

Kompozyt cementowy o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych i jego zastosowanie do wytwarzania przegród budowlanych oferowany przez spółkę Ekoprofesbud.

Wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy połączony ze stosem okrucowym i dodatkami - **WDS zastrzeżony w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej pod nr P.450560** - stosowany do wytwarzania przegród budowlanych narażonych na uderzenia dynamiczne, zwiększone ciśnienie, ponadnormatywne drgania oraz siły skupione. Oddziaływania mechaniczne występują na skutek: uderzenia, przeciążenia, ruchu, drgań, trzęsienia ziemi, wybuchu.

Zastosowanie kompozytu z **WDS** powoduje uzyskanie materiału o polepszonych właściwościach mechanicznych, w szczególności o zwiększonej wytrzymałości na oddziaływanie środków bojowych, obciążeń dynamicznych, sił skupionych, ciśnienia, ognia i drgań. Dzięki zastosowaniu odpowiednio dobranych komponentów pod względem składu jakościowo-ilościowego, dochodzi do synergistycznego działania matrycy cementowej ze stosem okrucowym oraz włóknami zbrojeniowymi, skutkującego otrzymaniem wysokowytrzymałościowego kompozytu odpornego na dynamiczne oddziaływania.

Kompozyt stanowi trwałą konstrukcyjną przegrodę budowli i budynków, odporny na dynamiczne oddziaływania. Kompozyt zachowuje podwyższoną trwałość, zwiększoną nośność, oraz minimalną wagowo masę odprysków (**od 1,5% do 2,2% wagi elementu**) po 3 uderzeniach dynamicznych odłamkiem o średnicy 20 mm czy pociskiem średnicy 12,7 mm.

Zastosowanie tych elementów jest możliwe w każdej konstrukcji tożsamej do konstrukcji żelbetowej zarówno w budownictwie kubaturowym jak i infrastrukturalnym. Zastosowanie alternatywnego zbrojenia wzmacnia strukturę betonu, stanowi alternatywę do zbrojenia stalowego wszędzie tam gdzie wymagane jest uniknięcie zakłóceń pracy czułych urządzeń nawigacyjnych, sterujących, radarów, czujników, oraz uniknięcia zakłóceń pracy napędów elektromagnetycznych (np. płaszczyzny kalibracji, ładowania indukcyjnego, płaszczyzn postojów i ruchów pojazdów lotniczych), zastępuje tradycyjne zbrojenie siatkowe i stalowe włókna zbrojeniowe.

Kompozyt z **WDS** charakteryzuje się zwiększoną odpornością na oddziaływanie czynników dynamicznych czy środków bojowych przy jednoczesnym zmniejszeniu grubości

i masy przegrody, która ma zostać poddana ich oddziaływaniu. Powyższe ma szczególne znaczenie w przypadku zastosowania przedmiotowego wynalazku w prefabrykowanych elementach konstrukcyjnych, elementach monolitycznych budowli i budynków wykonywanych z mieszanki kompozytowej, gdzie oczekiwanym parametrem jest odporność na uderzenia, ciśnienie i kruszenie.

Przegroda otrzymana z kompozytu według wynalazku nie wymaga montażu dodatkowych elementów po jej wykonaniu. Dzięki zastosowaniu zbrojeń i dodatków do mieszanki betonowej oraz maty z tworzywa sztucznego, charakteryzuje się podwyższoną odpornością na powstawanie rys i pęknięć, podwyższoną odpornością zmęczeniową i udarnością, podwyższoną wytrzymałością na rozciąganie i na ścinanie. Pozwala to na przejście zewnętrznych sił dynamicznych w trakcie przebijania przegrody oraz zminimalizowania masy wagowej odprysków. Przegroda ma podniesioną odporność na przebicie oraz siły rozciągające powstałe na zewnętrznej stronie płyty/ściany nośnej w wyniku fali nadciśnienia lub uderzenia pociskiem lub odłamkiem. Może stanowić element ochronny (pancerza) typowej budowli i przegrody lub łączyć funkcję przegrody i konstrukcji. Właściwości przegrody pozostają niezmienione nawet w przypadku działania niekorzystnych warunków atmosferycznych.

Z uwagi na brak stali węglowej, oraz odpowiednio dobranych składników mieszanki betonowej, uzyskuje się wysoką odporność chemiczną na utlenianie i korozję spowodowaną chlorkami, siarczanami, pleśnią, rdzą, itp., szczególnie w środowiskach agresywnych wywołanych bliskością wody morskiej, wpływami atmosfery wielkoprzemysłowej. Przegroda nie wywołuje zakłóceń magnetycznych, dzięki temu szczególnie przydatne jest jej używanie w konstrukcjach związanych z budownictwem lotniczym, wojskowym, szpitalnym lub magazynach.

