



CENTRUM TECHNIKI OKRĘTOWEJ S.A.

CTO S.A.

ZAKŁAD BADAWCZO - ROZWOJOWY

ZESPÓŁ LABORATORIÓW BADAŃ ŚRODOWISKOWYCH

Adres pocztowy:
ul. Szczecińska 65
80-392 G D A Ń S K, POLSKA

Telefon: (48-58) 51-16-258
Faks: (48-58) 51-16-397
e-mail: rs@cto.gda.pl

RAPORT BADANIA

Nr RS-2014/B-023

**BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI
NA OBCIĄŻENIE SIŁĄ
PROFILI PODOKIENNYCH
TYPU PR02T I PR02XT
MONTOWANYCH Z RAMAMI
OKIENNYMI NA MURZE**

*Centrum Techniki Okrętowej S.A. posiada
System Zarządzania Jakością zatwierdzony przez
Lloyd's Register Quality Assurance
Jako zgodny z normą ISO 9001:2008*





Data: 24.02.2014

Egzemplarz nr:.....

Powielanie Raportu jest dozwolone jedynie w całości.
W innym przypadku należy uzyskać pisemną zgodę wystawiającego.

Wykonawcy:

Henryk Michniewicz
Zbigniew Serement

	<i>Data</i>	<i>Podpis</i>
Raport opracował: Henryk Michniewicz	24.02.2014	
Zbigniew Serement	24.02.2014	
Prowadzący zlecenie: Henryk Michniewicz	24.02.2014	
Kierownik Ośrodka: dr inż. Mateusz Weryk	24.02.2014	

Spis treści

	Strona
Tabela danych ogólnych	4
Opis badania	5 - 29
1. Obiekt badania	5
2. Metoda badania	5
3. Stanowisko badawcze.....	6
4. Sposób montażu	8
5. Kolejność badania.....	12
6. Wyniki badania.....	14
7. Podsumowanie wyników badania	24
 Rysunki	
Rys.1. Schemat blokowy układu do pomiaru i rejestracji.....	7
Rys.2. Przykład montażu Próbki do muru na klej poliuretanowy lub na zaprawę klejowo - szpachlową	10
Rys.3. Przykład montażu Próbki do muru na klej poliuretanowy i wkręty montażowe	10
Rys.4. Przykład Próbki, profil podokienny PR02XT z ramą okienną Veka Perfectline	10
 Fotografie	
Fot. 1. Stanowisko badawcze, układ do obciążenia siłą (naporu) i aparatura pomiarowa.....	6
Fot. 2. Aparatura do pomiaru i rejestracji.....	7
Fot. 3. Przykład sposobu przygotowania Próbki	8
Fot. 4. Przykład sposobu przygotowania i montażu Próbki do muru na klej poliuretanowy bez wkrętów montażowych oraz z wkrętami montażowymi	11
Fot. 5. Przykład sposobu przygotowania i montażu Próbki do muru na zaprawę klejowo - szpachlową.....	12

Data i numer zawartej umowy: Zlecenie e-mail z 14.01.2014	Nazwa i adres zleceniodawcy: P.P.H.U. KLINAR Maciej Krawczyk ul. Borowa 6 83 - 329 Mirachowo Pomorskie	
Nr zlecenia wewnętrznego: 8.373.01.221		
Nazwa i typ obiektu: Profil podokienny PR02T, szt. 8, pod profil okienny Veka Alphaline. Profil podokienny PR02XT, szt. 6, pod profil okienny Veka Alphaline. Profil podokienny PR02XT, szt. 1, pod profil okienny Veka Perfectline.	Wymiary główne obiektu: Wymiary główne obiektu określa dokumentacja techniczna firmy P.P.H.U. KLINAR.	
Stanowisko badawcze: Opis badania p. 3, fot. 1 str. 6.		
Aparatura pomiarowa:	Typ:	Numer fabryczny:
Schemat blokowy rys.1 str. 7, fot. 1 i 2 str. 6 i 7.		
Data wykonania pomiarów: 21.01.2014 ÷ 28.01.2014	Metoda przeprowadzania pomiarów: procedurą Nr: RK-97/TP-07 instrukcja Nr: RK-97/R-07	
Warunki pomiarów: temperatura otoczenia: 20 °C Wilgotność względna: 55 %		
Uwagi: 1. Raport badania i wyniki w nim zawarte odnoszą się tylko do próbek, które został poddane badaniom. 2. Kalibrację aparatury pomiarowej wykonano zgodnie z „Kartą realizacji pomiarów siły” znajdującą się w archiwum Ośrodka.		

Opis badania.

1. Obiekt badania.

Profil podokienny PR02T długości 1200 mm;

- długość: 1200 mm,
- materiał: styropian parking, EPS-EN13163-T2-L3-W3-SB5-P10-BS200-CS(10)150-DS(N)5-DS(70)2-DLT(1)5-TR100,
- przeznaczenie: pod ramę okienną Veka Alphaline z PCV,
- ilość: 8 sztuk.

Profil podokienny PR02XT;

- długość: 1200 mm,
- materiał: polistyren ekstrudowany XPS Prime 30, XPS-EN13164-T1-DS(70,90)-DLT(2)5-CS(10/Y)300-CC(2,5/2,0/50)170-WL(T)0,7-WD(V)2-FTCD1,
- przeznaczenie: pod ramę okienną Veka Alphaline z PCV,
- ilość: 6 sztuk.

Profil podokienny PR02XT;

- długość: 1200 mm,
- materiał: polistyren ekstrudowany XPS Prime 30, XPS-EN13164-T1-DS(70,90)-DLT(2)5-CS(10/Y)300-CC(2,5/2,0/50)170-WL(T)0,7-WD(V)2-FTCD1,
- przeznaczenie: pod ramę okienną Veka Perfectline z PCV,
- ilość: 1 sztuka.

Przekroje profili podokiennych przedstawiono na rys. 2÷4, str. 10.

2. Metoda badania.

Badanie wytrzymałości na obciążenie siłą profili podokiennych PR02T i PR02XT wykonano metodą naporu siły zrealizowaną rozpierakiem hydraulicznym zgodnie z procedurą RK-97/TP-07 i instrukcją RK-97/R-07.

Profile podokienne montowano na murze stanowiska badawczego i wyposażano w odcinki ram okiennych długości 1200 mm. Tak przygotowane profile podokienne nazywano „Próbkami” i numerowano. Sposób montażu opisano w punkcie 4.

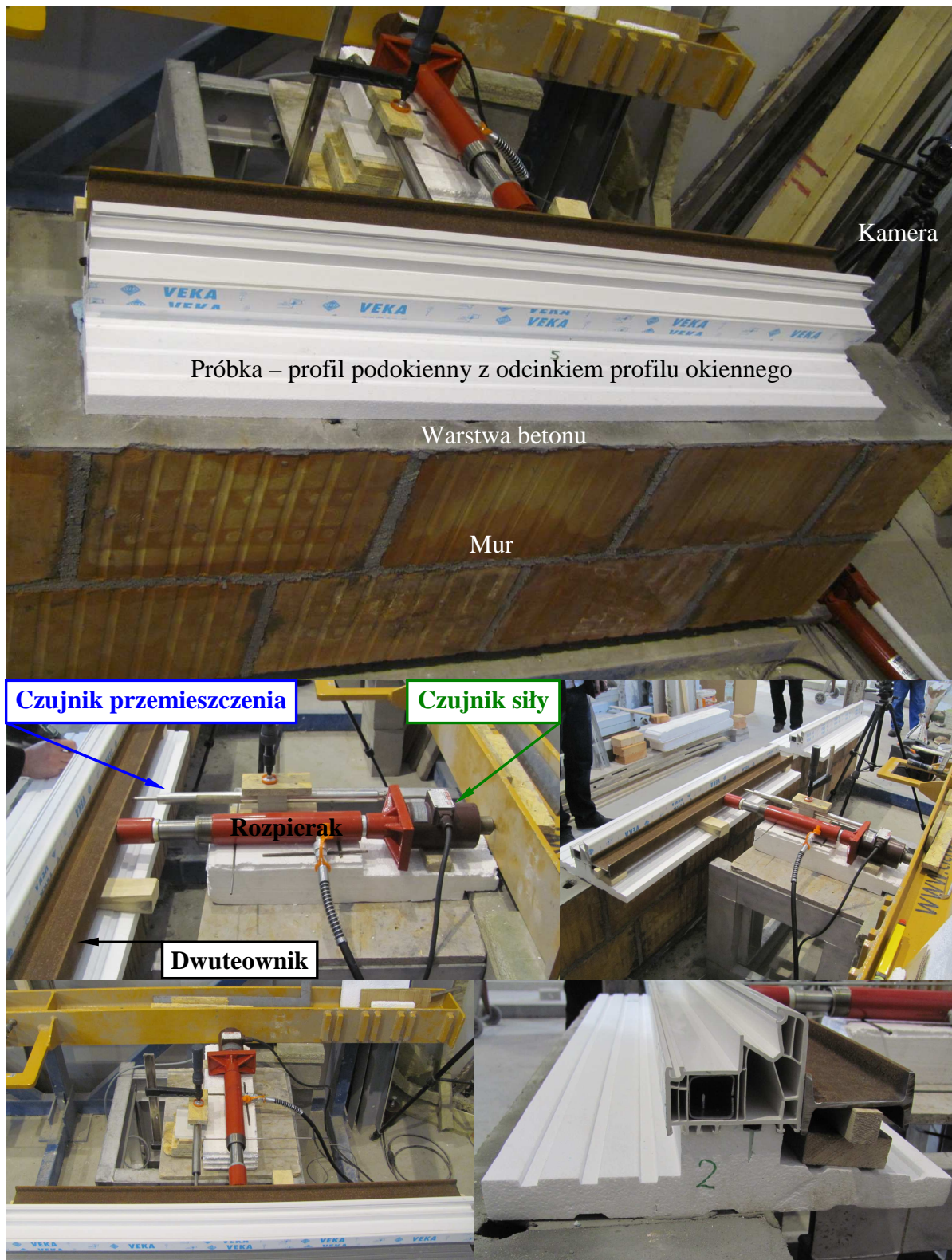
Siłę przykładano prostopadle do powierzchni odcinka ramy okiennej długości 1200 mm montowanej na profilu podokiennym przez dwuteownik o wymiarach $a = 42$ mm, $h = 800$ mm i długości 1206 mm.

