGARD PE 6.3 (WINDOW GLAZING ANALYSIS RESPONSE AND DESIGN)
Window System = Tweek-ender-ee-kap
Run Date = 10/27/2023 Time = 16:45:21

WINDOW INPUT

Height = 2300.00 mm
Width = 2200.00 mm
Height above floor = 0.00 mm
Height to center of window = 1150.00 mm
Specified Bite = 15.00 mm
Opening Area = 5060000.00 sq mm
Percent Critical Damping = 2.00 %

GLAZING PROPERTIES

STATISTICAL GLASS PARAMETERS

Property	Coef.	Static Design	Dynamic Design
Name	Variation	(Pf)	(Pf)
Annealed	0.280	8.0	750.0

GLASS

Property	Modulus	Poisson	Density	Max. Defl.	Ductility	Stress
Name	MPa	Ratio	kN/m^3	(F*thick)	Factor	kPa
Annealed	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	100728.6

LAMINATE AND FILM

Property	Modulus	Poisson	Density	Strength	Elong.
Name	MPa	Ratio	kN/m^3	kPa	at Break
PVB (Elastic-Plastic)	345.	0.47	10.315	20684.3	2.05

GLAZING LAYUP (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane	Plate	Layer	Property	Thickness	Weight	Lam
No.	No.	No.	Name	mm	N	Factor
1	1	1	Annealed	3.800	469.74	0.093
1	1	2	PVB (Elastic-Plastic)	0.762	39.77	0.008
1	1	3	Annealed	3.800	469.74	0.093
	2	1	Airgap	15.000		
2	3	1	Annealed	3.800	469.74	0.093
2	3	2	PVB (Elastic-Plastic)	0.762	39.77	0.008
2	3	3	Annealed	3.800	469.74	0.093
				31.724	1958.52	0.387

AIRBLAST INPUT

Method = General P-T History

Time	Pressure
(msec)	(kPa)
0.00	0.00
10.00	22.50
20.00	0.00

CALCULATED PARAMETERS (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane	Ultimate	Ultimate	Effective	Maximum	Average	Natural
No.	Resistance	Deflection	Mass	Stiffness	Stiffness	Period
	kPa	mm	kPa-msec^2	kPa/mm	kPa/mm	msec
1	10.38	225.30	13.469	0.417	0.119	66.89
2	10.38	225.30	13.469	0.417	0.119	66.89

PEAK EDGE SHEAR GLAZING REACTION LOADS (DYNAMIC)

Direction	Corner	Edge	Total	Avg
	N	Long	Long	Long
		Short	Short	Short
		N	N	N/mm
Inward	-5264.4	26243.	24904.	20978.
Outward	64.7	-5738.	-5372.	-5738.
In-plane			19890.	18006.

RESULTS

Plate 3, Layer 3, Fails at Time = 17.46 msec
Plate 1, Layer 3, Fails at Time = 17.49 msec
Plate 3, Layer 1, Fails at Time = 18.62 msec
Plate 1, Layer 1, Fails at Time = 18.69 msec
Pane 1 Does Not Fail
Maximum Displacement = 209.22 mm
Time at Maximum Displacement = 58.11 msec
Pane 2 Does Not Fail
Maximum Displacement = 208.61 mm
Time at Maximum Displacement = 57.34 msec
Calculation Ends at Time = 401.65 msec

* PERFORMANCE CONDITION = 2 *

* Note: This report was produced using WINGARD PE. The developers of *
* this software (Applied Research Associates, Inc.) highly *
* recommend that all blast-resistant and hazard-mitigating window *
* designs and analyses be performed by trained and qualified blast *
* analysts. The use of this software and all results are controlled *
* by the software license agreement and associated disclaimers. *



Greenleaf Lingehorst

10/27/2023

Prepared by:

TJA

Technisch specialist

DGMR Bouw B.V.