Charakterystyka kompozytu z WDS

Betonu wytworzony z mieszanki betonowej z dodatkami , wg normy *NO-17-A204 2015 Nawierzchnie lotniskowe Nawierzchnie z betonu cementowego Wymagania i metody badań, betonu odpornego na temperaturę, na odpryski, uderzenia punktowe i spękania, oraz wg normy PN-EN 206+A2:2021-08 Beton – wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.*

1. Klasa betonu **C30/37, XC2, XF4, XD1, XA1**, Wytrzymałość na ściskanie określana zgodnie z PN-EN 12390-3:2011/AC:2012 min **37 MPa**, Wytrzymałość na ściskanie określana zgodnie z PN-EN 12390-3:2011/AC:2012 min **30 MPa**,
2. **Gęstość betonu** w stanie naturalnym zgodnie z PN-EN 12390-7: 2019-08: **2310 +/- 60**
3. **Kruszywo** frakcji 2-8 mm, i 8-16 mm pochodzenia **granitowego** spełniającego postanowienia PN-EN 12620+A1:2013,
4. Kruszywo drobne piasek 0-2 mm spełniające postanowienia normy PN-EN 12620+A1:2013,
5. Stosunek wodno-cementowy **W/C = 0,4** lub niżej,
6. Cement - **klinkierowy cement portlandzki** o klasie wytrzymałości nie niższej niż **CEM I 32.5**, odpowiadającego wymaganiom wg PN-EN 197-1:2012 i PN-B-19707:2013 dla cementów nisko alkalicznych ($\leq 0,60\%$ Na₂O_{eq}),
7. Beton **napowietrzony** – zawartość powietrza **min 3,5% max 5%** jego objętości, konieczność zastosowania domieszek napowietrzających w celu uzyskania dużej liczby kulistych, zamkniętych pęcherzyków powietrza, o pożądanej jednakowej wielkości nie przekraczającej 300 μ m i pożądanym równomiernym wskaźniku rozmieszczenia porów w stwardniałym betonie, Zawartość powietrza (określana zgodnie z PN-EN 12350-7:2011),
8. Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu określana zgodnie z PN-EN 12390-6:2011 min 3,3 MPa
9. Zbrojenie – kompozytowe (dedykowane) o tym samych średnicach i ilości sztuk zamiast stalowego, oraz inne zbrojenie specjalistyczne z gotowych elementów.
10. Beton w przekroju **paroprzepuszczalny**, o wilgotności nie przekraczającej 4%,
11. Beton **odporny na pękanie** w wysokich temperaturach (np. podmuch gorących gazów, strumień gazów),
12. Beton **odporny na uszkodzenia mechaniczne** tj. uderzenie, przeciążenie, przemieszczenie (osiadanie), wybuch i wibracje,
13. Beton **odporny na działania chemiczne** tj. reakcje alkaliczne, czynnik agresywny (siarczany, wody miękkie, sole), czynniki biologiczne,
14. Beton **odporny na uszkodzenia fizyczne** tj. zamrażanie/rozmarzanie, oddziaływania cieplne, krystalizację soli, skurcz, erozję, ścieranie
15. Beton **odporny na oddziaływanie środków bojowych** w postaci sił skupionych, odporność punktowa tj. brak przebicia przekroju o gr. 200 mm betonu, uderzenie pociskiem FSP 20 mm o masie 54 g, prędkości pocisku 520-960 m/s z odległości 12 m, pochłaniający energię uderzenia minimum 3 pociskami FSB 20 mm na powierzchni wzorcowej 0,5 m²,
16. Beton **odporny na ubytki masy i odpryski** z przekroju z próbki o powierzchni wzorcowej 0,5 m². Test 3 strzałów do próbki wzorcowej. **Ubytek masy** betonu ma stanowić **od 1,5 do 2,1% wagi** wzorcowego elementu (waga 120 kg) po 3 uderzeniach odłamkiem FSP 20 mm z odległości 12 m – potwierdzona testami balistycznymi.
17. Beton **odporny na dynamiczne oddziaływania i ciśnienie**. Beton o podwyższonej trwałości, zwiększonej nośności, odporności na zarysowania i pęknięcia,

podwyższoną wytrzymałością na rozciąganie (min 4,5 MPa) i na ściskanie na próbkach sześciennych po 28 dniach – min 37 MPa przy klasie betonu C30/37

18. Elementy wzorcowy z betonu o powierzchni 0,5 m² i grubości 200 mm odpowiada odporności balistycznej **klasy IV normy STANAG 4569** wg. TABLICY 1, oraz parametrom próby balistycznej poniżej:

STANAG 4569 „Procedures for evaluating the protection levels of logistic and light armoured vehicles for KE and artillery threat”

TABLICA 1.

