

Unilab [Logo]

Unilab Forschungszentrum Sp. z o. o.[GmbH]

ul. Bluszczańska 76/70, 00-712 Warszawa [Warschau]

Steueridentifikationsnummer- NIP: 5213942993, KRS-Nummer: 0000927205

Bezirksgericht Warszawa [Warschau]; die XIII. Wirtschaftsabteilung des nationalen
Gerichtsregisters, mBank S. A. [AG] 93114020040000340281814727

Mobil 502500391, 608062141, 607274216

Research@unilabcentrumbadawcze.pl

www.laboratoriumbudowlane.pl

FORSCHUNGSBERICHT Nr. 022/B-2023/1

Dieser Bericht wurde in dreifacher Ausfertigung herausgegeben, wobei zwei Exemplare an den Kunden gingen und ein Exemplar archiviert wurde.

Kunde (Auftraggeber)	FILL Krzysztof Góralczyk
	NIP: 5512267559, REGON: 120459323
Adresse des Kunden	St. Staszica 7, 32-640 Zator, Polen
PRODUKTANGABEN	
Hersteller	FILL Krzysztof Góralczyk
Herstelleranschrift	St. Staszica 7, 32-640 Zator, Polen
Produktname:	Pergola aus Aluminium FILL
Nummer der betreffenden Produktnorm:	PN-EN 1090-1 +A1:2012 Ausführung von Stahl- und Aluminiumkonstruktion-- Teil 1: Grundsätze zur Konformitätsbewertung von Bauteilen
Referenzdokument:	PN-EN 1991-1-4 PN-EN 1991-1-4 2005 Eurocode 1: Auswirkungen auf Konstruktionen-- Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen -- Windeinwirkungen
	PN-EN 1991-1-1 Eurocode 1: Einwirkungen auf Konstruktionen -- Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen -- Volumengewicht, Eigengewicht, Nutzlasten in Gebäuden
INFORMATIONEN ÜBER DEN FORSCHUNGSGEGENSTAND	
Forschungsobjekt: Name, Beschreibung, Zustand und Identifizierung	Pergola aus Aluminium mit Modulabmessungen von 4000 x 6000 x 2900 mm, bestehend aus Strukturelementen S01, B01, LD01
FORSCHUNGSINFORMATIONEN	
Datum der Übermittlung des Dokuments	Am 03.11.2023 r.

Verdichtete Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina Smota
58-250 Pieszyce, ul. H. Biernackiego 9



1. Auftraggeber

Die Forschung wurde in Auftrag gegeben von:

- FILL Krzysztof Góralczyk, Steueridentifikationsnummer-NIP: 5512267559, auf der Grundlage des Dokuments "Forschungsauftrag Nr. WB/PP-22/B/-2022_1".

Die in diesem Bericht enthaltenen Ergebnisse gehören ausschließlich dem Auftraggeber und nur er hat das Recht, die Ergebnisse nach eigenem Ermessen weiterzugeben und darüber zu verfügen.

2. Forschungsumfang

Der Forschungsumfang umfasst die ITC-Ausgangsberechnungen zur Bewertung zur Bewertung des Entwurfs der Struktur im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit (ULS, SLS). Die Berechnungen wurden unter Berücksichtigung von zwei Varianten der Produktmontage durchgeführt:

- freistehende Pergola
- Wandpergola

Außerdem wurden zusätzliche Berechnungen durchgeführt, um den Entwurf mit der Festlegung von Randbedingungen zu optimieren.

3. Zusätzliche Informationen

- Der Forschungsbericht Nr. 022/B-2023/2 besteht aus 14 nummerierten Seiten.
- Das Dokument wurde in drei Originalexemplaren ausgestellt, von denen zwei beim Auftraggeber eingegangen sind und eines als Archiv aufbewahrt wird - ohne Recht auf Einsichtnahme durch Dritte.
- Die Forschungsergebnisse beziehen sich nur auf den geprüften Gegenstand und die Bedingungen, unter denen die Tests durchgeführt wurden.
- Ohne schriftliche Genehmigung des Labors darf der Bericht nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt werden.
- Die während der Tests und Messungen erstellten Messprotokolle werden zusammen mit dem Originalbericht im Archiv des UNILAB-FORSCHUNGSZENTRUMS aufbewahrt.

4. Produktidentifikation:

Die Systempergola Fill wurde als Aluminiumkonstruktion konzipiert, die aus pulverbeschichteten extrudierten Profilen und rostfreien Elementen besteht, die den Rahmen und das bewegliche Dach bilden. Der Rahmen der Konstruktion besteht aus S01-Säulen und B01-Trägern mit den in den Abbildungen dargestellten Profilen. Abb.1 Das Dach der Pergola besteht aus LD01-Lamellen, die drehbar sind. Das Profil der Dachlamellen ist in Abb.1 dargestellt. Die Lamellen werden mit einem Mechanismus bewegt, der von einem Elektromotor angetrieben wird. Die Lamellenform sorgt für die Ableitung des Regenwassers von der Dachfläche und schützt vor Sonneneinstrahlung. Die Einzelheiten der Konstruktion sind in den Abbildungen und Fotos Abb.2 - Abb.10 dargestellt.

Die Pergola wird als freistehende oder wandmontierte Ausführung, als Einzelmodul oder als Set aus Einzelmodulen hergestellt, die durch mechanische Befestigungen verbunden sind.



