

# Wzmocnienia kompozytowe Neoxe

taśmy kompozytowe i maty z włókien węglowych





# Nowoczesne Technologie

## wzmocnienia kompozytowe

### Technologia

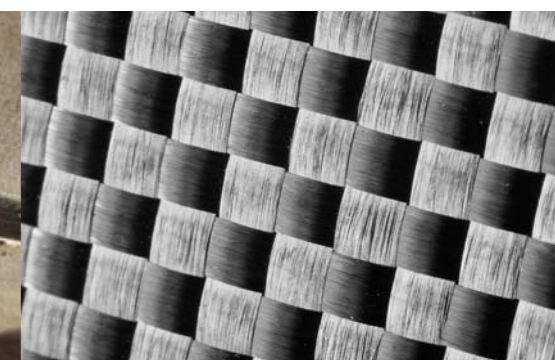
Kompozyty to materiały utworzone w wyniku połączenia dwóch lub więcej składników, których właściwości decydują o ich końcowych parametrach użytkowych. Różnią się one od materiałów tradycyjnych, takich jak metale i ich stopy, ceramika, czy szkło, zarówno budową wewnętrzną jak i właściwościami użytkowymi. Kompozyty - jako materiały złożone z kilku faz, z których jedną jest składnik włóknisty - cechują się silną anizotropią właściwości. Ma to swoje konsekwencje w opisie budowy wewnętrznej materiału kompozytowego, gdyż właściwości fizyczne i mechaniczne bezpośrednio związane z jego budową są różne, w zależności od kierunku ułożenia włókien.

### Wzmocnienia kompozytowe

W chwili obecnej, do wzmacniania konstrukcji budowlanych używane są głównie taśmy CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) wykonane z włókien węglowych

### Zastosowanie materiałów kompozytowych

Trzy ostatnie dekady XX wieku przyniosły burzliwy rozwój wielu gałęzi przemysłu, w których - wykorzystując inżynierię materiałową - stworzono nowe materiały



### Produkcja

Jednym z najbardziej rozpowszechnionych sposobów wytwarzania kompozytów z osnową polimerową jest metoda ich ciągłego formowania. Metodą tą otrzymuje się kompozyt konstrukcyjny o jednorodnym rozłożeniu włókien zbrojących w przekroju i powtarzalnych właściwościach. Istota procesu produkcji polega na przeciąganiu wiązki ciągłych włókien przez wannę z żywicą (zmieszaną z odpowiednim katalizatorem) i przeprowadzeniu jej przez formę wstępną, w której odbywa się kształtowanie przekroju profilu wiązki a nadmiar żywicy jest usuwany. W dalszym etapie, uformowana wstępnie wiązka włókien przechodzi przez kolejną formę, ogrzewaną do określonej temperatury. W formie tej ostatecznie zostaje utrwalony końcowy profil poprzeczny gotowego produktu. Elementy produkowane tą metodą z powodzeniem konkurują z tradycyjnymi, metalowymi profilami wykonanymi ze stali czy aluminium, a pod

względem wytrzymałości mechanicznej i wagi ich parametry są zdecydowanie korzystniejsze. Szczególnie istotnym atrybutem, który charakteryzuje kompozyty ze wzmocnieniem włóknistym jest stosunek parametrów mechanicznych odniesiony do gęstości właściwej. Wartość ta w przypadku kompozytu zawierającego wzmocnienie z włókien węglowych nie ma konkurentów w grupie materiałów konstrukcyjnych wytwarzanych ze stali i stopów metalicznych. Linia technologiczna na której odbywa się produkcja taśm kompozytowych pozwala na wytwarzanie taśm o grubości: 1,0 mm, 1,2 mm i 1,4 mm oraz różnej szerokości. Na specjalne zamówienie, możliwe jest wyprodukowanie taśm o innych grubościach i niestandardowych szerokościach.

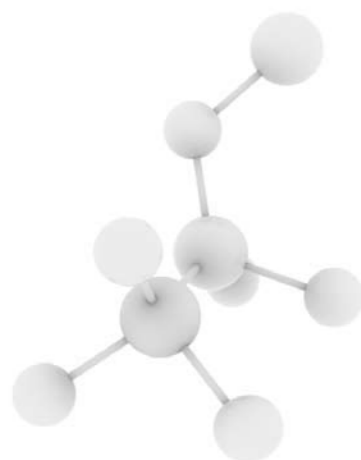


Najlepsze własności mechaniczne spośród różnych kombinacji uzyskuje się łącząc bardzo wytrzymałe, długie włókna z jednorodną, utwardzalną chemicznie lub termicznie żywicą polimerową. Są to tak zwane kompozyty wzmacniane włóknem ciągłym. Największym atutem materiałów kompozytowych jest możliwość kształtowania ich właściwości w szerokim zakresie, w zależności od przeznaczenia. Zaawansowane technologie wytwarzania tych materiałów sprawiają, że są one wykorzystywane w najbardziej wymagających konstrukcjach m.in. w lotnictwie i w technice kosmicznej.