Napór realizowano aż do uzyskania widocznych uszkodzeń pomimo wyraźnego spadku przyrostu siły na zobrazowanym w czasie rejestracji wykresie.

Badanie wykonano z jednoczesnym pomiarem siły i przemieszczenia oraz filmowano przebieg obciążania Próbek.

3. Stanowisko badawcze.

Do realizacji badania zbudowano mur, przedstawiony poniżej na fot. 1, długości 3000 mm i grubości 250 mm z dwóch rzędów pustaków ceramicznych Porotherm pokrytych od góry betonową warstwą wyrównawczą o grubości 10 mm.



Fot. 1. Stanowisko badawcze, układ do obciążenia siłą (naporu) i aparatura pomiarowa.

Do obciążenie siłą (naporu) wytypowano;

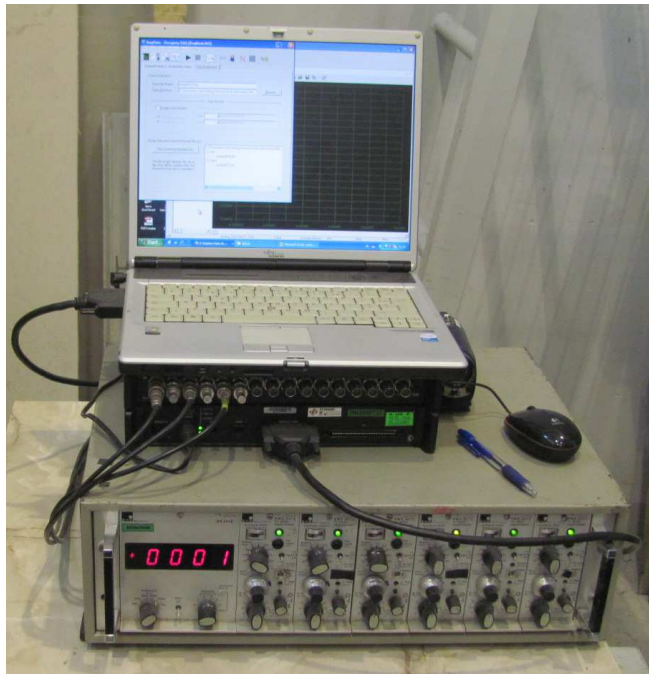
- rozpierak hydrauliczny.

Do pomiarów i rejestracji wytypowano aparaturę;

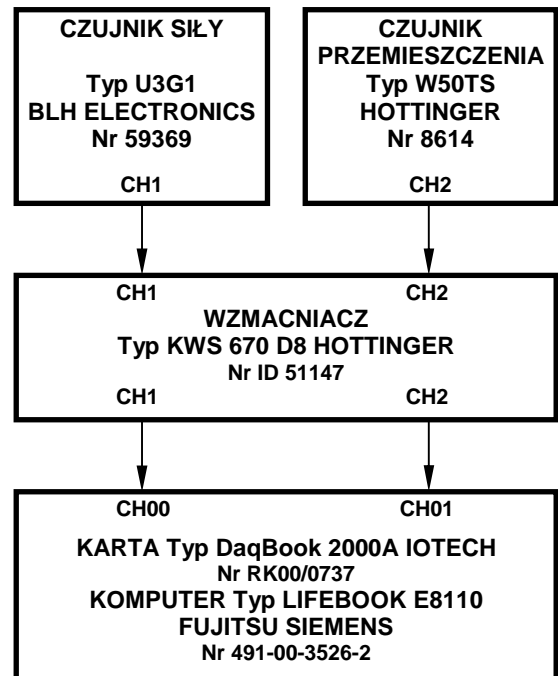
- tensometryczny czujnik siły,
- indukcyjny czujnik przemieszczenia,
- sześciokanałowy wzmacniacz do obsługi czujników tensometrycznych i indukcyjnych, wykorzystano dwa kanały,
- analogowo - cyfrową kartę pomiarową,
- komputer do rejestracji pomiarów.

Układ do obciążenia siłą (naporu) przedstawiono na fot. 1, str. 6.

Schemat blokowy układu do pomiaru i rejestracji przedstawiono poniżej na rys. 1 i fot. 2.



Fot. 2. Aparatura do pomiaru i rejestracji.



Rys. 1. Schemat blokowy układu do pomiaru i rejestracji.

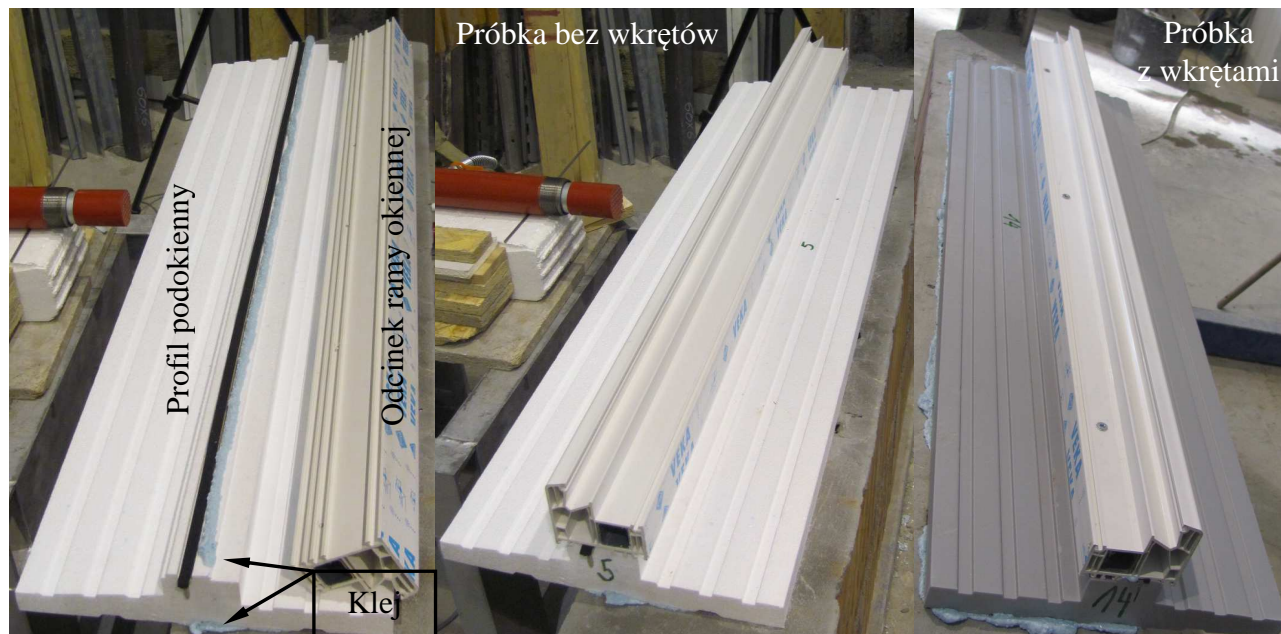
Badanie wykonano mierząc jednocześnie wartości siły (naporu) i przemieszczenia z częstotliwością próbkowania 10 Hz oraz manualnym ograniczeniem czasu rejestracji.

4. Sposób montażu.

Profile podokienne montowano na murze stanowiska badawczego.

Wszystkie badane profile podokienne wyposażono w odcinki ram okiennych o długości 1200 mm osadzając je na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS.

Tak przygotowane profile podokienne nazywano „Próbkami” i numerowano.



Fot. 3. Przykład sposobu przygotowania Próbki.

Wyposażenie profili podokiennech w odcinki ram okiennych o długości 1200 mm nie zapewnia blokowania siły pionowej prostopadłej do mierzonej siły naporu, tak jak w przypadku osadzenia w profilach podokiennech kompletnych ram okiennych zamocowanych w otworze okiennym muru.

W związku z powyższym próbki nie będą narażone głównie na ścinanie, lecz również na wyłamywanie i wrywanie.

Tak ekstremalne warunki badania umożliwiają obserwację skuteczności sposobów mocowania profili podokiennech do muru i osadzenia w nich odcinków ram okiennych, oraz wytrzymałości profili podokiennech na wyłamywanie i wrywanie.

Montaż Próbek na murze stanowiska badawczego wykonano w trzech wariantach;

Wariant 1 – montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS.

Pomiary wykonano po minimum dwóch godzinach od zakończenia montażu.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary na:

- trzech Próbek z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline,
- trzech Próbek z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Alphaline,
- jednej Próbcie z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Perfectline.

Wariant 2 – montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS i wkręty montażowe.

Trzy wkręty montażowe o długości 150 mm wkręcane w odległościach od krawędzi ramy okiennej: 150 mm, 600 mm, 1050 mm (zgodnie z instrukcją producenta ramy okiennej).

Pomiary wykonano po minimum dwóch godzinach od zakończenia montażu.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary na:

- trzech Próbek z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline,
- trzech Próbek z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Alphaline.

Wariant 3 – montaż na zaprawę klejowo - szpachlową do styropianu Weber KS121.