Tabelle 1. Liste der Normen, die bei der Bewertung der Leistung von FILL-Pergolen angegeben werden.

Lfd. Nr.	Gegenstand	EU-Rechtsgrundlage	PL-Rechtsgrundlage
1.	Schiebedach, bestehend aus Lamellen in einem 200-mm-Modul	EN 13659:2015	PN-EN 13659:2015
2.	Bauprodukt (CPR)	Verordnung 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates	Gesetz vom 16.04.2004 über Bauprodukte (d.h. GBl. 2020, Pos. 215) mit späteren Änderungen
3.	Grundlegende Anforderungen an Maschinen	Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates	Verordnung des Wirtschaftsministers vom 21.10.2008 über grundlegende Anforderungen an Maschinen (d.h. Gesetzblatt 2008 Nr. 199, Pos. 1228) in der geänderten Fassung (d.h. Gesetzblatt 2011.124)
4.	Niederspannungsrichtlinie (LVD)	Richtlinie 2014/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates	Verordnung des Ministers für Entwicklung vom 02.06.2016 über Anforderungen an elektrische Geräte (d.h. GBl. 2016 Nr. 806) Gesetz vom 13.06.2019 über das System der Konformitätsbewertung und Marktüberwachung (GBl. 2019 Pos. 544) mit späteren Änderungen (GBl. 2020 Pos. 1086)
5.	Richtlinie über elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates	Gesetz vom 13.04.2007 über elektromagnetische Verträglichkeit (d.h. GBl. 2019 Pos. 2388) Gesetz vom 13.06.2019 über das System der Konformitätsbewertung und Marktüberwachung

Tabelle 2. Technische Parameter der Pergola.

Lfd. Nr.	Merkmal	Eigenschaften
1.	Material	Aluminium, 6061-T6
2.	Maximale Breite*	4000 mm
3.	Maximale Höhe*	2900 mm
4.	Maximale Reichweite*	6000 mm
5.	Abstand zwischen den Lamellen	200 mm
6.	Abmessungen der S01-Säule	127 x 127 x 3 mm
7.	Abmessungen der B01-Träger	127 x 200 x 4 mm
8.	Abmessungen der Lamellen	40 x 220 x 2.5 mm