Weerdjesstraat 70

Arnhem, Ge 6811 JE

Email: Info@dgmr.nl

Phone: 088-3467500

Achterzijde appartement

Window Description: Description

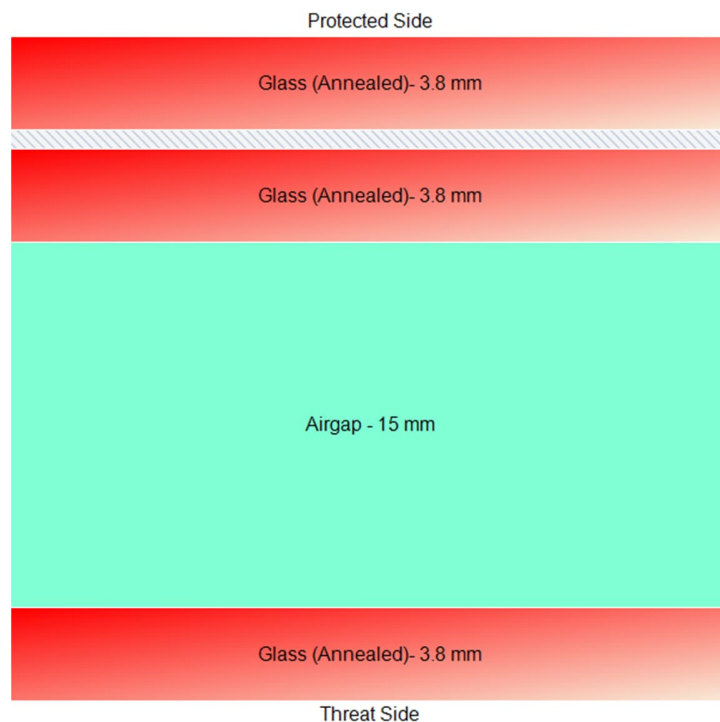
Window Dimensions: The dimensions of the window system follow:

Height	2314 mm
Width	855 mm
Sill Height	0 mm
Glazing Bite Specified	12.7 mm

Glazing Description: The glazing layup from the interior to the exterior is:

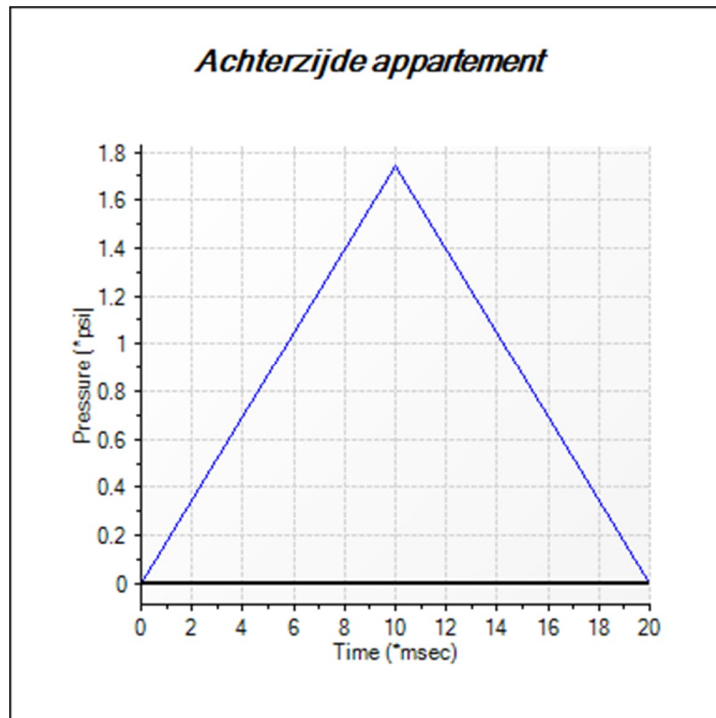
Pane Number	Layer Type	Name	Thickness
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
1	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	0.762 (mm)
1	Glass	Annealed	3.8 (mm)
	Airgap		15 (mm)
2	Glass	Annealed	3.8 (mm)

An illustration of this layup is shown below:



Airblast Loads: A pressure-time history was specified for the blast load.