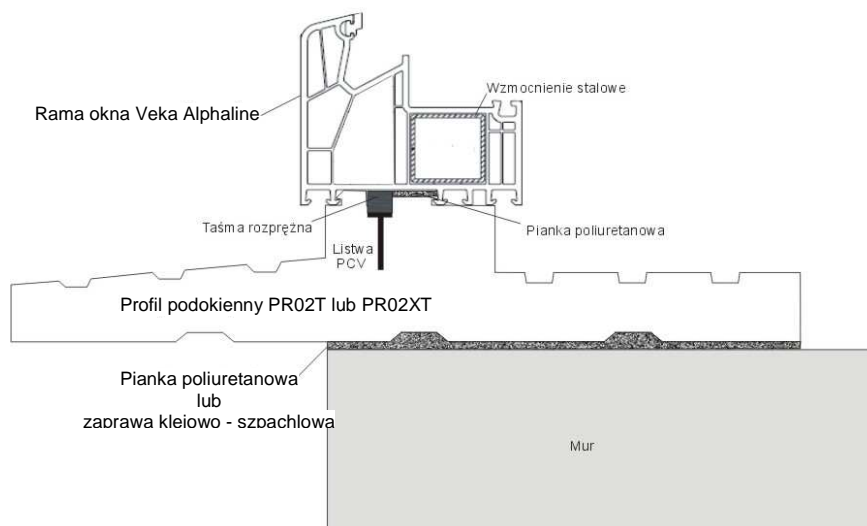
Badanie zrealizowano wykonując pomiary po dwudziestu czterech godzinach od zakończenia montażu na:

- jednej Próbcie z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline.

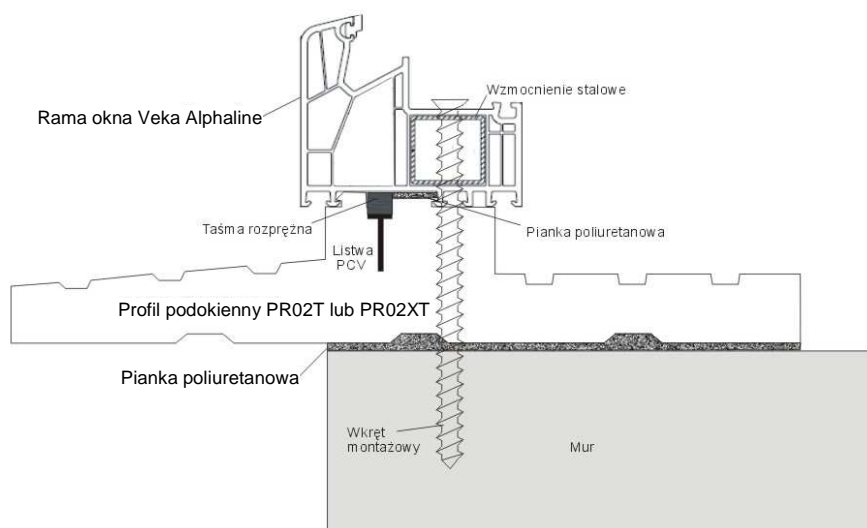
Badanie zrealizowano wykonując pomiary po siedemdziesięciu dwóch godzinach od zakończenia montażu na:

- jednej Próbcie z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline.

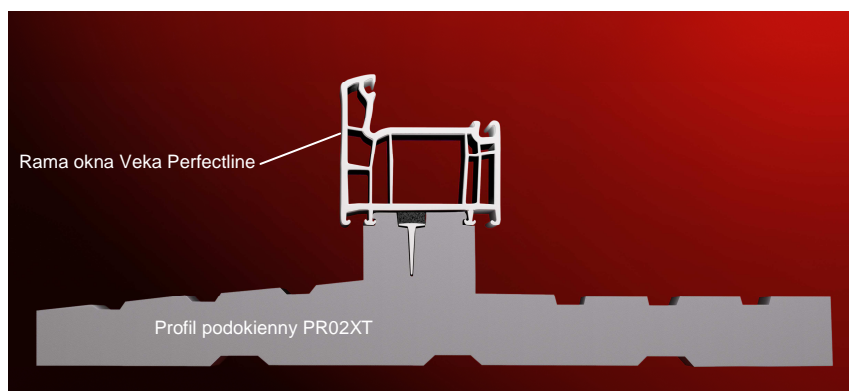
Przykłady montażu Próbek przedstawiono na rys. 2÷4 na str. 10 oraz fot. 4 i 5 na str. 11 i 12.



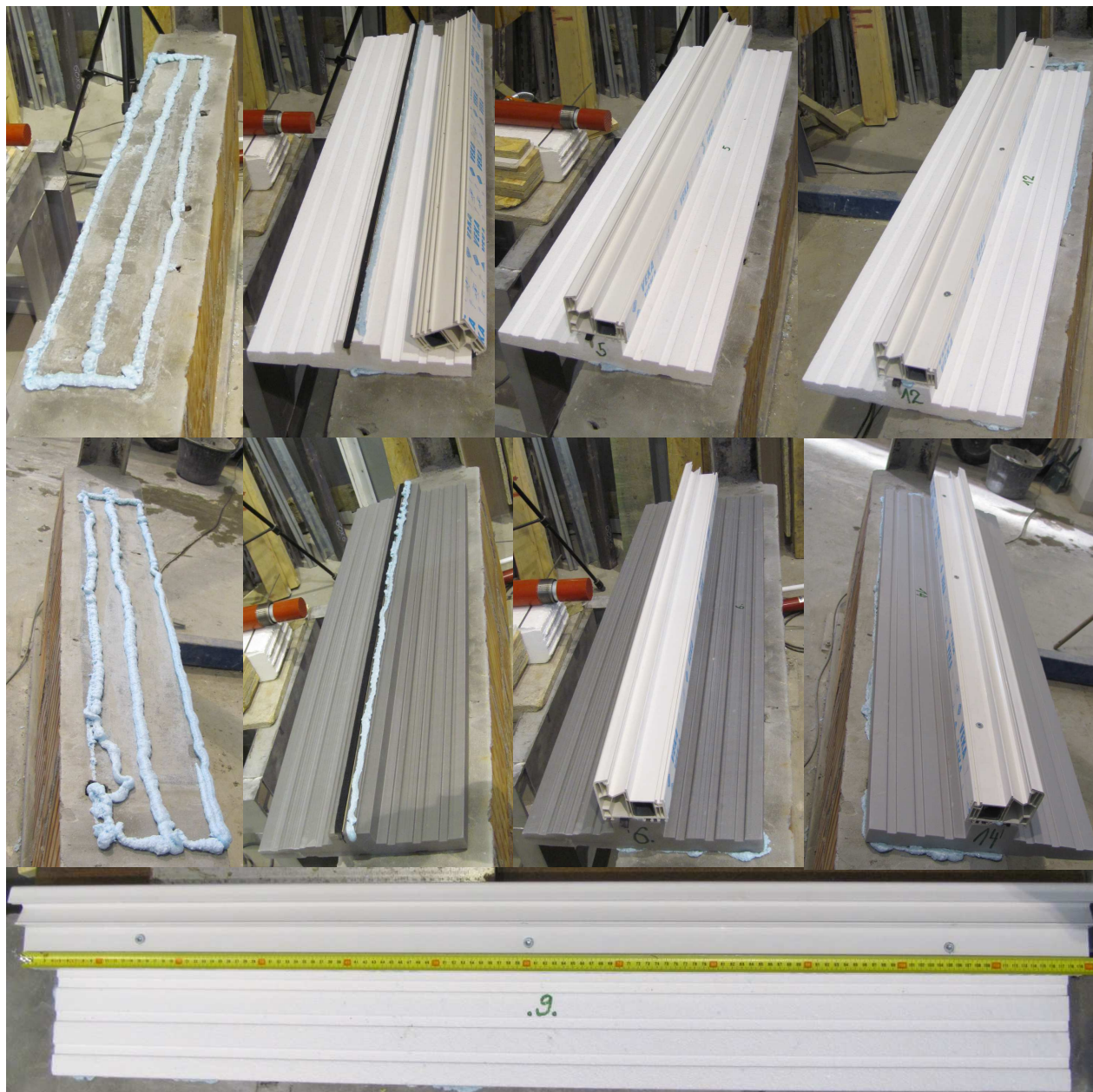
Rys. 2. Przykład montażu Próbek do muru na klej poliuretanowy lub na zaprawę kleiowo - szpachlową.



Rys. 3. Przykład montażu Próbek do muru na klej poliuretanowy i wkręty montażowe.



Rys. 4. Przykład Próbkii, profil podokienny PR02XT z ramą okienną Veka Perfectline.



Fot. 4. Przykład sposobu przygotowania i montażu Próbki do muru na klej poliuretanowy bez wkrętów montażowych oraz z wkrętami montażowymi.



Fot. 5. Przykład sposobu przygotowania i montażu Próbkę do muru na zaprawę klejowo - szpachlową.

5. Kolejność badania.

Uwzględniając czas wiązania użytych materiałów do montażu Próbek, zalecany przez producentów i możliwości optymalnego wykorzystania stanowiska badawczego, przyjęto kolejność numerowania Próbek zgodną z kolejnością ich montażu.

W związku z powyższym:

Wariant 1 – montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS.

Pomiary wykonano po minimum dwóch godzinach od zakończenia montażu.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary na:

Zestaw 1 - trzech Próbkach nr 1, 4 i 5 z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline,

Zestaw 2 - trzech Próbkach nr 6, 7 i 8 z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Alphaline,

- jednej Próbkę nr 11 z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Perfectline.

Wariant 2 – montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS i wkręty montażowe. Trzy wkręty montażowe o długości 150 mm wkręcane w odległościach od krawędzi ramy okiennej: 150 mm, 600 mm, 1050 mm (zgodnie z instrukcją producenta ramy okiennej).

Pomiary wykonano po minimum dwóch godzinach od zakończenia montażu.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary na:

Zestaw 3 - trzech Próbkach nr 9, 10 i 12 z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline,

Zestaw 4 - trzech Próbkach nr 13, 14 i 15 z profilem podokiennym PR02XT - polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Alphaline.