*- Außenmaßtoleranzen ± 10 mm



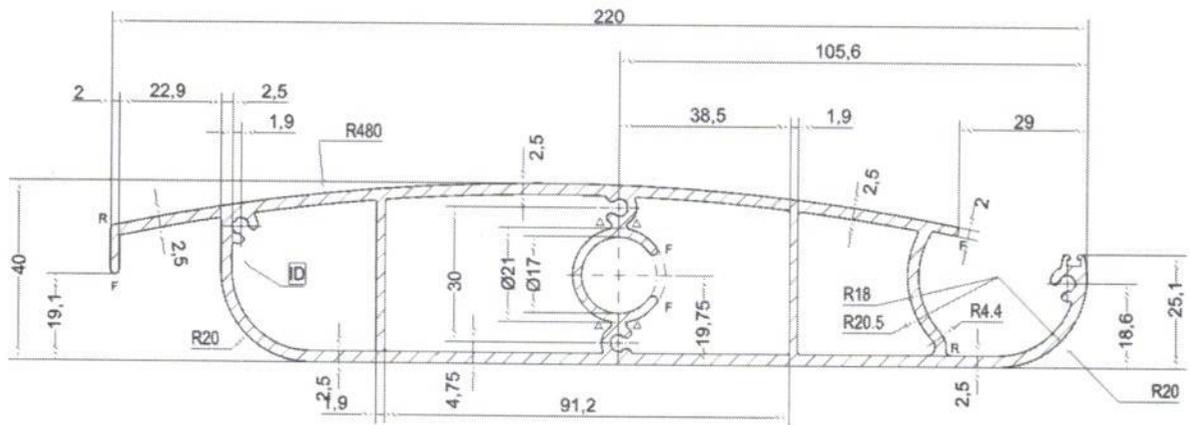


Abb.1. Lamelle LD01 – Profilquerschnitt

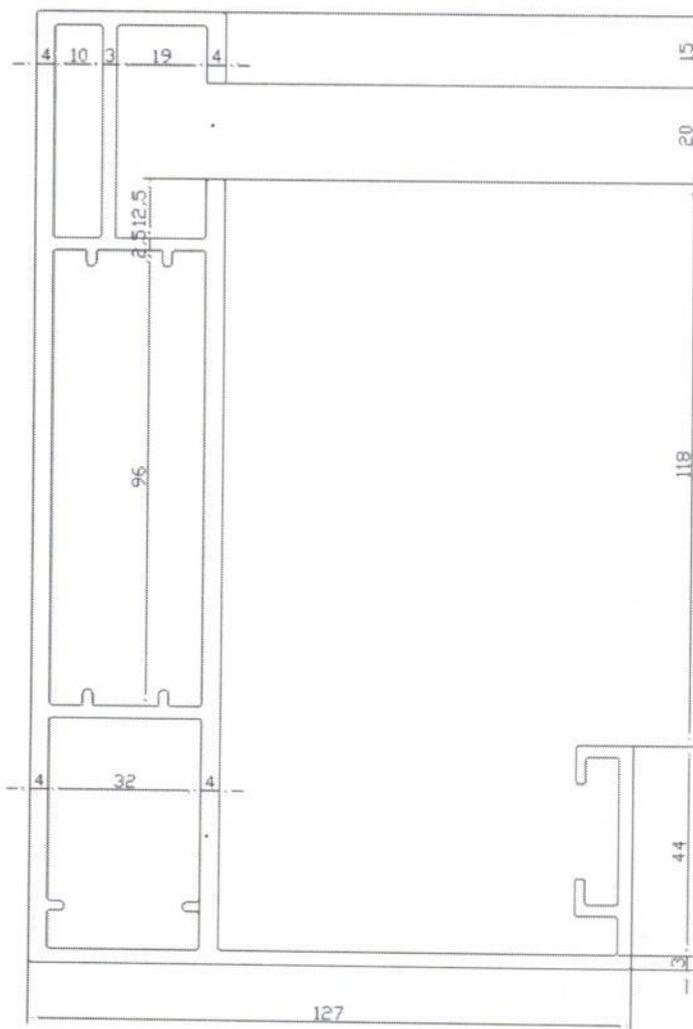


Abb.2. Träger B01 – Profilquerschnitt

Verlässliche Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina Smola
58-250 Pleszyce, ul. H. Biernackiego 9



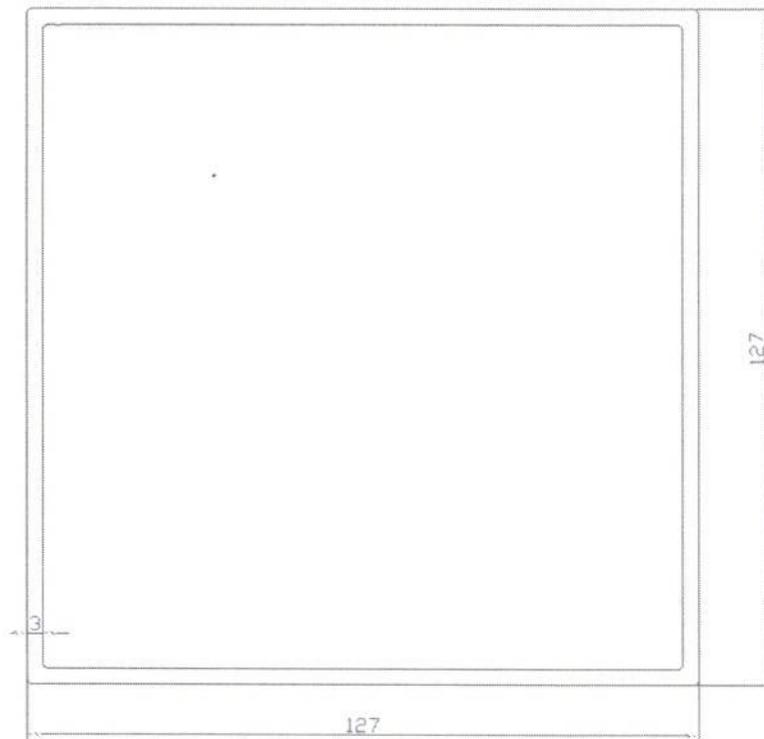
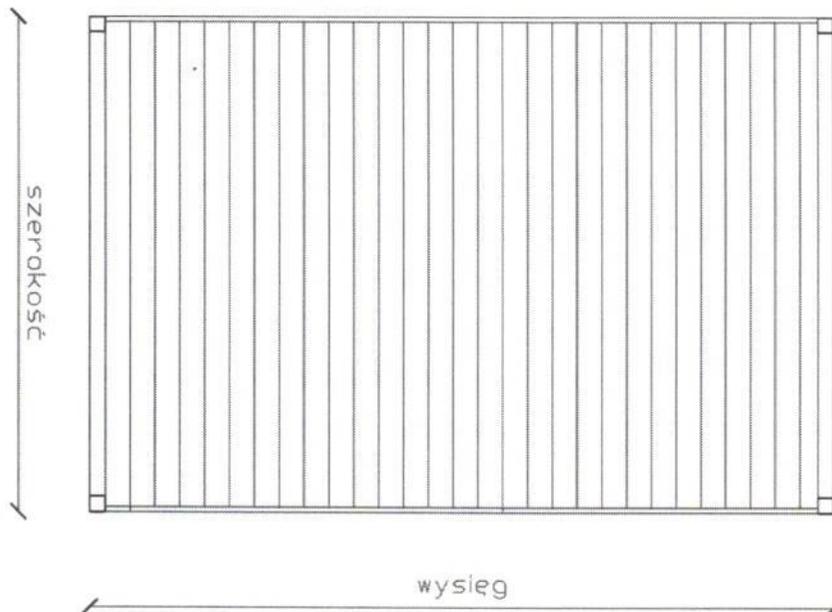


Abb.3. Säule S01 – Profilquerschnitt



→ Wysięg - Reichweite

↑ Szerokość - Breite

Abb.4. Riss des einzelnen Moduls der Aluminium-Pergola Fill.