The airblast load is illustrated below.



Results: When subjected to this blast load **WINGARD PE** predicts that the window will produce a GSA Performance Condition 1 (No fragments/debris).

Calculation Appendix

WINGARD PE 6.3 (WINDOW GLAZING ANALYSIS RESPONSE AND DESIGN)
Window System = Achterzijde appartement
Run Date = 10/27/2023 Time = 16:45:13

WINDOW INPUT

Height = 2314.00 mm
Width = 855.00 mm
Height above floor = 0.00 mm
Height to center of window = 1157.00 mm
Specified Bite = 12.70 mm
Opening Area = 1978470.00 sq mm
Percent Critical Damping = 2.00 %

GLAZING PROPERTIES

STATISTICAL GLASS PARAMETERS

Property Name	Coef. Variation	Static Design (Pf)	Dynamic Design (Pf)
Annealed	0.280	8.0	27579.0

GLASS

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Max. Defl. (F*thick)	Ductility Factor	Stress kPa
Annealed	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	100728.6

LAMINATE AND FILM

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Strength kPa	Elong. at Break
PVB (Elastic-Plastic)	345.	0.47	10.315	20684.3	2.05

GLAZING LAYUP (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Plate No.	Layer No.	Property Name	Thickness mm	Weight N	Weight kPa	Lam Factor
1	1	1	Annealed	3.800	183.67	0.093	0.88
1	1	2	PVB (Elastic-Plastic)	0.762	15.55	0.008	
1	1	3	Annealed	3.800	183.67	0.093	
	2	1	Airgap	15.000			
2	3	1	Annealed	3.800	183.67	0.093	1.00
				27.162	566.56	0.286	

AIRBLAST INPUT

Method = General P-T History

Time (msec)	Pressure (kPa)
0.00	0.00
10.00	12.00
20.00	0.00

CALCULATED PARAMETERS (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Ultimate Resistance kPa	Ultimate Deflection mm	Effective Mass kPa-msec ²	Maximum Stiffness kPa/mm	Average Stiffness kPa/mm	Natural Period msec
1	19.77	131.06	14.789	0.948	0.570	32.01
2	5.44	38.10	7.094	0.274	0.106	51.51

PEAK EDGE SHEAR GLAZING REACTION LOADS (DYNAMIC)

Direction	Corner	Edge		Total		Avg	
	N	Long N	Short N	Long N	Short N	Long N/mm	Short N/mm
Inward	-947.1	11768.	3662.	10821.	2715.	4.7	3.2
Outward	846.9	-10522.	-3275.	-9675.	-2428.	-4.2	-2.8
In-plane				1584.	275.	0.7	0.3

RESULTS

DGMR Bouw B.V.

```

Pane 1 Does Not Fail
  Maximum Displacement      =      24.53 mm
  Time at Maximum Displacement =      18.87 msec
Pane 2 Does Not Fail
  Maximum Displacement      =      26.21 mm
  Time at Maximum Displacement =      18.47 msec
Calculation Ends at Time    =      279.12 msec

```

```

*****
*   PERFORMANCE CONDITION =                1                *
*****

*****
* Note: This report was produced using WINGARD PE.  The developers of      *
* this software (Applied Research Associates, Inc.) highly                  *
* recommend that all blast-resistant and hazard-mitigating window         *
* designs and analyses be performed by trained and qualified blast        *
* analysts.  The use of this software and all results are controlled      *
* by the software license agreement and associated disclaimers.          *
*****

```



Achterzijde appartement (aangepast) PER2

1/2/2024

Prepared by:

TJA

Technisch specialist

DGMR Bouw B.V.