Wariant 3 – montaż na zaprawę klejowo - szpachlową do styropianu Weber KS121.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary po dwudziestu czterech godzinach od zakończenia montażu na:

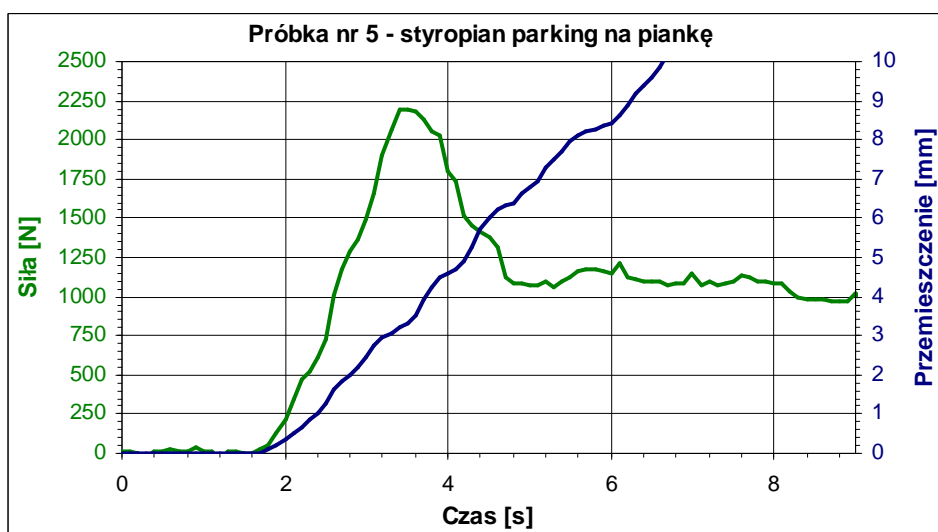
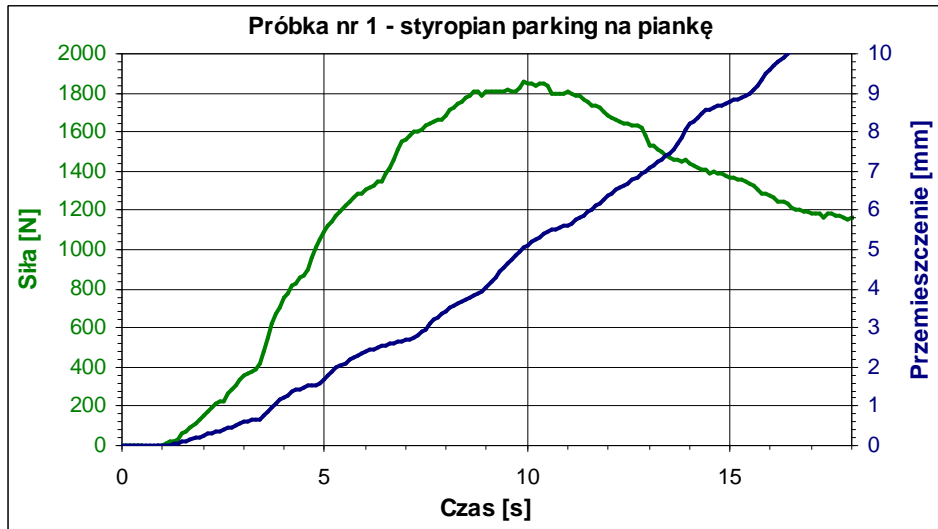
- jednej Próbce nr 2 z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline.

Badanie zrealizowano wykonując pomiary po siedemdziesięciu dwóch godzinach od zakończenia montażu na:

- jednej Próbce nr 3 z profilem podokiennym PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline.

6. Wyniki badania.**6.1. Zestaw 1.**

Przyrost siły i przemieszczenia w czasie:



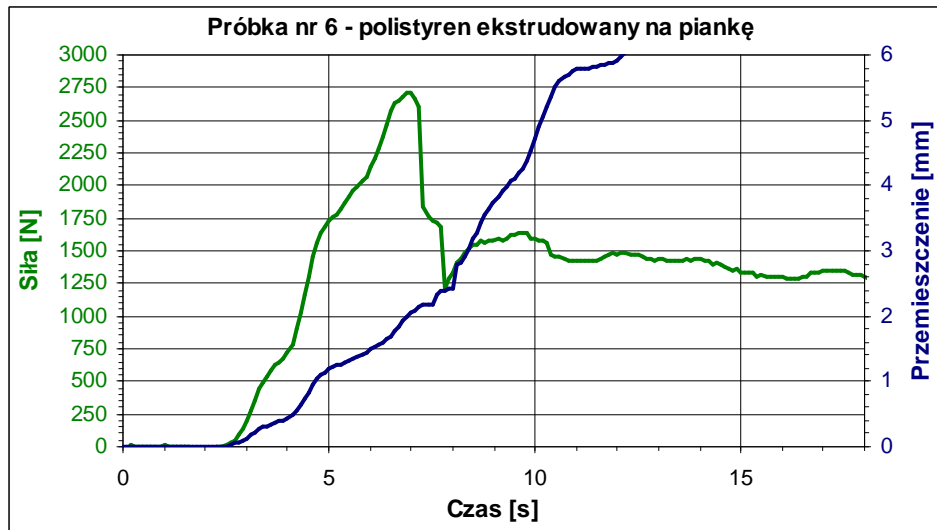
Dokumentacja fotograficzna:



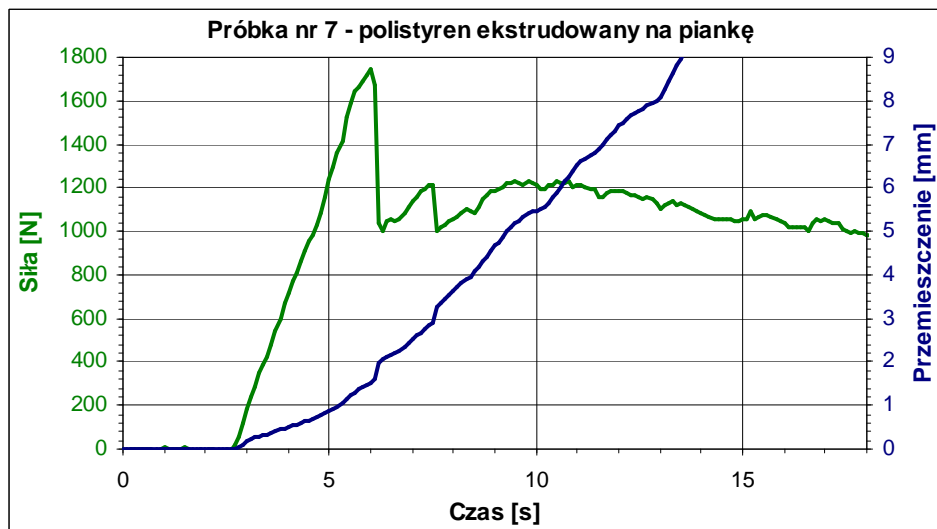
Obserwacje: Niszczenie wszystkich próbek przebiegało na zasadzie wrywania (nie ścinania) w warstwie piany poliuretanowej. Próbka nr 5 oderwała fragment betonowej warstwy wyrównawczej. Profile podokienne pękały znacznie później (przy większym odkształceniu) niż następowało rozerwanie pianki.

6.3. Zestaw 2.

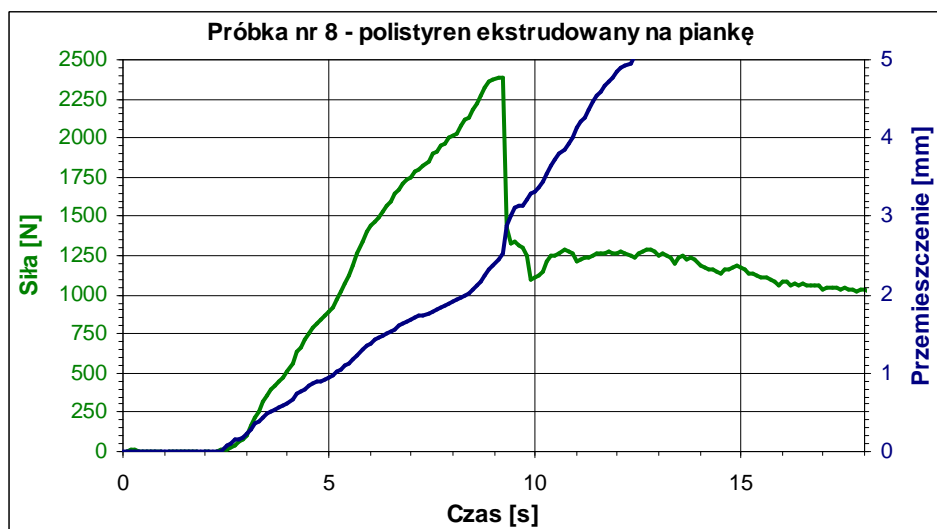
Przyrost siły i przemieszczenia w czasie:



F_{max}	2713,8N
$D_{(Fmax)}$	2,mm

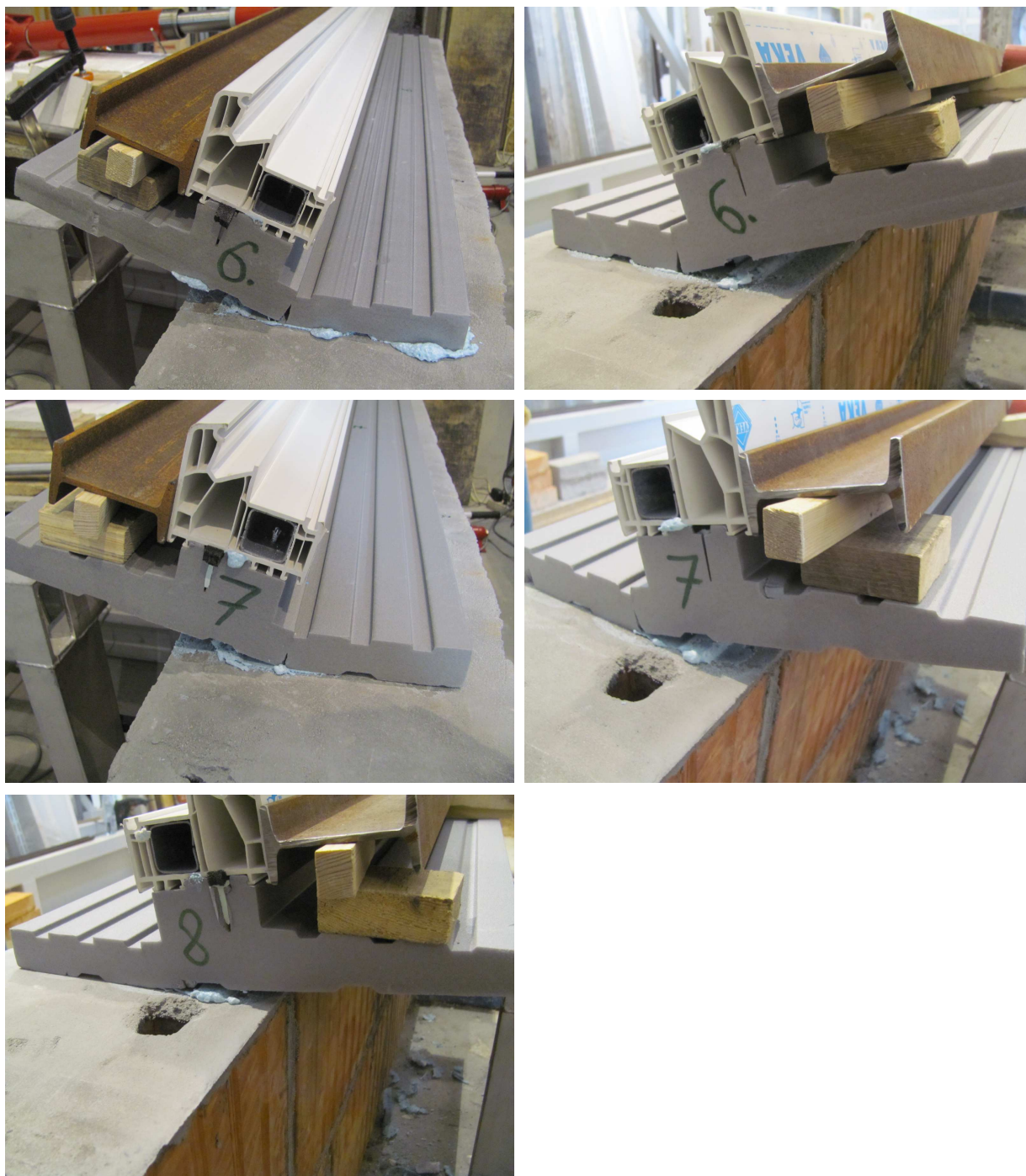


F_{max}	1742,9N
$D_{(Fmax)}$	1,5mm



F_{max}	2387,6N
$D_{(Fmax)}$	2,4mm

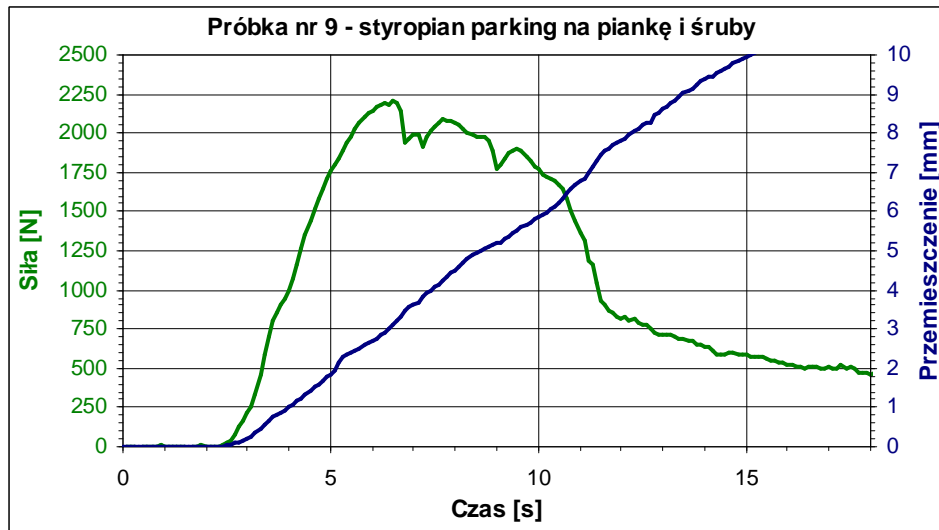
Dokumentacja fotograficzna:



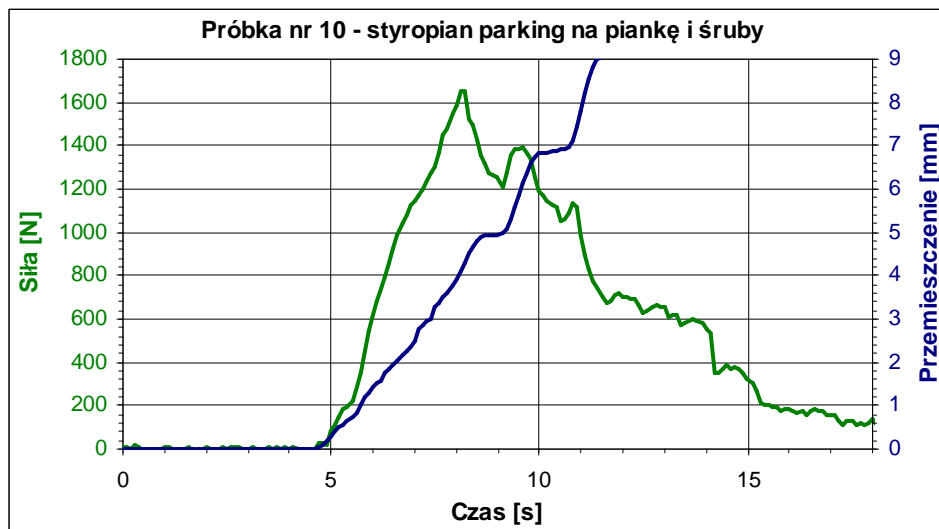
Obserwacje: Niszczenie wszystkich próbek przebiegało na zasadzie wrywania (nie ścinania) w warstwie piany poliuretanowej. Profile podokienne pękały znacznie później (przy większym odkształceniu) niż następowało rozerwanie pianki.

6.3. Zestaw 3.

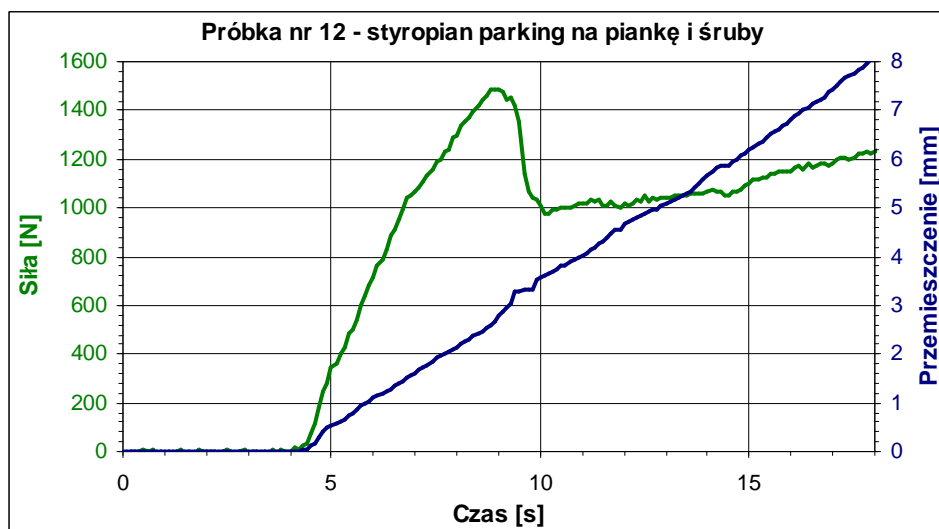
Przyrost siły i przemieszczenia w czasie:



F_{max}	2210,2N
$D_{(Fmax)}$	3,1mm



F_{max}	1654,9N
$D_{(Fmax)}$	4,1mm



F_{max}	1488,1N
$D_{(Fmax)}$	2,8mm

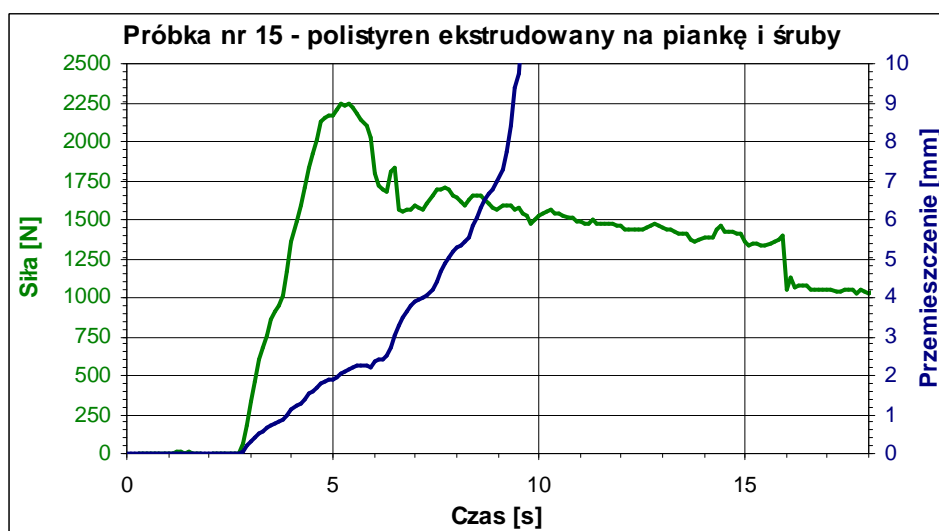
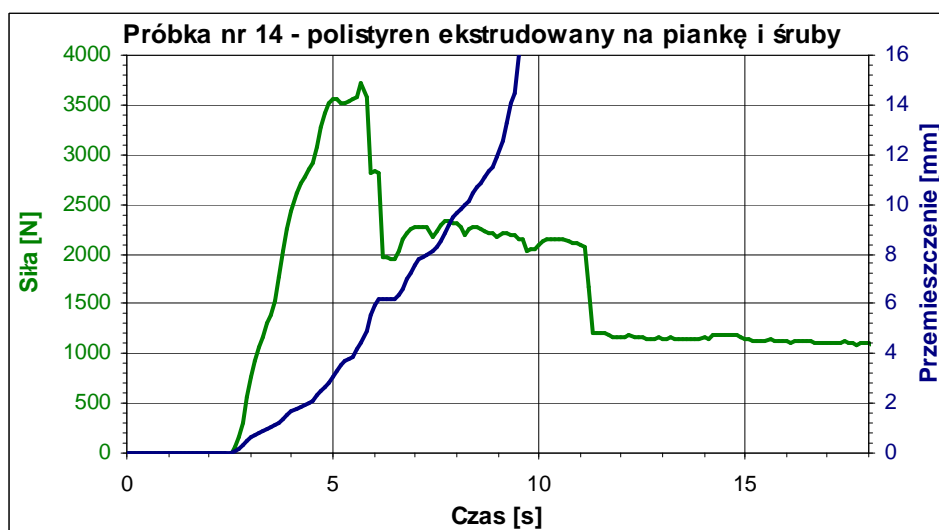
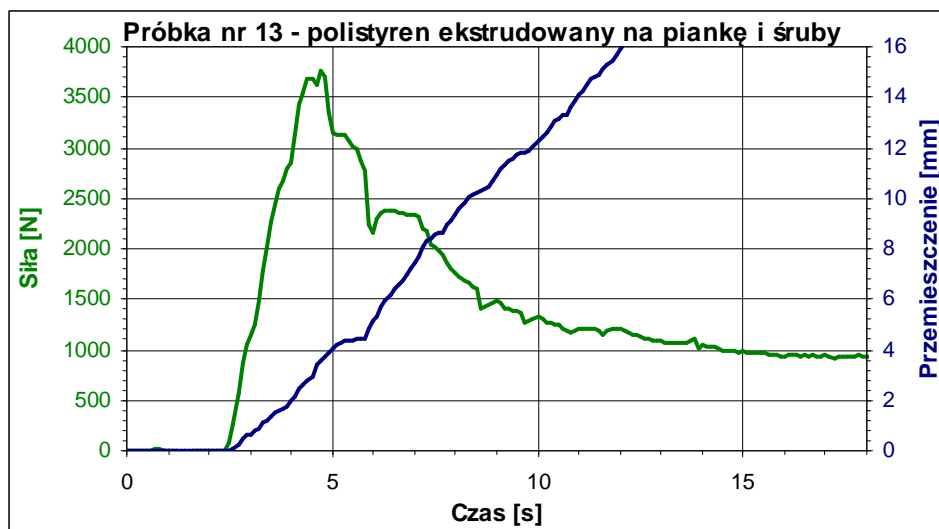
Dokumentacja fotograficzna:



Obserwacje: Niszczenie wszystkich próbek przebiegało na zasadzie wrywania ram okiennych z mocowania w profilach podokiennych. W dwóch przypadkach nastąpiło pęknięcie profili podokiennych od dolnej części wycięcia na taśmę rozprężną i oderwanie ich fragmentu. Po wyrwaniu ram okiennych wytrzymałość połączeń wyraźnie spadała.

6.4. Zestaw 4.

Przyrost siły i przemieszczenia w czasie:



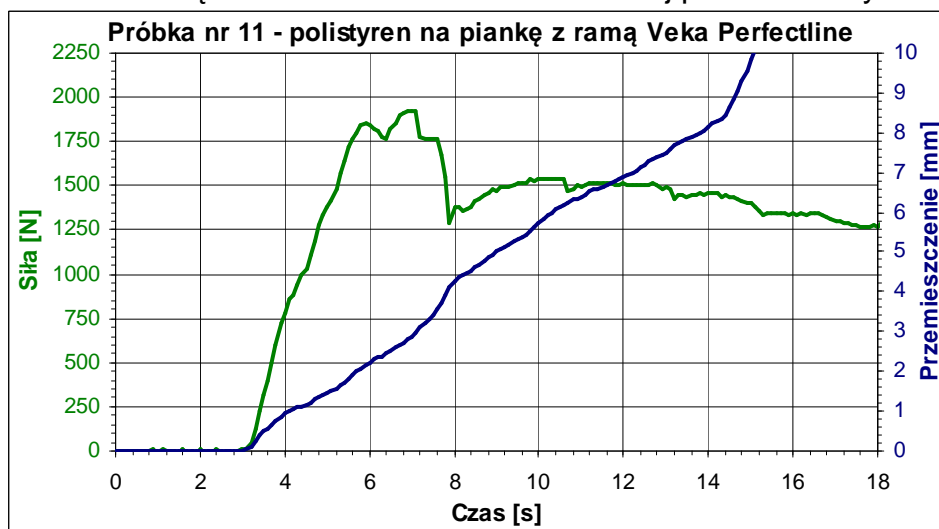
Dokumentacja fotograficzna:



Obserwacje: Niszczenie wszystkich próbek przebiegało na zasadzie wrywania (nie ścinania) w warstwie piany poliuretanowej. Próbki nr 14 i 15 oderwały fragment betonowej warstwy wyrównawczej.

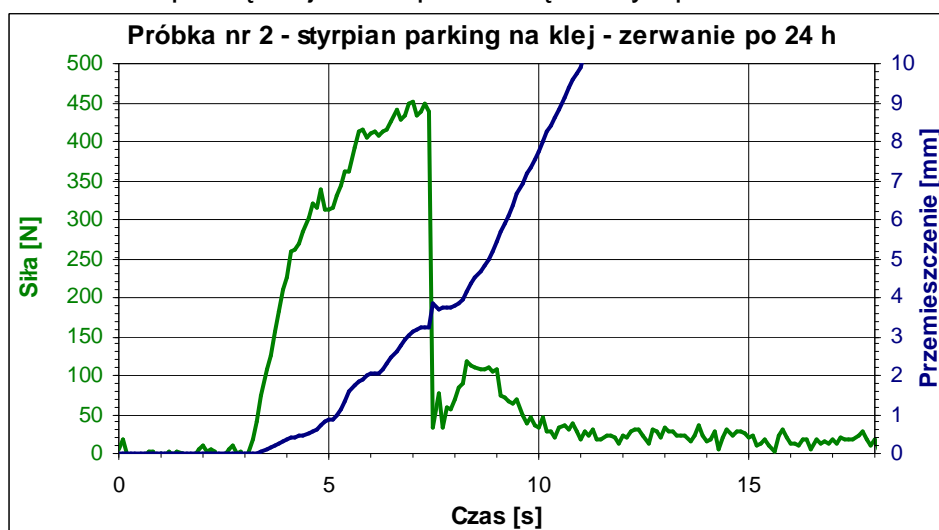
6.5. Próbkki porównawcze.

- o Profil podokiennym PR02XT – polistyren ekstrudowany XPS Prime 30 z ramą okienną Veka Perfectline. Montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS.

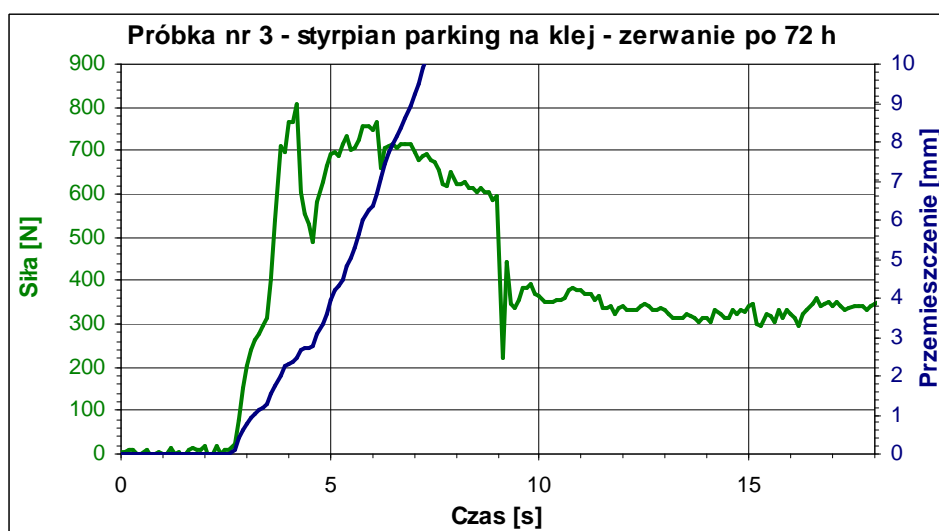


F_{max}	1927,5N
$D_{(Fmax)}$	2,9mm

- o Profil podokienny PR02T - styropian parking z ramą okienną Veka Alphaline. Montaż na zaprawę klejowo-szpachlową do styropianu Weber KS121. Badanie po 24 i 72h.