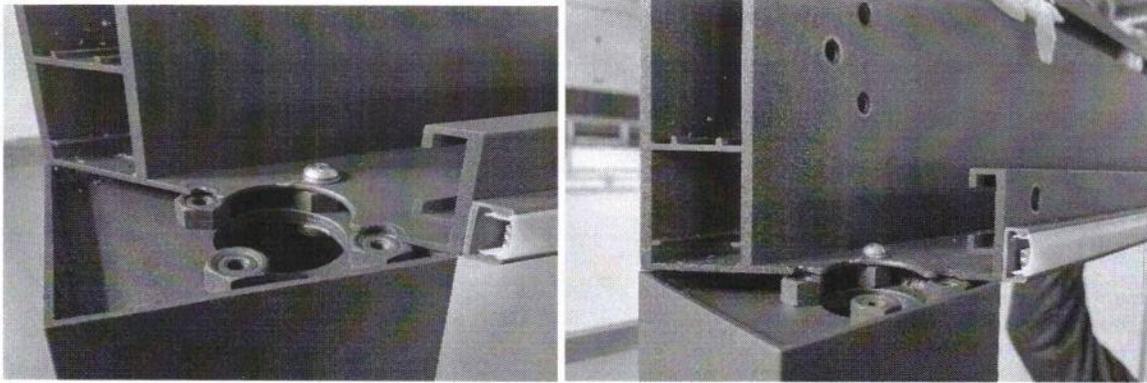


Abb. 5. Verbindung des Trägers B01 mit der Säule S01.

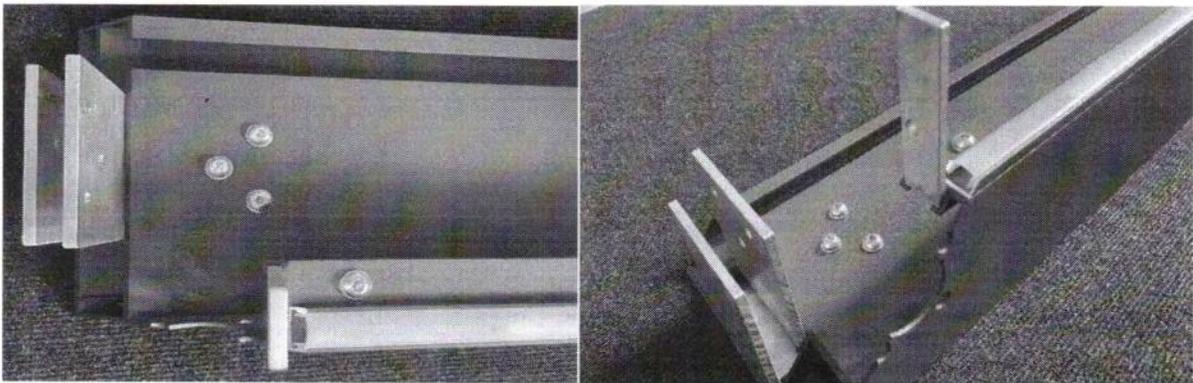


Abb. 6. Stahlwinkel, an denen die B01-Träger verbunden sind.



Abb. 7. Anschluss der B01-Träger an die S01-Säule auf der Innenseite.

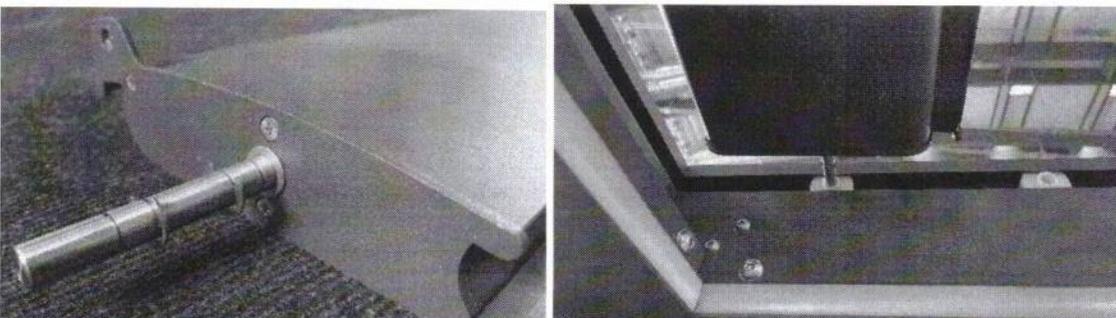


Abb. 8. Dachlamelle LD01 mit Aluminiumstift.



Abb. 9. Ansicht der Aluminium-Pergola FILL als freistehende Version von der Seite.