Weerdjesstraat 70

Arnhem, Ge 6811 JE

Email: Info@dgmr.nl

Phone: 088-3467500

Achterzijde appartement

Window Description: Description

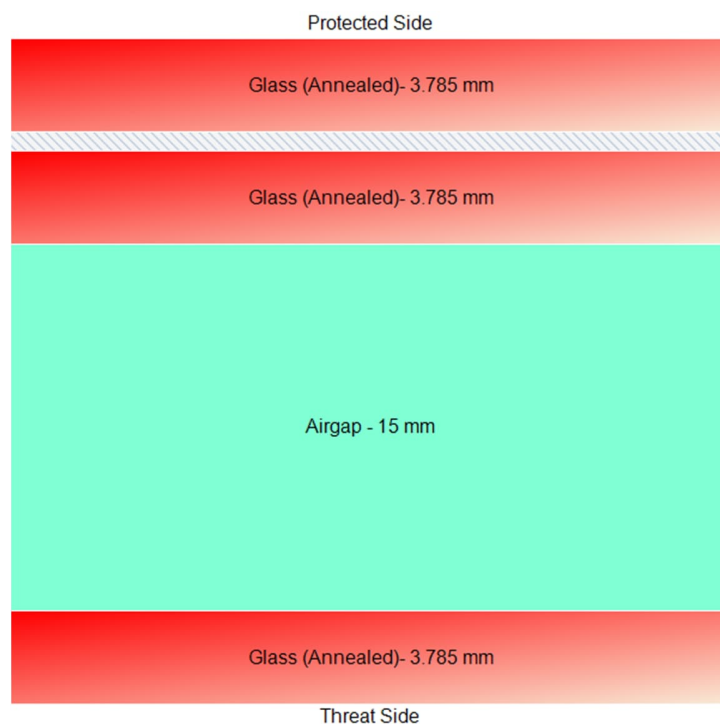
Window Dimensions: The dimensions of the window system follow:

Height	2314 mm
Width	1584 mm
Sill Height	0 mm
Glazing Bite Specified	12.7 mm

Glazing Description: The glazing layup from the interior to the exterior is:

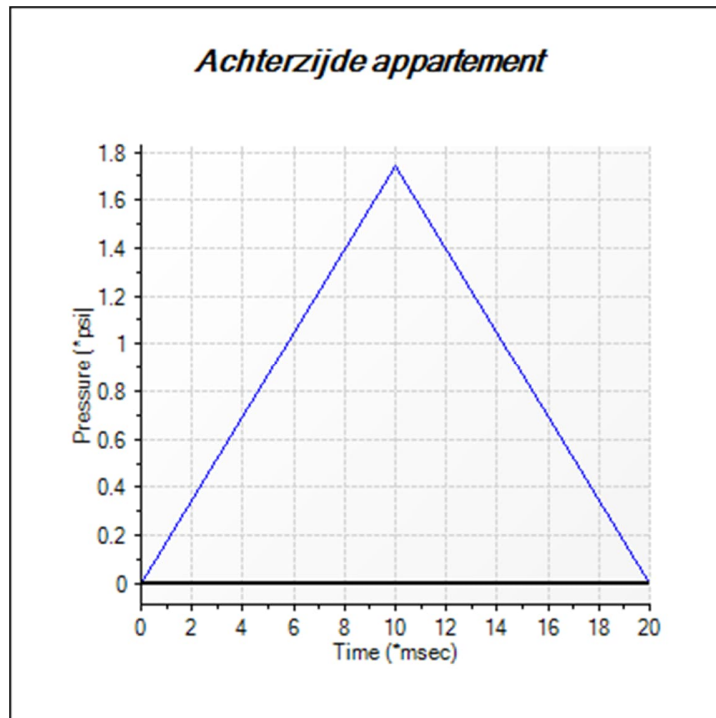
Pane Number	Layer Type	Name	Thickness
1	Glass	Annealed	3.785 (mm)
1	Laminate	PVB (Elastic-Plastic)	0.762 (mm)
1	Glass	Annealed	3.785 (mm)
	Airgap		15 (mm)
2	Glass	Annealed	3.785 (mm)

An illustration of this layup is shown below:



Airblast Loads: A pressure-time history was specified for the blast load.