umiejscowionych w matrycy epoksydowej. O coraz szerszym zastosowaniu taśm kompozytowych decydują przede wszystkim ich doskonałe właściwości wytrzymałościowe, wysoka trwałość oraz łatwość wykonania wzmocnienia. Wytrzymałość na rozciąganie taśm CFRP oscyluje w przedziale 1400-3500 MPa w zależności od typu i procentowej zawartości włókien w przekroju poprzecznym taśmy. Moduł sprężystości - wyznaczany w kierunku ułożenia włókien w taśmie - może przyjmować wartości w zakresie 150-280 GPa, co pozwala na dobór odpowiedniej sprężystości taśm w zależności od warunków pracy przekroju. Wysoka wytrzymałość zmęczeniowa oraz odporność korozyjna (bez konieczności zabezpieczenia powierzchniowego) czynią wzmocnienie taśmami kompozytowymi trwałą i niezawodną. Dzięki możliwości stosowania taśm dowolnej długości nie występuje konieczność ich łączenia, przez co unika się korbów konstrukcyjnych. Istnieje możliwość stosowania więcej niż jednej warstwy kompozytu bez obniżenia trwałości i niezawodności wzmocnienia. Taśmy CFRP przyklejane są do stref rozciąganych przekroju betonowego systemowym klejem epoksydowym, zapewniającym współpracę mechaniczną i fizyczną taśmy z betonem. Niska pracochłonność oraz krótki czas wykonania czynią ten system wzmocnienia konkurencyjnym także pod względem ekonomicznym.

o pożądanych przez konstruktorów cechach. Wśród tych materiałów najbardziej przydatne w budownictwie okazały się polimery zbrojone włóknami węglowymi. Doskonałe parametry wytrzymałościowe, nieskończona trwałość oraz łatwość w użyciu, czynią je idealnym materiałem do zastosowań w konstrukcjach budowlanych, w tym także mostowych. Materiały kompozytowe stosowane w budownictwie charakteryzują się:

- wytrzymałością na rozciąganie kilkakrotnie większą niż wytrzymałość stali konstrukcyjnej,
- blisko czterokrotnie mniejszym ciężarem jednostkowym w porównaniu ze stalą,
- wysoką trwałością, wynikającą z dużej odporności na czynniki agresywne oraz wysokiej wytrzymałości zmęczeniowej,
- łatwością montażu i scalania z elementami istniejącymi,
- dużą prostotą i łatwością w projektowaniu elementów konstrukcyjnych,
- niskimi nakładami na utrzymanie elementów konstrukcji z zastosowanym wzmocnieniem materiałami kompozytowymi.



# Oferta

taśmy kompozytowe, maty z włókien węglowych, kleje

Oferta materiałowa MEGACHEMIE w zakresie wzmocnienia konstrukcji umożliwia kompleksowe wykonanie modernizacji oraz zwiększenie parametrów wytrzymałościowych obiektów.

W skład systemu wzmocnienia konstrukcji NEOXE wchodzi:

- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE**, dostępne w następujących rodzajach:
  - taśmy średniomodułowe **NEOXEPLATE HS**
  - taśmy wysokomodułowe **NEOXEPLATE HM**
  - taśmy średniomodułowe, wysokowytrzymałe **NEOXEPLATE UHS**

- maty z włókien węglowych **NEOXECOVER**, stanowiące tkaninę złożoną z jednokierunkowo ułożonych włókien,

- kleje systemowe:
  - **NEOPOXE 30** - klej do przyklejania taśm kompozytowych
  - **NEOPOXE 330** - klej do przyklejania i laminacji mat z włókien węglowych

- zaprawa epoksydowa **NEOPOXE 41** stosowana do naprawy oraz wyrównywania powierzchni betonu i innych materiałów budowlanych przed przyklejeniem taśm i mat węglowych.

System wzmocnienia konstrukcji NEOXE posiada następujące Aprobaty Techniczne: Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2006-03-2063 – Zestaw materiałów NEOXE do wzmocnienia obiektów inżynierii komunikacyjnej.