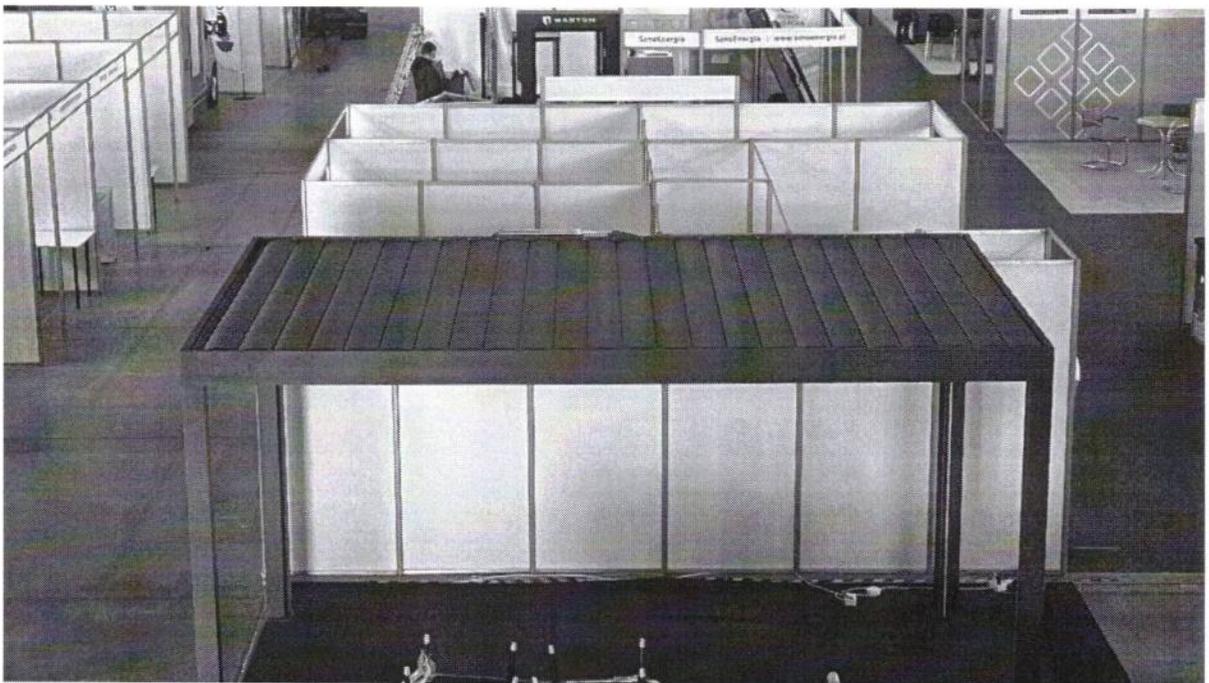


Abb. 10. Ansicht der Aluminium-Pergola FILL in freistehender Ausführung von der Frontseite.

Verdächtige Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina Smoła
58-250 Pleszyce, ul. H. Biernackiego 9



5. Forschungsmethoden und -ergebnisse

Tabelle 3. Materialeigenschaften Aluminium 6063T6.

Lfd. Nr.	Eigenschaften	Wert
1.	Dichte	2,7 g/cm ³
2.	Wärmeausdehnungskoeffizient	23,5
3.	Wärmeleitfähigkeit	218 W/mK
4.	Spezifische Wärme	920,000 J/kg-C
5.	Elastizitätsmodul	68947,570 MPa
6.	Poisson-Faktor	0,330
7.	Streckgrenze	275,790 MPa
8.	Zerstörende Spannung	310,264 MPa
9.	Dehnung % Dehnung min. A	8 [%]

Tabelle 4. Liste der bei den Berechnungen angenommenen Grenzzustände.

Lfd. Nr.	Grenzzustand	Berechnungsmethode	Harmonisierte technische Daten
1.	Tragfähigkeit	PN-EN 1999-1-1	EN 1090-1:2009+A1:2012
2.	Verformung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	PN-EN 1993-1-1; PN-EN 1999-1-1	EN 1090-1:2009+A1:2012

Tabelle 5. Liste der für die Berechnungen verwendeten Lasten.

Lfd. Nr.	Eigenschaft	Berechnungsmethode
1.	Eigengewicht	PN-EN 1990
2.	Schnee	PN-EN 1991-1-3
3.	Wind	PN-EN 1991-1-4

Tabelle 6. Liste der für die Berechnungen verwendeten Eigengewichte.

Lfd. Nr.	Bestandteil	Eigengewicht
1.	Säule S01	4,02 kg/m
2.	Träger B01	6,48 kg/m
3.	Dachlamelle LD01	3,66 kg/m



5.1 Berechnungen

Die Berechnungen wurden für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach PN-EN 1090-1+A1:2012 durchgeführt. Die Lastkombinationen wurden nach PN-EN 1990 (Grundlagen der Tragwerksplanung) angenommen. Die Form des Produkts bewirkt, dass es wie ein schuppenartiges Objekt behandelt wird - Objekte mit Dächern, ohne feste Wände. Bei solchen Objekten muss die Windreibungslast auf der Dachfläche berücksichtigt werden. Das numerische Modell und die Berechnungen wurden mit der Software Solid Edge 2023 durchgeführt. Die Berechnungen wurden mit folgenden Einschränkungen durchgeführt:

- Standort in den Windlastzonen 1, 2 und 3 bis zu einer Höhe von 300 m über dem Meeresspiegel
- Standort auf dem Gebiet Kategorie I, II, III oder IV (Wind)
- maximale Windwiderstandsklasse nach EN 13659: Klasse 6 (geschlossene Lamellen)
- Schneelast 50 kg/m²
- Grundwindgeschwindigkeit: $V_b = 26 \text{ m/s}$
- Spitzengeschwindigkeitsdruck: $q_p(z) = 0,76 \text{ kN/m}^2$
- Verformungsbedingung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit bei $u_{Lim} = L/300$

Für die Pergolaüberdachung wurden folgende Windeinwirkungszonen angenommen.

Tabelle 7. Zusammenstellung der Nettodruckfaktoren.

Lfd. Nr.	Lasttyp	A	B	C
1.	Maximal, Druck	+0,5	+1,8	+1,1
2.	Minimum, saugen $\phi=0$	-0,6	-1,3	-1,4

Tabelle 8. Zusammenstellung der auf die Struktur wirkenden Drücke.