The airblast load is illustrated below.



Results: When subjected to this blast load **WINGARD PE** predicts that the window will produce a GSA Performance Condition 2 (No fragments/debris).

Calculation Appendix

WINGARD PE 6.3 (WINDOW GLAZING ANALYSIS RESPONSE AND DESIGN)
 Window System = Achterzijde appartement
 Run Date = 1/ 2/2024 Time = 12:16:16

WINDOW INPUT

Height = 2314.00 mm
 Width = 1584.00 mm
 Height above floor = 0.00 mm
 Height to center of window = 1157.00 mm
 Specified Bite = 12.70 mm
 Opening Area = 3665376.25 sq mm
 Percent Critical Damping = 2.00 %

GLAZING PROPERTIES

STATISTICAL GLASS PARAMETERS

Property Name	Coef. Variation	Static Design (Pf)	Dynamic Design (Pf)
Annealed	0.280	8.0	27579.0

GLASS

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Max. Defl. (F*thick)	Ductility Factor	Stress kPa
Annealed	68948.	0.22	24.430	10.0	1.00	100728.6

LAMINATE AND FILM

Property Name	Modulus MPa	Poisson Ratio	Density kN/m ³	Strength kPa	Elong. at Break
PVB (Elastic-Plastic)	345.	0.47	10.315	20684.3	2.05

GLAZING LAYUP (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Plate No.	Layer No.	Property Name	Thickness mm	Weight N	Weight kPa	Lam Factor
1	1	1	Annealed	3.785	338.90	0.092	0.89
1	1	2	PVB (Elastic-Plastic)	0.762	28.81	0.008	
1	1	3	Annealed	3.785	338.90	0.092	
	2	1	Airgap	15.000			
2	3	1	Annealed	3.785	338.90	0.092	1.00
				27.116	1045.50	0.285	

AIRBLAST INPUT

Method = General P-T History

Time (msec)	Pressure (kPa)
0.00	0.00
10.00	12.00
20.00	0.00

CALCULATED PARAMETERS (BEGINS AT INSIDE FACE)

Pane No.	Ultimate Resistance kPa	Ultimate Deflection mm	Effective Mass kPa-msec ²	Maximum Stiffness kPa/mm	Average Stiffness kPa/mm	Natural Period msec
1	13.44	176.28	14.369	0.579	0.187	55.06
2	2.04	37.85	6.892	0.120	0.034	89.51

PEAK EDGE SHEAR GLAZING REACTION LOADS (DYNAMIC)

Direction	Corner	Edge		Total		Avg	
	N	Long N	Short N	Long N	Short N	Long N/mm	Short N/mm
Inward	-1981.5	12813.	8191.	10831.	6210.	4.7	3.9
Outward	691.9	-4474.	-2860.	-3782.	-2168.	-1.6	-1.4
In-plane				1755.	565.	0.8	0.4

RESULTS

DGMR Bouw B.V.

Plate 3, Layer 1, Fails at Time = 17.31 msec
 Pane 2 Failure
 Displacement at Failure = 37.85 mm
 Velocity at Failure = 4064.76 mm/sec
 Contact First Occurs at Time = 23.29 msec
 Pane 1 Does Not Fail
 Maximum Displacement = 47.82 mm
 Time at Maximum Displacement = 24.53 msec
 Calculation Ends at Time = 351.98 msec

```

*****
*      PERFORMANCE CONDITION =                2      *
*****

*****
* Note: This report was produced using WINGARD PE.  The developers of      *
* this software (Applied Research Associates, Inc.) highly                  *
* recommend that all blast-resistant and hazard-mitigating window          *
* designs and analyses be performed by trained and qualified blast         *
* analysts. The use of this software and all results are controlled        *
* by the software license agreement and associated disclaimers.            *
*****
  
```