

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241823**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428241**

(22) Data zgłoszenia: **18.12.2018**

(51) Int.Cl.

B32B 13/02 (2006.01)

C04B 28/04 (2006.01)

E04C 2/04 (2006.01)

E04B 1/80 (2006.01)

(54)

Płyta prefabrykowana elewacyjno-izolacyjna

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

02.12.2019 BUP 25/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

12.12.2022 WUP 50/22

(73) Uprawniony z patentu:

**KULUPA JACEK ZAKŁAD PRODUKCJI
MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH TERRAZZO
MGR INŻ. JACEK KULUPA, Kąkolewice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JACEK KULUPA, Budzyń, PL
PRZEMYSŁAW BRZYSKI, Oleśniki, PL
DANUTA BARNAT-HUNEK, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Maciej Nowicki

PL 241823 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest płyta prefabrykowana elewacyjno-izolacyjna.

Obecnie tradycyjne materiały termoizolacyjne, takie jak styropian, pianka poliuretanowa oraz wełna mineralna produkowane są przy wykorzystaniu nieodnawialnych zasobów przyrody. Ich produkcja i utylizacja wiąże się z dużym zużyciem energii oraz emisją dwutlenku węgla. Zasadne jest wykorzystanie materiałów, które wykazują aspekt ekologiczny w całym cyklu życia, a także po jego zakończeniu naturalny rozkład. Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie materiałów odpadowych pochodzenia roślinnego, jak słoma konopna, które w czasie wzrostu pochłaniają duże ilości dwutlenku węgla. Ze słomy konopnej produkowane są paździerze, które wykorzystywane są jako kruszywo w połączeniu ze spoiwem wapiennym, tworząc tzw. kompozyt wapienno-konopny. Jest to materiał o dobrych parametrach izolacyjnych, wykorzystywany głównie jako wypełnienie ścian w drewnianej konstrukcji szkieletowej. Paździerze o długości od 5 do 20 mm pozyskiwane są w procesie dekortkacji, czyli mechanicznej obróbki słomy konopnej. Są one materiałem porowatym o porowatości całkowitej wynoszącej 57% według Balčiūnas G. i in. *Physical Properties and Structure of Composite Made by Using Hemp Hurds and Different Binding Materials*, *Procedia Engineering* 57, 2013; s. 159–166. Struktura paździerzy konopnych składa się z sieci zamkniętych porów o wymiarze od 5 do 50 μm , co wykazał Collet i in. *Comparison of the hygric behaviour of three hemp concretes*, *Energy Build* 62, 2013; s. 294–303. Budowa ta decyduje o ich przydatności w wykorzystaniu jako izolacja termiczna.

Pod pojęciem kompozytu wapienno-konopnego rozumiane są kompozyty powstałe ze zmieszania spoiwa – wapna hydratyzowanego lub hydraulicznego, paździerzy konopnych, wody oraz ewentualnych dodatków (> 5% masy spoiwa) i/lub domieszek (do 5% masy spoiwa) nadających pożądane cechy.

W literaturze spotykamy wykorzystanie konopi do produkcji mieszanek lub bloczków kompozytu wapienno-konopnego. W książce pt. *Hemp Lime Construction: A Guide to Building with Hemp Lime Composites*. Bracknell. 2010, ISBN 9781-84806-033-3 autorzy Bevan R. i T. Woolley opisują technologie budowy ścian szkieletowych z wypełnieniem z kompozytu wapienno-konopnego.

Między innymi z artykułów: D. Barnat-Hunek i in. *Properties of Hemp-Flax Composites for Use in the Building Industry*, *Journal of Natural Fibers*, Dec 2016, 1–16, D. Barnat-Hunek i in. *Mechanical and thermal properties of hemp-lime composites*, *Composites Theory and Practice* 15/1; 2015, s. 21–27; L. Arnaud, E. Gourlay, *Experimental study of parameters influencing mechanical properties of hemp concrete*, *Constr. Build. Mater.* 28/1; 2012, s. 50–56; P. Brzyski, *Risk assesment of water vapor condensation in wall made of hemp-lime composite*, *Arch. Civ. Eng. Envir.* 2; 2016, s. 47–56 znane są kompozyty składające się z ciętych kawałków łodyg konopi i spoiwa wapiennego. Autorzy wykazali, że kompozyty na bazie włókien naturalnych z reguły charakteryzują się niską wytrzymałością na ściskanie rzędu 0,34 do 1,0 MPa, co uniemożliwia ich wykorzystanie w elementach samonośnych oraz wysoką absorpcją wody od 78 do 148% powodując wzrost przewodności cieplnej materiałów i straty ciepła przez ściany zewnętrzne. Kompozyty te charakteryzują się niską przewodnością cieplną rzędu 0,091 – 0,198 W/mK, w związku z czym mogą mieć zastosowanie do produkcji materiałów izolacyjnych.