Lfd. Nr.	Druckwert für	A	B	C
1.	Maximal, Druck	0,29 kN/m ²	1,03 kN/m ²	0,63 kN/m ²
2.	Minimum, saugen $\phi=1$	-0,34 kN/m ²	-0,74 kN/m ²	-0,80 kN/m ²

Windreibung auf der Oberfläche der Pergola

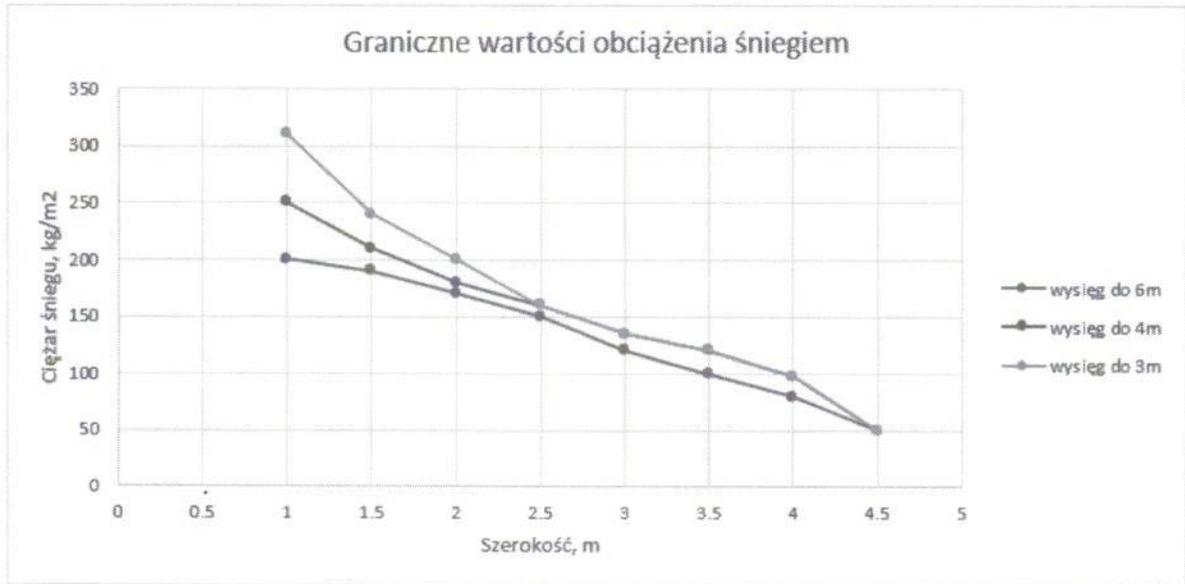
Reibungskoeffizient für raue Oberflächen: $c_{fr} = 0,02$

Referenzfläche: $A_{ref} = 2 \cdot 6 \cdot 4 = 48 \text{ m}^2$

Reibungskraft: $F_{fr} = c_{fr} \cdot A_{ref} \cdot q_{p(z)} = 0,02 \cdot 48 \cdot 0,57 = 0,55 \text{ kN}$



Grenzwerte der Schneelast



Rys. 18. Graniczne wartości obciążenia śniegiem w zależności od szerokości oraz wysięgu pergoli.

Breite – m

→ Wysięg do... - Reichweite bis ...

↑ Ciężar śniegu kg/m^2 - Schneegewicht kg/m^2

Abb. 18. Grenzwerte der Schneelast in Abhängigkeit von der Breite und Reichweite der Pergola.

5. 1. 1 Pergola 4000 x 6000

Die Berechnungen wurden für Pergolen mit Grenzabmessungen durchgeführt:

- Breite 4000 mm
- Reichweite 6000 mm



Abb.11. Schematische Darstellung der für die Berechnungen verwendeten Pergola.

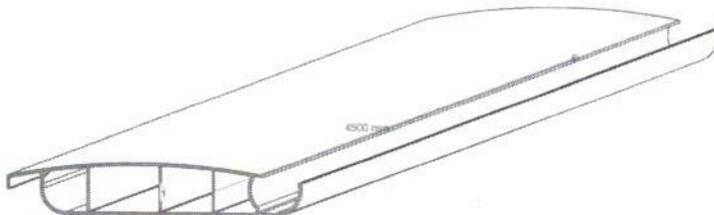


Abb.12. LD01-Lamellenmodell mit einer Länge von 4000 mm, angenommen für die Berechnung.

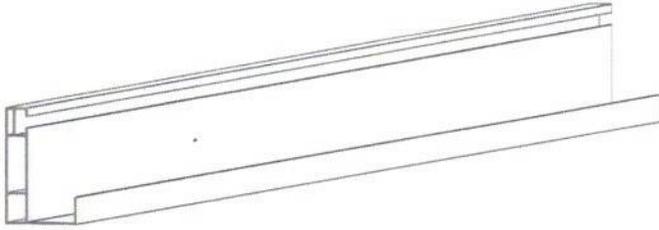


Abb. 13. Modell des B01-Trägers mit einer Länge von 6000 mm, angenommen für die Berechnungen.



Abb. 14. Lamellenbiegung LD01, SLS.