Aprobata Techniczna ITB Nr AT-15 7058/2006 – Zestaw wyrobów NEOXE do wzmocnienia i napraw konstrukcji.

WŁAŚCIWOŚCI TAŚM KOMPOZYTOWYCH NEOXEPLATE			
Typ taśmy	Wytrzymałość na rozciąganie* [MPa]	Moduł sprężystości E* [GPa]	Odkształcenie przy zerwaniu [%]
NEOXEPLATE HS	2679 ± 167	178 ± 8	1,5 ± 0,10
NEOXEPLATE HM	2811 ± 245	256 ± 26	1,0 ± 0,10
NEOXEPLATE UHS	3240 ± 269	169 ± 9	1,72 ± 0,15

\*parametry wyznaczone w kierunku ułożenia włókien w taśmie

WŁAŚCIWOŚCI MAT Z WŁÓKNIEN WĘGLOWYCH NEOXEPLATE				
Typ maty	NEOXECOVER 150	NEOXECOVER 200	NEOXECOVER 300	NEOXECOVER 500
<b>Skład maty</b>	orientacja włókien: 0° (jednokierunkowa) osnowa: czarne włókna węglowe wątek: białe włókna szklane i poliestrowe			
<b>Ciężar maty</b>	177 g/m <sup>2</sup>	224 g/m <sup>2</sup>	332 g/m <sup>2</sup>	516 g/m <sup>2</sup>
<b>Grubość maty</b>	0,39 mm	0,44 mm	0,58 mm	0,76 mm
<b>Długość maty (rolka)</b>	50 m; 100 m	50 m; 100 m	50 m; 100 m	50 m; 100 m
<b>Dostępne szerokości (rolka)</b>	300 mm; 610 mm	300 mm; 610 mm	300 mm; 610 mm; 1220 mm	500 mm; 600 mm; 1230 mm
<b>Parametry włókna elementarnego maty:</b>				
- wytrzymałość na rozciąganie	3.800 MPa	3.800 MPa	3.800 MPa	3.800 MPa
- moduł sprężystości E	242 GPa	242 GPa	242 GPa	242 GPa
- gęstość	1,81 kg/dm <sup>3</sup>	1,81 kg/dm <sup>3</sup>	1,81 kg/dm <sup>3</sup>	1,81 kg/dm <sup>3</sup>



## Napężanie taśm kompozytowych

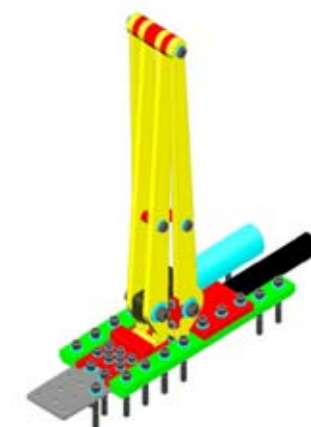
Od połowy lat 90 do sprężania konstrukcji zaczęto stosować nowoczesne materiały wykonane z polimeru i niemetalicznych włókien ciągłych. Liczne zalety materiałów kompozytowych spowodowały, że nawet przy utrudnionym sposobie kotwienia ciągłych zastosowanie tej technologii jest coraz popularniejsze na całym świecie. Początkowo do sprężania używane były liny z włókien węglowych lub aramidowych. W ostatnich latach do wzmocnienia konstrukcji żelbetonowych zaczęto stosować wstępnie naprężane taśmy z włókien węglowych. Zastosowanie wstępnie naprężanych taśm pozwala na wykonanie wzmocnienia bez zmiany wymiarów i ciężaru konstrukcji, przy czym w elementach zginanych lub rozciąganych pozwala na znaczące zwiększenie nośności. Wzmocnienie elementu żelbetonowego na zginanie za pomocą przyklejania sprężonych taśm kompozytowych łączy zalety dwóch technologii: wzmocnienia biernego za pomocą klejonych taśm oraz sprężania zewnętrznego. Wstępne sprężenie taśm pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie wytrzymałości na rozciąganie materiału kompozytowego oraz zdecydowanie poprawia stan użyteczności elementu - przez zmniejszenie ugięcia oraz zamknięcie istniejących i opóźnienie powstawania nowych rys - co wpływa na wzrost trwałości. Szczególnym atutem tej technologii jest to,

że taśmy są zbrojeniem aktywnym i przenoszą obciążenia od razu po ich naciągnięciu, a stopień ich wykorzystania jest nieporównywalnie większy w stosunku do taśm przyklejanych w sposób bierny. Istnieje wiele konstrukcyjnych zalet technologii wzmocnienia elementów żelbetonowych sprężonymi taśmami CFRP:

- sprężenie taśm podwyższa poziom obciążenia przy którym dochodzi do uplastycznienia stali zbrojeniowej we wzmocnionym elemencie, powodując zwiększenie nośności na zginanie;
- powiększenie niezarysowanej części betonu, biorącej udział w przenoszeniu ścinania, zwiększa nośność elementu na ścinanie;
- ze względu na obniżenie położenia osi obojętnej przekroju wzmocnionego sprężoną taśmą CFRP, większy przekrój betonu przenosi ściskanie, zwiększając efektywność konstrukcyjną wzmocnienia;
- zwiększenie nośności granicznej elementu osiąga się poprzez wyeliminowanie postaci zniszczenia spowodowanego oderwaniem taśmy na jej końcach oraz przekrojach zarysowanych;
- postać zniszczenia elementu wzmocnionego taśmą sprężoną jest bardziej plastyczna gwarantując wzrost poziomu bezpieczeństwa;

- zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej poprzez redukcję naprężeń w stali zbrojeniowej podnosi trwałość elementu.

W ciągu ostatnich 10 lat powstało na świecie kilka różnych systemów czynnego wzmocnienia konstrukcji żelbetonowych za pomocą wstępnie naprężonych taśm z włókien węglowych. W ramach prac prowadzonych przez Dział Badań i Rozwoju NEOXE powstał system sprężania taśm kompozytowych pod nazwą **NEOXE PRESTRESSING SYSTEM**. Obserwując rozwój technologii wzmocnienia obiektów materiałami kompozytowymi można sądzić, że już wkrótce większość realizacji takich wzmocnień będzie wykonywana z zastosowaniem wstępnego sprężenia taśm.

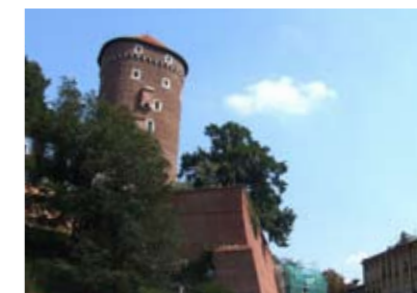


# Realizacje

obiekty przemysłowe, inżynieryjne, zabytkowe

## Realizacje

Technologie MEGACHEMIE to kompleksowa oferta produktów do naprawy, wzmocnienia i ochrony obiektów inżynieryjnych, przemysłowych a nawet zabytkowych. Zastosowanie oferowanych przez naszą firmę materiałów na wielu prestiżowych obiektach dowodzi skuteczności proponowanych rozwiązań. Wieloletni okres eksploatacji naszych produktów został potwierdzony licznymi referencjami. W zakres oferty wchodzi także systemy wzmocnienia konstrukcji NEOXE z zastosowaniem materiałów na bazie włókien węglowych. Nowoczesne technologie, w połączeniu z wyjątkową dbałością o jakość produkcji oraz profesjonalnym doradztwem technicznym, zapewniają ich wysoką skuteczność, zwłaszcza na obiektach o dużej odpowiedzialności.



## Obiekty przemysłowe

**Miejsce realizacji:** Góra

**Obiekt:** Budynek wieży transportowej w Pfeifer & Langen Polska S.A. Cukrownia „Góra Śląska”

**Zakres wykonywanych prac:**

Wzmocnienie budynku wieży transportowej - uszkodzonego w wyniku wybuchu pyłu cukrowego - wykonano poprzez przyklejenie taśm z włókien węglowych NEOXEPLATE w poziomie istniejących stropów budynku. Połączenie taśm ze ścian bocznych i ściany czołowej oraz dodatkowe zakotwienie ich końcówek zrealizowano za pomocą mat z włókien węglowych NEOXECOVER, przyklejanych na specjalnie wyoblonych narożnikach ścian. Przed przystąpieniem do klejenia, powierzchnię ścian przeszlifowano, a następnie odtłuszczono i wyrównano zaprawą epoksydową NEOPOXE 41.

**Zastosowane systemy i materiały:**

System wzmocnienia konstrukcji taśmami z włókien węglowych:

- epoksydowa zaprawa naprawcza **NEOPOXE 41**,
- klej do przyklejania taśm **NEOPOXE 30**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HS1212**.

System wzmocnienia konstrukcji matami z włókien węglowych:

- klej do przyklejania mat z włókien węglowych **NEOPOXE 330**,
- maty z włókien węglowych **NEOXECOVER 200**.

**Miejsce realizacji:** Jastrzębie Zdrój

**Obiekt:** Adaptacja budynku byłego szpitala na potrzeby nowej siedziby Zarządu Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.