Z artykułów De Bruijn, P.B. i in. 2009. *Mechanical properties of lime – hemp concrete containing shives and fibres*. *BiosystEng*, 103, 4; 2009. s. 474–479; Nguyen, T.T. i in. *Influence of compactness and hemp hurd characteristics on the mechanical properties of lime and hemp concrete*. *Eur J Environ Civil Eng.*, 13, 9; 2009, s.1039–50, Brzyski, P. I in. *Hydrophobisation of lime composites with lignocellulosic raw materials from flax*. *J. Nat. Fibers* 2017, 1–12, Brzyski, P. i in. *Composite Materials Based on Hemp and Flax for Low-Energy Buildings*. *Materials* 2017, 10; 510, s. 1–23 jako spoiwa w kompozytach konopnych znane są cementy portlandzkie, wapno hydrauliczne, wapno hydratyzowane i domieszki pucolanowe.

Z badań Gulbe L. i in. opisanych w artykule pt. *The influence of cement on properties of lime mortars*, *Procedia Engineering* 172; 2017, s. 325–332 wynika, że zastosowanie jedynie wapna hydratyzowanego jako spoiwa podnosi znacznie nasiąkliwość kompozytu wapienno-konopnego o około 18%.

Z opisu patentowego PL227783 (B1) znana jest płyta gipsowa oklejona warstwami papieru z naturalnymi warstwami wzmacniającymi posiadająca rdzeń gipsowy oraz zatopione włókna konopne w postaci tkaniny konopnej. Struktura włókien konopnych w kompozytach zapewnia większą elastycz-

ność, sztywność na zginanie płyty i odporność na uderzenia, pęknięcia z powodu właściwości tłumiących tego typu włókien. Znacznie poprawia się żywotność płyty, która wynika ze wzrostu wytrzymałości zmęczeniowej kompozytu. Nie jest to jednak płyta izolacyjna.

Z opisu zgłoszenia patentowego DE3022475 (A1) znana jest dwuwarstwowa płyta izolacyjna, w której jedna warstwa jest wykonana z piankowego polistyrenu cząsteczkowego, druga z wełny mineralnej.

W opisie patentowym PL171973 (B1) scharakteryzowano trapezowe płyty składające się z dwóch warstw zewnętrznych, wykonanych z piankowego polistyrenu cząsteczkowego oraz ze sklezionej z nimi warstwy środkowej, wykonanej z włókna mineralnego lub włókna szklanego, przy czym warstwy te są ze sobą połączone na klej.

Znana jest z opisu zgłoszenia patentowego PL344859 (A1) powlekana płyta izolacyjna z wełny mineralnej, która pokryta jest matą z włókna, a następnie materiałem krzemionkowym.

Znana jest ze zgłoszenia wzoru użytkowego PL096581 (U1) ściana osłonowa termoizolacyjna, która składa się z faktury zewnętrznej, z dwu warstw materiału izolacyjnego i warstwy suchego tynku. Warstwy materiału izolacyjnego osadzone są w profilach z blachy ocynkowanej.

Znana jest również z opisu patentowego nr PL169955 (B1) trójwarstwowa płyta elewacyjno-ocieplająca wykonana ze styropianu, warstwy podkładowej i warstwy elewacyjnej jako gotowy wyrób, jak również z opisu – zgłoszenia wynalazku PL295399 (A1) płyta elewacyjno-ocieplająca, która wykonana jest z tworzywa gipsowego, mająca w przekroju poprzecznym kształt podłużnej litery U. Wewnątrz tej litery umieszczony jest styropianowy wkład izolacyjny.