Die Grenzbedingung der Lamellenauslenkung LD01 ist erfüllt.

$$u = 7,69 \text{ mm} < u_{lim} = L/3040 = 4000 / 300 = 13,3 \text{ mm}$$

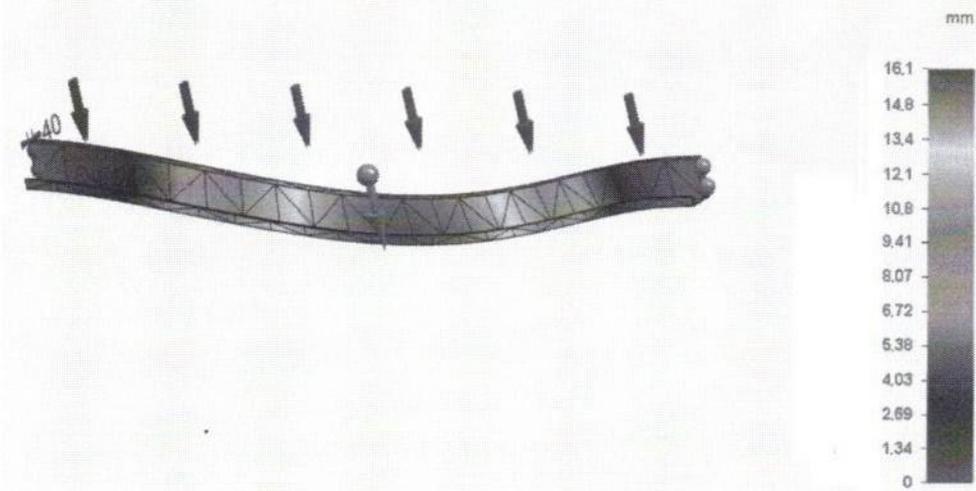
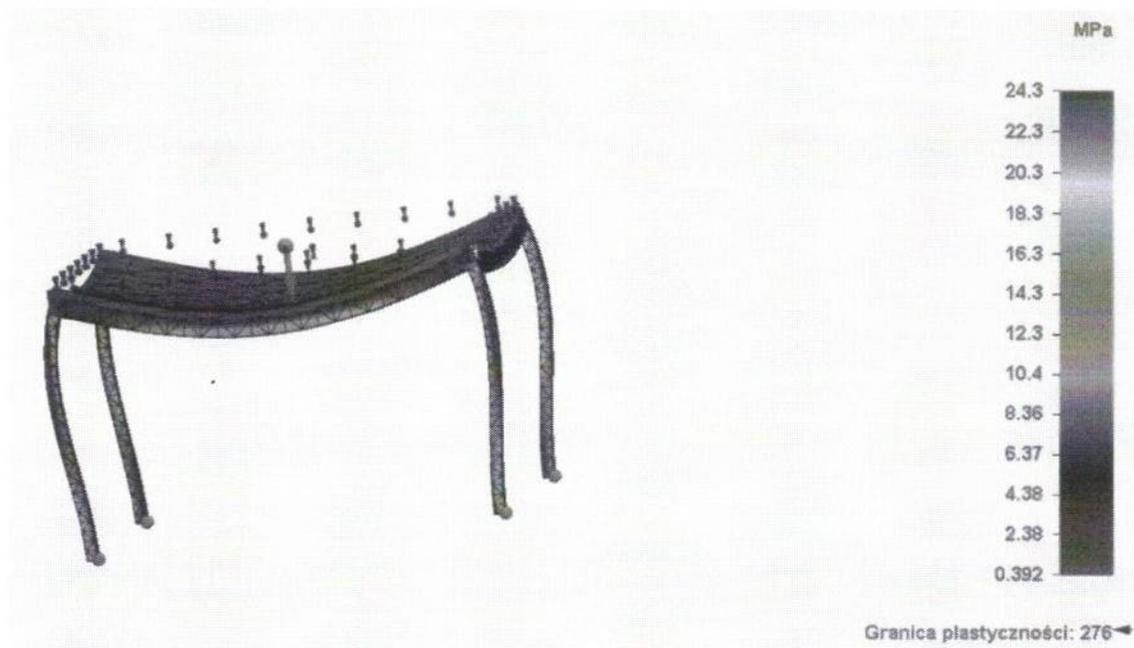


Abb. 15. Trägerbiegung B01, SLS.

Die Grenzbedingung der Trägersauslenkung B01 ist erfüllt.