F_{max}	452,2N
$D_{(Fmax)}$	3,1mm

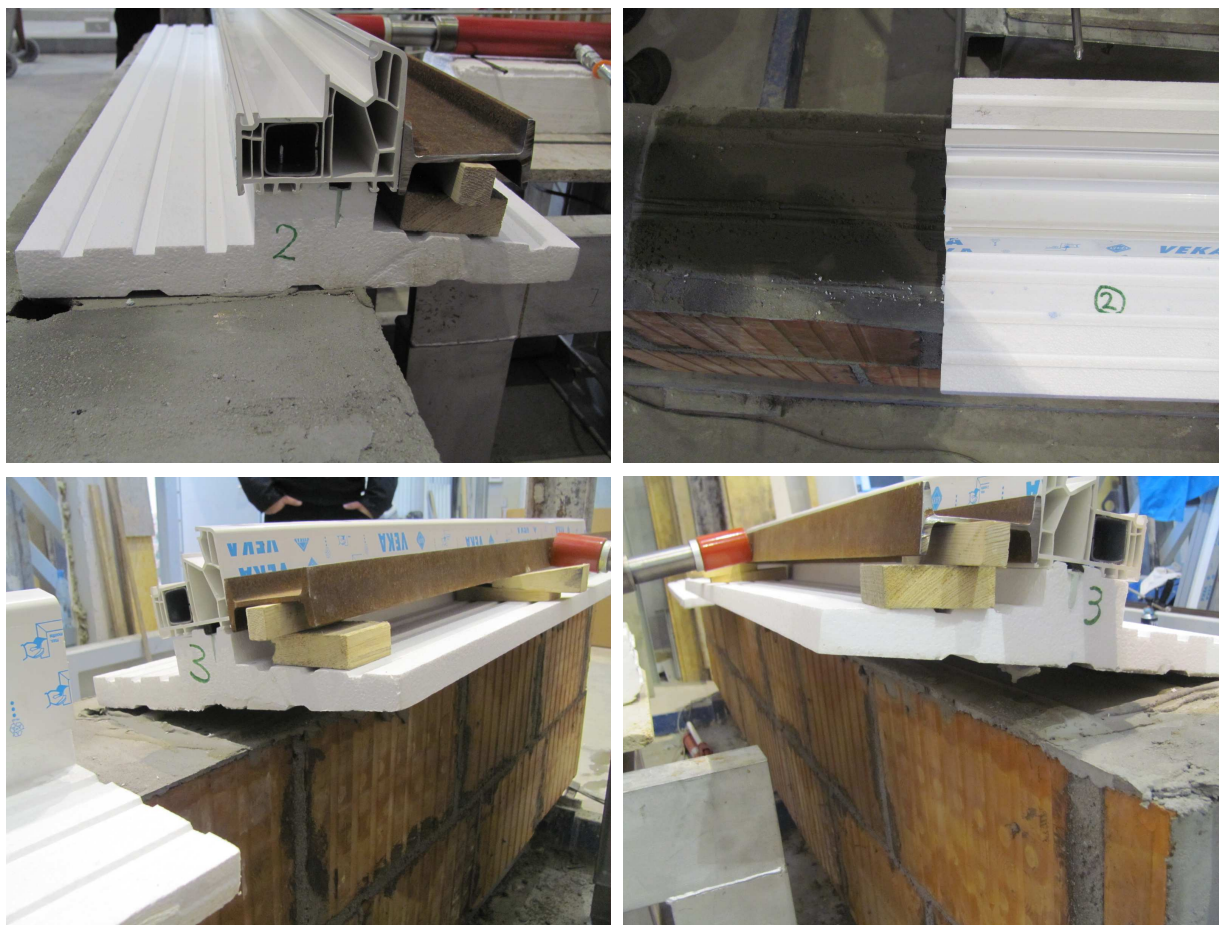


F_{max}	809,5N
$D_{(Fmax)}$	2,5mm

Dokumentacja fotograficzna:



Obserwacje: Zniszczenie próbki nastąpiło na zasadzie wrywania (nie ścinania) w warstwie piany poliuretanowej. Przebieg zniszczenia bardzo podobny jak w przypadku profili Veka Alphaline.



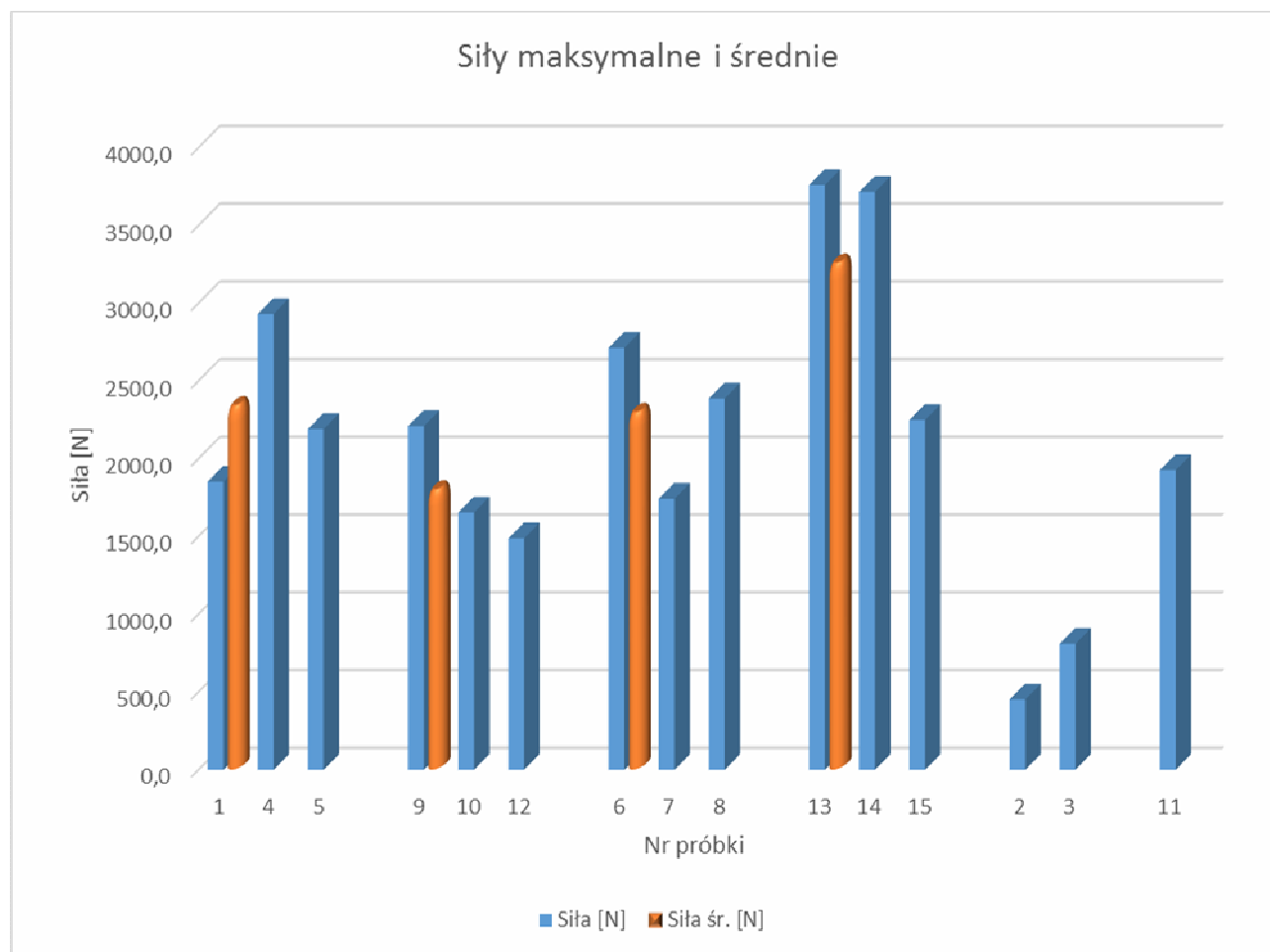
Obserwacje: Niszczanie próbek przebiegało na zasadzie odrywania profili podokiennych na całej powierzchni klejenia. Profile podokienne nie pękały. W obu przypadkach po badaniu zaobserwowano wyraźną wilgotność warstwy kleju.

7. Podsumowanie wyników badania.

Tabelaryczne zestawienie wyników badania.

	Próbka	Mocowanie	Profil	Rama	Siła [N]	Siła śr. [N]	Przemieszczenie	Przem. Śr. [mm]
Zestaw 1	1	Pianka	PR02T	Veka Alphaline	1852,9	2325,2	5,0	4,3
	4				2931,4		4,5	
	5				2191,3		3,3	
Zestaw 3	9	Pianka + wkręty	PR02T	Veka Alphaline	2210,2	1784,4	3,1	3,3
	10				1654,9		4,1	
	12				1488,1		2,8	
Zestaw 2	6	Pianka	PR02XT	Veka Alphaline	2713,7	2281,4	2,0	2,0
	7				1742,9		1,5	
	8				2387,5		2,4	
Zestaw 4	13	Pianka + wkręty	PR02XT	Veka Alphaline	3760,8	3242,1	3,6	3,3
	14				3716,5		4,4	
	15				2249,1		2,0	
	2	Zaprawa – 24h	PR02T	Veka Alphaline	452,2		3,1	
	3	Zaprawa – 72h	PR02T	Veka Alphaline	809,5		2,5	
	11	Pianka	PR02XT	Veka Perfectline	1927,4		2,9	

Graficzne zestawienie maksymalnych i średnich sił uzyskanych podczas badania.



Na podstawie tabelarycznego i w graficznego zestawienia sił uzyskanych w badaniu wynika, że;

1. Montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS profili podokiennych z styropianu parking i polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30 wyposażonych w ramy okienne Veka Alphaline zapewnia porównywalną wytrzymałość na obciążenia siłą - zestaw 1 (próbki nr 1, 4, 5) i zestaw 2 (próbki nr 6, 7, 8).
Potwierdza to niewielka różnica w wartościach średnich 43,8 N – 1,9 % wartości średniej zestawu 1 (próbki nr 1, 4, 5).
2. Montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS z trzema wkrętami montażowymi profili podokiennych z polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30 wyposażonych w ramy okienne Veka Alphaline zapewnia większą wytrzymałość na obciążenia siłą niż montaż na klej poliuretanowy do styropianu bez wkrętów - zestaw 2 (próbki nr 6, 7, 8) i zestaw 4 (próbki nr 13, 14, 15).
Potwierdza to różnica w wartościach średnich 960,7 N – 42,1 % wartości średniej zestawu 2 (próbki nr 6, 7, 8).

3. Montaż na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS z trzema wkrętami montażowymi profili podokiennych z styropianu parking wyposażonych w ramy okienne Veka Alphaline nie zwiększa wytrzymałości na obciążenia siłą względem montażu na klej poliuretanowy do styropianu bez wkrętów - zestaw 1 (próbki nr 1, 4, 5) i zestaw 3 (próbki nr 9, 10, 12).