W opisie patentowym nr PL200720 (B1) przedstawione są płyty izolacyjne mające rdzeń z wełny mineralnej, styropianu lub innych materiałów termoizolacyjnych, które pokryte są okładzinami wiórowo-cementowymi, z folii metalowej lub blachy.

Znana jest z opisu wzoru użytkowego nr PL054354 (Y1) płyta izolacyjna posiadająca rdzeń z pianki poliuretanowej i wełny mineralnej. Rdzeń pokryty jest okładziną z blachy i okładziną z folii metalowej na papierze laminowanym polietylenem z siatką wzmacniającą.

Znane jest zgłoszenie patentowe EP2204513 (A2), w którym opisana jest wielowarstwowa płyta termoizolacyjna i metody budowy elewacji.

W opisie patentowym EP1406849 (B1) przedstawione są mieszanki betonowe i zaprawy zużyciem paździerzy konopnych. Znany jest proces obróbki paździerzy konopnych oraz uzyskanego z nich kruszywa, który ma zastosowanie w betonie. Znane są z opisów zgłoszeń patentowych EP0384815 (A1), EP1181138 (A1) i EP3099865 (A1) panele konopne, jednakże nie są to prefabrykowane, zespolone kompozyty izolacyjne. Opisany jest w nich proces wytwarzania paździerzy konopnych, metody łączenia ich z żywicami fenolowymi w celu wytworzenia płyt podobnych do płyt wiórowych OSB powstałych z drewna.

W opisie zgłoszenia patentowego EP3277751 (A1) przedstawiono materiał kompozytowy zawierający konopie lub len połączone żywicą termoplastyczną.

Znane są z opisu zgłoszenia patentowego EP1765560 (A2) bloczki kompozytowe z paździerzy konopnych i wapna stosowane do budowy ścian. Jak również mieszanka kompozytowa z granulowanych konopi, spoiwa wapiennego oraz metakaolinowego i wody. Ochroną kompozytów przed wodą opadową mogą być tynki zewnętrzne lub inne okładziny. Jednakże wykonanie tynku na placu budowy wiąże się z wysoką pracochłonnością oraz wprowadzaniem sporej ilości wody w ułożony wcześniej kompozyt wapienno-konopny.

Do tej pory budownictwo z konopi polega na monolitycznym wypełnianiu ścian mieszanką wapienno-konopną wykonaną na budowie. Nie ma na rynku prefabrykatów opartych na kompozycie wapienno-konopnym.

Istotą prefabrykowanej płyty elewacyjnej składającej się z warstwy izolacyjnej oraz z warstwy elewacyjnej w postaci tynku **jest to, że** składa się z: warstwy izolacyjnej wykonanej z:

- paździerzy konopnych w ilości od 120 do 140 kg/m³, korzystnie 130 kg/m³;
- wapna hydratyzowanego w ilości od 130 do 145 kg/m³, korzystnie 136,5 kg/m³;
- cementu portlandzkiego w ilości od 26 do 31,2 kg/m³, korzystnie 29,25 kg/m³;
- metakaolinitu w ilości od 16,1 do 20,8 kg/m³, korzystnie 19,5 kg/m³;
- gliny mielonej od 8,1 do 10,5 kg/m³, korzystnie 9,75 kg/m³;
- metylocelulozy w ilości od 0,91 do 1,04 kg/m³, korzystnie 0,975 kg/m³;
- kopolimeru octanu winylu w ilości od 1,81 do 2,08 kg/m³, korzystnie 1,95 kg/m³;

oraz warstwy elewacyjnej wykonanej z:

- piasku kwarcowego w ilości od 1700 do 1800 kg/m³, korzystnie 1757,81 kg/m³;
- wapna hydratyzowanego w ilości od 175,8 do 205,1 kg/m³, korzystnie 190,43 kg/m³;
- cementu portlandzkiego w ilości od 38,7 do 58,59 kg/m³, korzystnie 43,95 kg/m³;
- metakaolinitu w ilości od 29,30 do 58,59 kg/m³, korzystnie 40,56 kg/m³;
- metylocelulozy w ilości od 1,35 do 1,52 kg/m³, korzystnie 1,46 kg/m³;
- kopolimeru octanu winylu w ilości od 2,54 do 3,02 kg/m³, korzystnie 2,93 kg/m³;
- włókna bazaltowego w ilości od 0,22 do 3,04 kg/m³, korzystnie 2,91 kg/m³.