$$u = 16.1 \text{ mm} < u_{lim} = L/250 = 6000 / 300 = 20 \text{ mm}$$



→ Granica plastyczności 276 - Fließgrenze 276

Abb. 16. Spannungen in der Struktur, ULS

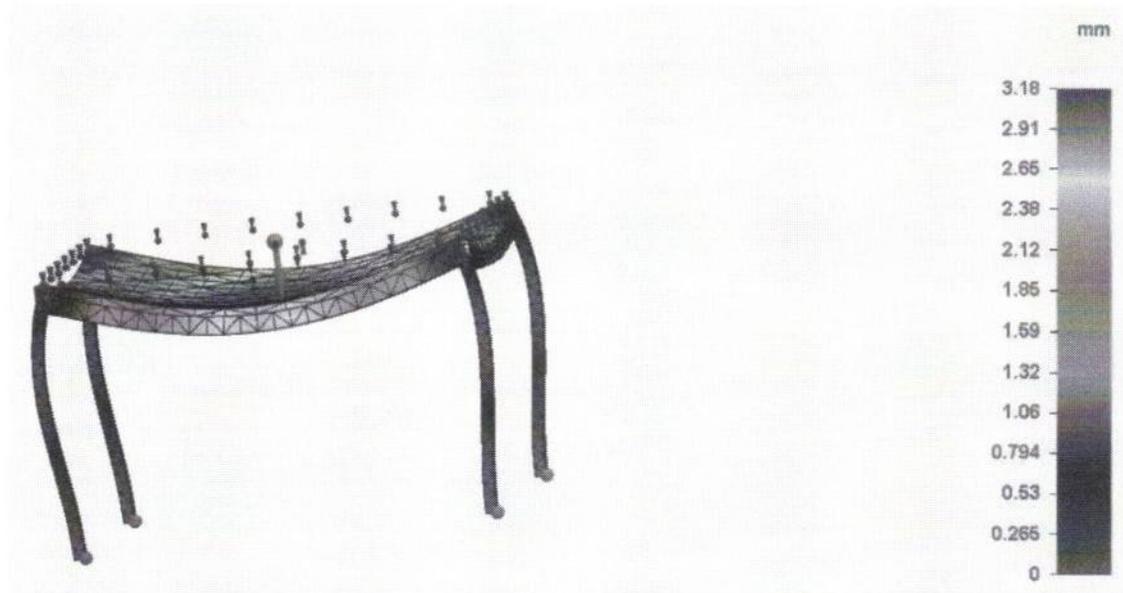


Abb. 17. Strukturelle Verschiebungen, ULS.

Unilab Forschungszentrum Sp. z o. o. mit Sitz in Warszawa [Warschau], ul. Bluszczańska 76/70, 00-716 Warszawa [Warschau] KRS: 0000927205 | Amtsgericht Warszawa [Warschau], die XIII. Wirtschaftsabteilung des nationalen Gerichtsregisters | IMIP: 5213942993 email: biuro@unilabcentrumbadawcze.pl | www.laboratoriumbudowlane.pl

[diese Fußzeile befindet sich auf jeder Seite des Dokumentes außer der letzten Seite]

Verdächtige Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina Smoła
58-250 Pieszycze, ul. H. Biernackiego 9



6. Bewertung der Leistungsfähigkeit des Produkts

Auf der Grundlage der durchgeführten Forschung wurde festgestellt, dass die Anforderungen hinsichtlich der geprüften Eigenschaften erfüllt sind.

Tabelle 9. Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Lfd. Nr.	Testobjekt	Eigenschaften Testergebnis	Konformitätsbewertung Bewertungsergebnis	Referenzdokument
1.	Tragfähigkeit LD01-Lamellen aufgrund der Biegung	0.97 < 1.0	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1
2.	Tragfähigkeit der Lamellen LD01 aufgrund der Scherung	0.79 < 1.0	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1
3.	Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit von LD01-Lamellen mit einer Länge von 4000 mm	7.69 < 13.3	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1
4.	Tragfähigkeit des B01-Trägers aufgrund der Biegung	0.47 < 1.0	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1
5.	Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für einen 6000 mm langen B01-Träger	16.1 < 20	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1
6.	Tragfähigkeit des Trägers wegen der Biegung und Längskraft	0.88 < 1.0	Erfüllt	PN-EN 1999-1-1

Tabelle 10. Umfang der Produktionskapazitäten

		Reichweite, [W]											6 Träger
		1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	5 m	5,5 m	6 m	6-12 m
Breite	1 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1,5 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2,5 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3,5 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	4 m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	4,5 m*	■	■	■	■	■	■	■	■	■			

* Standort nur in der 1. Windlastzone

Verdichtete Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina
58-250 Pleszyce, ul. H. Biernackiego 9



Eingeführte Einschränkungen:

- Standort in den Windlastzonen 1, 2 und 3 bis zu einer Höhe von 300 m über dem Meeresspiegel
- Standort auf dem Gebiet Kategorie I, II, III oder IV (Wind)
- maximale Windwiderstandsklasse nach EN 13659: Klasse 6 (geschlossene Lamellen)
- Schneelast 50 kg/m² - keine Schneeverwehungen oder angesammelte Schneedecke
- für die Bedingungen, die die oben genannten Einschränkungen überschreiten, ist eine individuelle Statik- und Festigkeitsbegutachtung einer Person mit Bauberechtigungen in der Fachrichtung Konstruktion und Bauwesen erforderlich.

Verantwortlich für die Forschung und Bewertung von Eigenschaften:

Mgr. Ing. Piotr Kruszyński [*eigenhändige unleserliche Unterschrift*]

Die Person, die den Bericht genehmigt hat:

Dr. Ing. Marcin Małek [*eigenhändige unleserliche Unterschrift*]

Das Forschungslabor erklärt, dass sich die Prüfergebnisse ausschließlich auf den geprüften Gegenstand beziehen. Ohne die schriftliche Zustimmung des Forschungslabors darf der Bericht nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt werden.

Warszawa [Warschau], den 03.11.2023.

Reg.-Nr. 220/2024. Die Richtigkeit und Vollständigkeit der Übersetzung aus der Urschrift in polnischer Sprache wird hiermit bescheinigt.

Ewelina Smoła, vereidigte Übersetzerin für die deutsche Sprache, TP/5157/05

Pieszycy, den 15.03.2024

Vereidigte Dolmetscherin
für die deutsche Sprache
mgr Ewelina Smoła
58-250 Pieszycy, ul. H. Biernackiego 9