Poziom IV	Pocisk 14,5×114 przeciwpancerny (B32) • odległość – 200m • prędkość – 911 m/s • kąt ostrzału w poziomie – 360 stopni • kąt ostrzału w pionie – 0 stopni (prostopadle)	Odłamek 20 mm odłamki artyleryjskie odpalone na symulowanym dystansie 30 metrów • prędkość – 960 m/s • tolerancja +/- 20 m/s • kąt ostrzału w poziomie – 360 stopni • kąt ostrzału w pionie – 0-90 stopni Odpowiada to detonacji 155mm odłamkowego pocisku artyleryjskiego w odległości 30 metrów
------------------	---	--

Próba balistyczna elementu wzorcowego o pow. 0,5 m², wadze 120 kg.:

Wyposażenie badawcze i jego dane techniczne do próby balistycznej:

Kaliber: FSP 20 mm

Rodzaj pocisku- Stalowy rdzeń

Masa pocisku: 54 g

Prędkość pocisku: 520-960 m/s

Pomiar prędkości : 2.5 m przed próbą

Lufa: Test SN. 8588

Długość lufy: 1500 mm

Dystans ostrzału: 12 m

Temp otoczenia: 22.4 St. C

Wilgotność: 63%

Stan próbek: Nowe

Świadek 0,5 mm (± 0,05 mm) thick Aluminum 2024 T3 or None

Wyniki badań:

Kąt ostrzału: 90o = 0o NATO

Uwagi: Ostrzał kalibrem FSP 20 mm. **Nie zaobserwowano przebicia próbki.**

W/w mieszanka betonowa stanowi wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy połączony ze stosem okrucowym i dodatkami - WDS zastrzeżony w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej pod nr P.450560 - stosowany do wytwarzania przegród budowlanych narażonych na uderzenia dynamiczne, zwiększone ciśnienie, ponadnormatywne drgania oraz siły skupione. Oddziaływania mechaniczne występują na skutek: uderzenia, przeciążenia, ruchu, drgań, trzęsienia ziemi, wybuchu.

Zdjęcia przegrody budowlanej z WDS po testach balistycznych: 3 uderzenia dynamiczne odłamkiem o średnicy 20 mm czy pociskiem średnicy 12,7 mm.



Zdjęcie 1



Zdjęcie 2



Zdjęcie 3



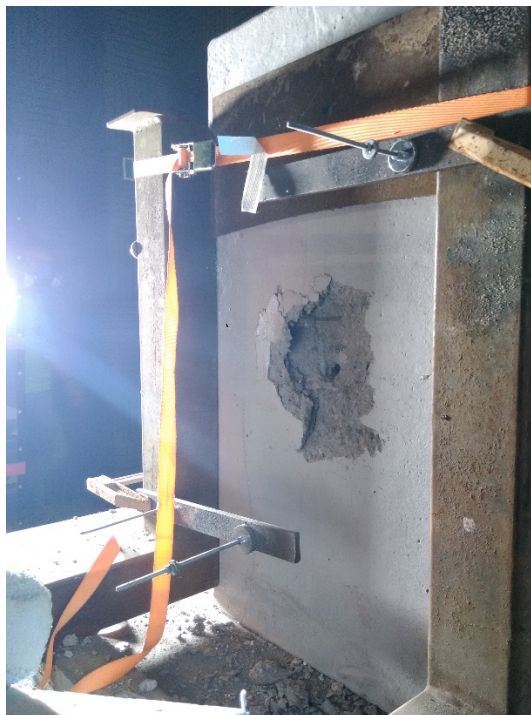
Zdjęcie 4

Uzyskana w ten sposób przegroda budowlana zachowuje podwyższoną trwałość, zwiększoną nośność, oraz minimalną wagowo masę odprysków od 1,5% do 2,2% wagi elementu (norma mówiąca o odpryskach PN-EN 1504-9; Rozdział. 4 „wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych”, PN-EN 206 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność, 20.09.2012, Norma PN-EN 1992-1-2:2008 dotycząca projektowania konstrukcji betonowych narażonych na ogień).

Zdjęcia standardowej przegrody budowlanej żelbetowej - na bazie cementu klinkierowego portlandzki o klasie wytrzymałości CEM I 32.5 - po testach balistycznych: 3 uderzenia dynamiczne odłamkiem o średnicy 20 mm czy pociskiem średnicy 12,7 mm.



Zdjęcie 5



Zdjęcie 6

Uwidoczniony podczas testów balistycznych rozpad i odpryski próbki (o wagowej masie odprysków od 3,5% do 12% wagi elementu) oraz fakt przebicia pocisku całego przekroju próbki na wylot.