Korzystnie długość paździerzy konopnych wynosi od 5 do 20 mm.

Wskazane jest aby piasek kwarcowy posiadał uziarnienie do 1 mm.

Dodatkowo wskazane jest aby długość włókna bazaltowego wynosiła od 5 do 7 mm.

Korzystnie jest gdy cement portlandzki posiada:

- wysoką wytrzymałość wczesną na ściskanie po 2 dniach 41,8 MPa, a po 28 dniach 76 MPa,
- wysoki stopień rozdrobnienia wyrażony powierzchnią właściwą Blaine'a 4735 cm²/g, wysoką odporność na korozję alkaliczną – cement o niskiej zawartości alkaliów Na₂O_{eq} < 0,6%.

Korzystnie wapno hydratyzowane jest wapnem wapniowym o minimalnej zawartości wapna 90%.

Korzystnym skutkiem zastosowania kombinacji dwóch domieszek jest to, że poprawia wytrzymałość i mrozoodporność prefabrykowanej płyty. Metyloceluloza została zastosowana w celu zatrzymania wody w spoiwie i umożliwieniu właściwego zajścia procesów wiązania, w przeciwnym razie paździerze konopne wchłonęłyby większość wody. Metakaolinit zawiera tlenki krzemu i glinu, które w obecności wody reagują z wodorotlenkiem wapnia, tworząc produkty podobne do produktów uwodnienia cementu portlandzkiego. Celem zastosowania tej pucolany było przyspieszenie wiązania i zapewnienie wczesnej wytrzymałości kompozytu. Niewielka ilość gliny zwiększa lepkości mieszanki, a także poprawia aspekt ekologiczny. W wynalazku częściowe zastąpienie wapna cementem, metakaolinem oraz zastosowanie domieszek poprawiło właściwości, w tym obniżyło nasiąkliwość biorąc pod uwagę elewacyjne zastosowanie kompozytu.

Płyta prefabrykowana elewacyjno-izolacyjna będąca przedmiotem wynalazku oprócz odpowiednich parametrów mechanicznych charakteryzuje się niższą nasiąkliwością, niższym współczynnikiem przewodności cieplnej λ oraz wyższym stopniem mrozoodporności w porównaniu do obecnych na rynku kompozytów bez okładziny elewacyjnej, wymaganymi w przypadku stosowania płyt elewacyjnych w niekorzystnych, wyższych klasach ekspozycji. Właściwości osiągnięto mimo zastosowania nasiąkliwych paździerzy konopnych. Jest to niezwykle istotne ze względu na aspekt ekologiczny związany z utylizacją odpadu oraz ochroną ciepłą budynków.

Przykłady wykonania

Do wytworzenia warstw płyty prefabrykowanej elewacyjno-izolacyjnej zastosowano:

- odpad przemysłu rolniczego – paździerze konopne odmiany Białobrzeski, które zostały wyhodowane przez Instytut Roślin Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Jest to odmiana dopuszczona na rynku polskim, nie zawierająca substancji psychoaktywnej THC w ilościach większych niż 0,2% w suchej masie kwiatu, przy czym kwiat nie jest wykorzystywany do produkcji kompozytu.
- cement: portlandzkim CEM I 52,5 R-NA posiadający wysoką wytrzymałość wczesną na ściskanie po 2 dniach 41,8 MPa, a po 28 dniach 76 MPa, wysoki stopień rozdrobnienia wyrażony powierzchnią właściwą Blaine'a 4735 cm²/g oraz posiadający wysoką odporność na korozję alkaliczną (cement o niskiej zawartości alkaliów Na₂O_{eq} < 0,6%), którego producentem jest firma CEMEX Cementowni Chełm.
- wapno hydratyzowane – wapno wapniowe CL-90s co oznacza, że minimum 90% składu chemicznego stanowi Ca(OH)₂ firmy Lhoist.
- metakaolinit jako wysoce reaktywny materiał pucolanowy,
- kombinacji dwóch domieszek chemicznych:
 - o metylocelulozy
 - o kopolimeru octanu winylu.

Składniki ilościowe potrzebne do wykonania mieszanki do odlania warstwy izolacyjnej prefabrykowanej płyty elewacyjnej oraz skład ilościowy przedstawiono w Tabeli 1.