Potwierdza to różnica w wartościach średnich 540,8 N – 23,3 % wartości średniej zestawu 1 (próbki nr 1, 4, 5) oraz porównanie do korzystnej różnicy w punkcie 2 pomiędzy zestawem 2 i 4.

Profile podokienne z odcinkami ram okiennych montowane na klej poliuretanowy do styropianu bez wkrętów montażowych nie powodują blokowania siły pionowej prostopadłej do mierzonej siły naporu. Ramy okienne próbek bez wkrętów nie mają punktu oparcia blokującego siłę pionową, co w czasie obciążania siłą powoduje brak obrotu ram okiennych wokół osi wzdłużnych i wrywanie w warstwie piany poliuretanowej kleju do styropianu między profilem podokiennym i murem. Równomierny rozkład sił w zaczepach profili i ram wklejonych do profili oraz wytrzymałość profili podokiennych z styropianu parking jest wystarczająca, aby zrównoważyć obciążenie siłą i jej wypadkowe.

Zastosowanie wkrętów montażowych w profilach podokiennych z odcinkami ram okiennych montowanych na klej poliuretanowy do styropianu powoduje blokowanie pionowej składowej siły. W tym przypadku podczas obciążania siłą odcinki ram okiennych próbek pod wpływem wypadkowej siły pionowej zapierają się na gwintach i główkach śrub, co powoduje w początkowej fazie obciążania siłą obrót ram okiennych wokół osi wzdłużnej wyznaczonej przez wkręty, wrywanie z profili zewnętrznego zaczepu i jego częściowe uszkodzenie, a w następnej fazie przemieszczenie (zsuniecie) się ram okiennych względem profili podokiennych i odkształcenie śrub. Śruby przecinają profile podokienne z styropianu parking od strony wewnętrznej.

Obrót ram okiennych zapierających się na gwintach i główkach śrub powoduje powstawanie karbu geometrycznego w profilach podokiennych za wewnętrznym zaczepem na części stanowiącej oparcie dla ram okiennych. Oś obrotu w tym układzie jest linia wyznaczona przez trzy wkręty wkręczone przez ramy okienne. W tym przypadku karb geometryczny jest efektem działania dźwigni dwustronnej.

Obrót ram okiennych wokół ich osi wzdłużnych i powstawanie karbu geometrycznego oraz przemieszczenie (zsuniecie) się ram okiennych względem profili podokiennych przedstawiono na zdjęciach poklatkowych z filmowanej próbki nr 10 na str. 28 i 29.

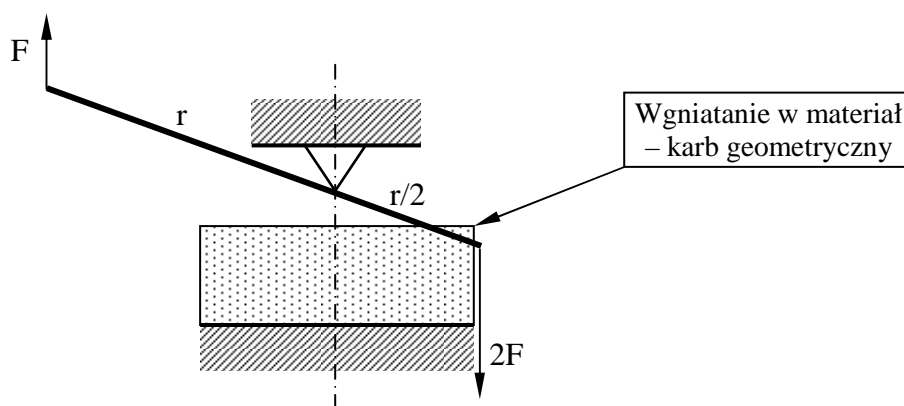
Przy montażu w otworze okiennym muru kompletnego okna osadzonego na profilu podokiennym z styropianu parking na klej poliuretanowy do styropianu TYTAN EOS z wkrętami montażowymi nie będzie występować obrót ramy okiennej wokół osi wzdłużnej wyznaczonej przez wkręty podczas obciążania siłą, ponieważ będzie skutecznie zablokowana zarówno siłą pionową jak i moment skrętny, mocowanymi w ten sam sposób elementami pionowymi ramy okna

W związku z powyższym dopuszczalny jest montaż zarówno bez jak i z użyciem wkrętów montażowych okien z profilami podokiennymi ze styropianu parking oraz okien z profilami podokiennymi z polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30.

Profile podokienne z polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30 mają inną strukturę materiału i są twardsze, a zatem wytrzymalsze i mniej podatne na zgniatanie od profili podokiennych z styropianu parking.

Twardość profili z polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30 jest wystarczająca, aby się przeciwstawić siłom powodującym powstawanie karbu geometrycznego.

W konsekwencji nie dochodzi do obrotu ramy okiennej. Moment skrętny jest równoważony przez rozkład sił w zaczepach profili i ram wklejonych do profili oraz wytrzymałość profili podokiennych z polistyrenu ekstrudowanego XPS Prime 30.



Mechanizm powstawania karbu geometrycznego w profilach podokiennych z styropianu parking wymuszonego działaniem dźwigni dwustronnej.



Obrót wymusza powstawanie karbu geometrycznego, jeżeli pokona opór materiału to powstanie karbu geometrycznego ułatwia dalszy obrót.



Próbka w gotowości do obciążenia siłą.



Próbka w początkowej fazie obciążenia siłą, obrót ramy i wrywanie z zewnętrznego zaczepu profilu.

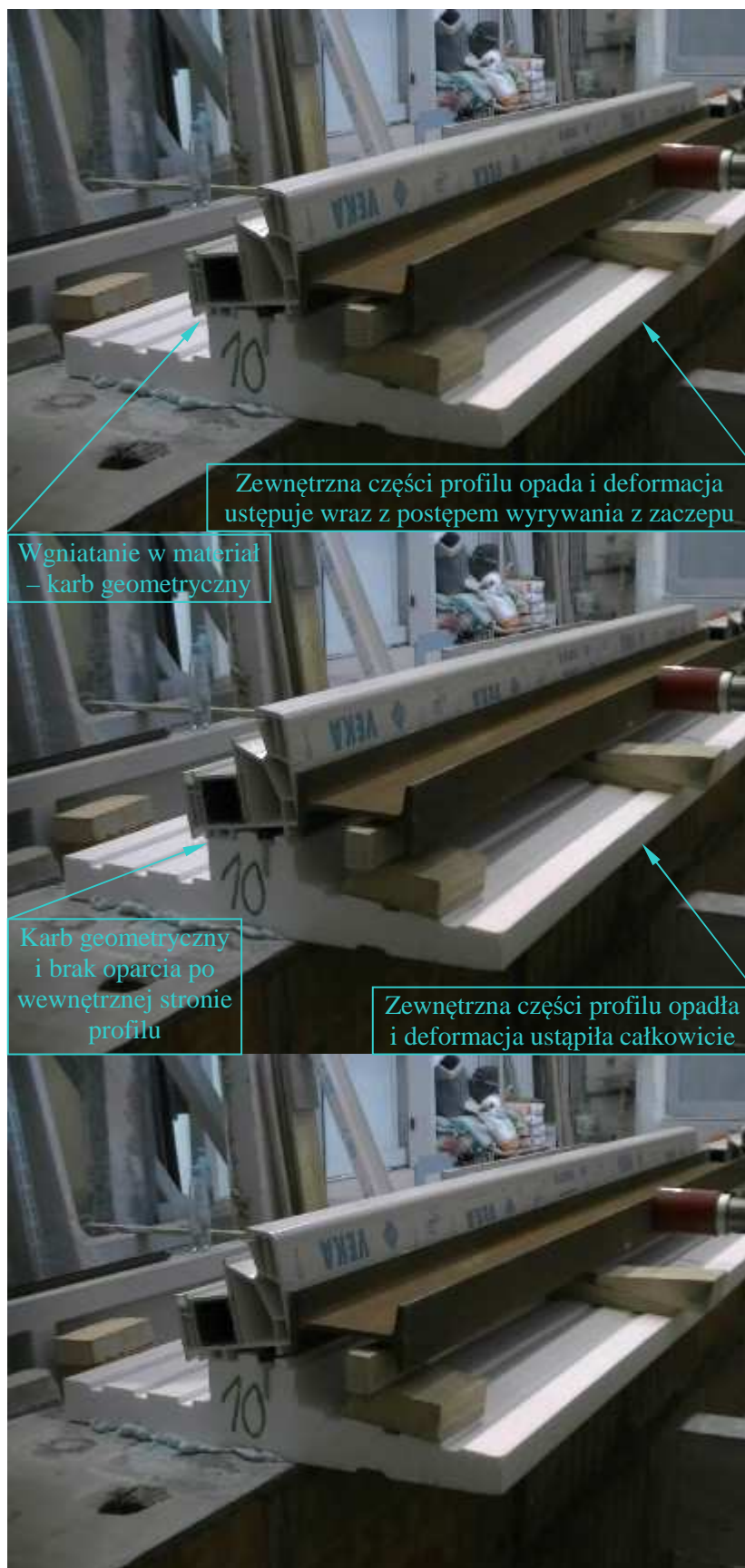


Próbka w początkowej fazie obciążenia siłą, kontynuacja obrotu ramy i wrywanie z zewnętrznego zaczepu profilu.

Wgniatanie w materiał
– karb geometryczny

Zewnętrzna części profilu
podnosi się i deformuje

Zewnętrzna części profilu opada i deformacja
ustępuje wraz z postępem wrywania z zaczepu



Próbka w początkowej fazie obciążenia siłą, kontynuacja obrotu ramy i wyrywanie z zewnętrznego zaczepu profilu.

Próbka w następnej fazie obciążenia siłą, początek przemieszczania (zsuwania) się ramy po wyrwaniu z zewnętrznego zaczepu profilu.

Próbka w ostatniej fazie obciążenia siłą, zdecydowane przemieszczenie (zsuniecie) się ramy po profilu.