**Zakres wykonywanych prac:**

Wykonano wzmocnienie stropów budynku przez przyklejenie taśm z włókien węglowych NEOXEPLATE oraz mat węglowych NEOXECOVER. Miejscowo (w strefach podporowych belek) taśmy były przyklejane w dwóch warstwach. W strefach ścinanych zastosowano maty z włókien węglowych. Przed przystąpieniem do klejenia taśm i mat, powierzchnia betonu została naprawiona i wyrównana zaprawą epoksydową NEOPOXE 41.

**Zastosowane systemy i materiały:**

System wzmocnienia konstrukcji taśmami z włókien węglowych:

- epoksydowa zaprawa naprawcza **NEOPOXE 41**,
- klej do przyklejania taśm **NEOPOXE 30**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HS1014**.

System wzmocnienia konstrukcji matami z włókien węglowych:

- klej do przyklejania mat z włókien węglowych **NEOPOXE 330**,
- maty z włókien węglowych **NEOXECOVER 300**.

## Obiekty inżynieryjne

**Miejsce realizacji:** Milówka

**Obiekt:** Most w ciągu drogi dojazdowej do S69

**Zakres wykonywanych prac:**

Naprawa oraz wzmocnienie i zabezpieczenie powłokowe konstrukcji mostu w ciągu drogi dojazdowej do S69 w Milówce. Naprawy wykonano gotowymi zaprawami PCC – system MEGAcrete, natomiast do wzmocnienia wykorzystano płaskowniki z włókien węglowych NEOXEPLATE przyklejane do konstrukcji systemowym klejem epoksydowym NEOPOXE 30.

**Zastosowane systemy i materiały:**

System naprawy konstrukcji z betonu

**MEGAcrete.**

System wzmocnienia konstrukcji taśmami z włókien węglowych:

- epoksydowa zaprawa naprawcza **NEOPOXE 41**,
- klej do przyklejania taśm **NEOPOXE 30**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HM512**.

System zabezpieczenia antykorozyjnego betonu **MEGAprotect AR 100 S** oraz **MEGAprotect AR 100 E**.

## Wzmocnienia zabytków

**Miejsce realizacji:** Kraków

**Obiekt:** Mury obronne Zamku Królewskiego na Wawelu

**Zakres wykonywanych prac:**

Wzmocnienie spękanych, ceglanych murów obronnych obejmowało wklejenie w poziomą bruzdę, wykonaną pomiędzy cegłami, odcinka taśmy z włókien węglowych NEOXEPLATE. Taśmę wklejono systemowym klejem NEOPOXE 30, po stronie zewnętrznej murów obronnych, na narożniku od strony Baszty Senatorskiej. Przed przystąpieniem do aplikacji taśmy, w miejscu jej planowanego wklejenia usunięto istniejącą spoinę łączącą cegły, a następnie dokładnie oczyszczono powstałą przestrzeń.

**Zastosowane systemy i materiały:**

System wzmocnienia konstrukcji taśmami z włókien węglowych:

- klej do przyklejania taśm **NEOPOXE 30**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HS610**.

**Miejsce realizacji:** Kraków

**Obiekt:** Wzmocnienie budynku Sukiennic na Rynku Głównym

**Zakres wykonywanych prac:**

Realizacja polegała na wzmocnieniu odporu technologicznego i ścianki ceglanej w przestrzeni pomiędzy stropami budynku Sukiennic. Po odpowiednim przygotowaniu podłoża, do w/w elementów konstrukcyjnych przyklejono taśmy z włókien węglowych NEOXEPLATE. Do przyklejenia taśm wykorzystano systemowy klej epoksydowy. Podczas realizacji zastosowano dwa rodzaje taśm, o różnej szerokości.

**Zastosowane systemy i materiały:**

System wzmocnienia konstrukcji taśmami z włókien węglowych:

- klej do przyklejania taśm **NEOPOXE 30**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HS1014**,
- taśmy kompozytowe **NEOXEPLATE HS514**.

**MEGACHEMIE Sp. z o.o.**

30-212 Kraków  
Królowej Jadwigi 192  
☎+48 12 296 06 12  
☎+48 12 296 06 13  
[www.megachemie.com](http://www.megachemie.com)

**Oddział w Warszawie**

03-921 Warszawa  
Londyńska 4/6  
☎+48 22 241 13 05  
☎+48 22 241 13 10

**Oddział Ukraina**

Ukraina, 01054 Kijów  
Turgieniewska 20/6  
☎/☎+380 44 581 32 39