Przyjęto następującą kolejność dodawania składników do mieszalnika:

- składniki spoiwa (cement portlandzki, metakaolinit, glina mielona) wymieszane na sucho,
- paździerze konopne,

- woda wodociągowa (0,75 całkowitej ilości),
- metyloceluloza i kopolimer octanu winylu wymieszane w naczyniu z niewielką ilością wody wodociągowej,
- pozostała część wody wodociągowej.

Wszystkie składniki mieszano aż do uzyskania jednolitej konsystencji. Do przygotowania mieszanki wykorzystano mieszalnik o pojemności 600 l. Próbkę została wykonywane poprzez ręczne zagęszczanie w formie drewnianym ubijakiem o przekroju 30x30 mm.

Składniki ilościowe potrzebne do wykonania mieszanki do odlania warstwy elewacyjnej przedstawiono w Tabeli 2.

Przyjęto następującą kolejność dodawania składników:

- piasek kwarcowy,
- składniki spoiwa (wapno hydratyzowane cement portlandzki, metakaolinit) wymieszane wcześniej na sucho,
- włókno bazaltowe,
- około 80% całości wody,
- metyloceluloza i kopolimer octanu winylu wymieszane w naczyniu z pozostałą częścią wody.

Po dodaniu każdego kolejnego składnika następowało mieszanie. Wszystkie składniki mieszano aż do uzyskania jednolitej konsystencji. Do przygotowania użyto ręczny mieszalnik do zapraw. Próbkę odlewano bezpośrednio po wymieszaniu składników.

Po upływie 28 dni wykonano badania:

- cech fizycznych i mechanicznych warstwy izolacyjnej, których wyniki przedstawiono w Tabeli 3,
- badania właściwości warstwy elewacyjnej przedstawiono w Tabeli 4.

Badanie podciągania kapilarnego warstwy izolacyjnej przeprowadzono na 3 próbkach o wymiarów 100x100x100 mm. Próbkę wysuszone do stałej masy w temperaturze $60^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$. Badanie rozpoczęto od oczyszczenia powierzchni próbek, a następnie cztery powierzchnie pionowe względem zwierciadła wody powleczono masą bitumiczną w celu zapobiegnięcia odparowywaniu wchłoniętej podczas badania wody oraz wchłaniania przez nie wody. Następnie umieszczono próbki w wodzie tak, aby od spodu były zanurzone na głębokość około 10 mm. Naczynie z wodą i próbkami przykryto celem uniknięcia parowania z wilgotnych próbek do badań. Utrzymywano stały poziom wody w trakcie badania. Podciąganie kapilarne mierzono w następujących odcinkach czasowych: 5 minut i 72 godziny. Uśrednione wyniki przedstawiono jako procentowa zawartość wchłoniętej wody względem masy suchej próbek – Tabela 3.

Badanie wytrzymałości na ściskanie warstwy izolacyjnej przeprowadzono na pięciu próbkach sześciennych o wymiarach 150x150x150 mm. Badanie wykonano za pomocą hydraulicznej prasy MTS po 28 dniach dojrzewania próbek. Zadano przemieszczenie głowicy ściskającej równe 7 mm/min. Badanie zakończono w momencie przemieszczenia głowicy na odległości stanowiącej 10% wysokości próbki, czyli 15 mm. Charakterystyka zachowania materiału pod obciążeniem pionowym nie pozwala na jasne określenie siły niszczącej, ponieważ materiał ulega ugięciu, zmniejszeniu wysokości, natomiast nie ulega nagłemu i wyraźnemu zniszczeniu. Wytrzymałość obliczono na podstawie siły powodującej ugięcie próbki stanowiące 10% jej wysokości.

Następnie wykonano prefabrykowane płyty elewacyjne, które posiadały wymiary: $a = 600$ mm, $b = 400$ mm i całkowitej wysokości $H = 120$ mm (Rysunek). W ich skład wchodzi warstwa izolacyjna – 1, z kompozytu wapienno-konopnego o grubości $h_1 = 100$ mm oraz warstwa elewacyjna zewnętrzna – wykonana z tynku na bazie wapna o grubości $h_2 = 20$ mm.

W pierwszej kolejności wykonano warstwę izolacyjną, którą pozostawiono na kilka dni w celu stwardnienia w komorze klimatycznej w temperaturze $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności $50\pm 5\%$. Następnie wykonano warstwę elewacyjną. Następnie przechowywano w komorze klimatycznej 28 dni w tych samych warunkach klimatycznych. Badanie wytrzymałości na zginanie wykonano za pomocą hydraulicznej prasy MTS metodą trójpunktowego zginania. Zadano przemieszczenie głowicy ściskającej równe 0,5 mm/min. Założono rozstaw podpór równy 450 mm. Sprawdzone wytrzymałość na zginanie w dwóch wariantach – tynk w strefie ściskanej oraz w rozciąganej. Wyniki badań podano w Tabeli 5.

Tabela 1 – Składniki ilościowe potrzebne do wykonania warstwy izolacyjnej

Składnik	Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3
mieszanka paździerzy konopnych o długości od 5 do 20 mm, kg/m ³	120	130	140
wapno hydratyzowane, kg/m ³	130	136,5	145
cement portlandzki, kg/m ³	26	29,25	31,2
metakaolinit, kg/m ³	16,1	19,5	20,8
glina mielona, kg/m ³	8,1	9,75	10,5
metyloceluloza, kg/m ³	0,91	0,975	1,04
kopolimer octanu winylu, kg/m ³	1,81	1,95	2,08
woda wodociągowa, kg/m ³	421	432	447

Tabela 2 – Składniki ilościowe potrzebne do wykonania warstwy elewacyjnej

Składnik	Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3
piasek kwarcowy o uziarnieniu 0-1 mm, kg/m ³	1700	1757,81	1800
wapno hydratyzowane, kg/m ³	175,8	190,43	205,1
cement portlandzki, kg/m ³	38,7	43,95	58,59
metakaolinit, kg/m ³	29,30	40,56	58,59
metyloceluloza, kg/m ³	1,35	1,46	1,52
kopolimeru octanu winylu, kg/m ³	2,54	2,93	3,02
włókna bazaltowe o długościach od 5 do 7 mm, kg/m ³	0,22	2,91	3,04
woda wodociągowa, kg/m ³	304,69	311,2	320,4

Tabela 3 – Właściwości warstwy izolacyjnej

Właściwości	Wymiary próbek	Rodzaj kompozytu		
		Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3
Gęstość objętościowa, kg/m ³ wg PN-EN 12390-7:2001	100×100×100 mm	302	331	366
Nasiąkliwość wagowa, % wg PN-EN 13755:2008	100×100×100 mm	152	142	134
Porowatość, % wg PN-EN 1936:2010	100×100×100 mm	87,1	83,9	82,0
Porowatość otwarta, % wg PN-EN 1936:2010	Sproszkowana 10-12 g	72,4	69,2	62,3
Podciąganie kapilarne, % po 5 min. po 72 godz.	100×100×100 mm	19,7 110,4	18,4 107,0	16,9 101,4
Współczynnik przewodności cieplnej λ, W/mK, wg PN ISO 8302:1999	290×290×70 mm	0,068	0,073	101,4
Współczynnik oporu dyfuzyjnego, - wg PN-EN 12086:2013-07	krążek fi 50×20 mm	4,98	5,84	0,079
Wytrzymałość na ściskanie $f_{cm,cube\#150}$ po 28 dniach, MPa	150×150×150 mm	0,39	0,51	6,19

Tabela 4 – Właściwości warstwy elewacyjnej

Właściwości	Wymiary próbki	Rodzaj kompozytu		
		Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3
Gęstość objętościowa, kg/m ³ wg PN-EN 1015-10:2001	40×40×160 cm	1619	1676	1694
Nasiąkliwość wagowa, % wg PN-EN 13755: 2008	40×40×160 cm	15,4	14,2	12,5
Porowatość, % wg PN-EN 1936:2010	40×40×160 cm	39,4	37	36,1
Porowatość otwarta, % wg PN-EN 1936:2010	Sproszkowana 10-12 g	23,9	23,6	22,5
Współczynnik absorpcji wody, kg/m ² xmin ^{0,5} wg PN-EN 1015-18:2003	40×40×80 cm	0,742	0,665	0,765
Współczynnik przewodności cieplnej λ , W/mK wg PN ISO 8302:1999	290×290×70 mm	0,757	0,772	0,784
Współczynnik oporu dyfuzyjnego, - wg PN-EN 12086:2013-07	krążek fi 50×20 mm	8,69	11,38	12,57
Skurcz liniowy przy wysychaniu, mm/m wg PN-EN 206:2014	40×40×160 cm	0,96	1,14	1,42
Ubytek masy po badaniu mrozoodporności, % wg PN-B-06265:2018-10	40×40×160 cm	5,46	3,08	1,54
Wytrzymałość na zginanie f_m po 28 dniach, MPa wg PN-EN 1015-11:2001	40×40×160 cm	0,84	0,93	0,98
Wytrzymałość na ściskanie f_c po 28 dniach, MPa wg PN-EN 1015-11:2001	40×40×80 cm	1,67	2,12	2,09

Tabela 5 Właściwości prefabrykowanej płyty elewacyjnej

Właściwości	Rodzaj kompozytu		
	Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3
Wytrzymałość na zginanie po 28 dniach, MPa - w strefie ściskanej - w strefie rozciąganej	0,14 0,09	0,17 0,11	0,18 0,12
Przyczepność – odrywanie tynku, MPa wg PN-EN 1015-12:2016-08	0,08	0,11	0,18
Współczynnik przenikania ciepła U, W/m ² K wg PN ISO 8302:1999	0,60	0,64	0,12

Zastrzeżenia patentowe

1. Prefabrykowana płyta elewacyjna składająca się z warstwy izolacyjnej oraz z warstwy elewacyjnej w postaci tynku, **znamienna tym**, że składa się z: warstwy izolacyjnej wykonanej z:
 - paździerzy konopnych w ilości od 120 do 140 kg/m³, korzystnie 130 kg/m³;
 - wapna hydratyzowanego w ilości od 130 do 145 kg/m³, korzystnie 136,5 kg/m³;
 - cementu portlandzkiego w ilości od 26 do 31,2 kg/m³, korzystnie 29,25 kg/m³;
 - metakaolinitu w ilości od 16,1 do 20,8 kg/m³, korzystnie 19,5 kg/m³;
 - gliny mielonej od 8,1 do 10,5 kg/m³, korzystnie 9,75 kg/m³;
 - metylocelulozy w ilości od 0,91 do 1,04 kg/m³, korzystnie 0,975 kg/m³;
 - kopolimeru octanu winylu w ilości od 1,81 do 2,08 kg/m³, korzystnie 1,95 kg/m³;oraz warstwy elewacyjnej wykonanej z:
 - piasku kwarcowego w ilości od 1700 do 1800 kg/m³, korzystnie 1757,81 kg/m³;
 - wapna hydratyzowanego w ilości od 175,8 do 205,1 kg/m³, korzystnie 190,43 kg/m³;
 - cementu portlandzkiego w ilości od 38,7 do 58,59 kg/m³, korzystnie 43,95 kg/m³;
 - metakaolinitu w ilości od 29,30 do 58,59 kg/m³, korzystnie 40,56 kg/m³;
 - metylocelulozy w ilości od 1,35 do 1,52 kg/m³, korzystnie 1,46 kg/m³;
 - kopolimeru octanu winylu w ilości od 2,54 do 3,02 kg/m³, korzystnie 2,93 kg/m³;
 - włókna bazaltowego w ilości od 0,22 do 3,04 kg/m³, korzystnie 2,91 kg/m³;
2. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że długość paździerzy konopnych wynosi od 5 do 20 mm.
3. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że piasek kwarcowy posiada uziarnienie do 1 mm.
4. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że długość włókna bazaltowego wynosi od 5 do 7 mm.
5. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że cement portlandzki posiada:
 - wysoką wytrzymałość wczesną na ściskanie po 2 dniach 41,8 MPa, a po 28 dniach 76 MPa,
 - wysoki stopień rozdrobnienia wyrażony powierzchnią właściwą Blaine'a 4735 cm²/g, wysoką odporność na korozję alkaliczną – cement o niskiej zawartości alkaliów Na₂O_{eq} < 0,6%.
6. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wapno hydratyzowane jest wapnem wapniowym o minimalnej zawartości wapna 90%.

Rysunek

