

Badania porównawcze stalowych i kompozytowych siatek górniczych

Comparative study of steel and composite mining meshes



Dr inż. Andrzej Pytlik^{)}*



*Mgr Tomasz Lankocz^{**)}*



*Lic. Jakub Cieślik^{**)}*



*Mgr Ryszard Pelc^{**)}*

Treść: W warunkach silnie agresywnego środowiska atmosferycznego i wodnego działającego na elementy obudowy górniczej, a szczególnie na stalowe okładziny siatkowe, wzrasta ryzyko utraty stateczności obudowy górniczej w wyniku utraty nośności jej elementów. Od kilku lat w polskich kopalniach stosowane są okładziny siatkowe wykonane z tworzywa sztucznego, najczęściej w postaci kompozytów. Siatki kompozytowe z tworzywa sztucznego, ze względu na swoją odporność na korozję są szczególnie przydatne do zastosowania w warunkach zagrożenia korozyjnego. Siatki takie są przykładem geosyntetyków stosowanych w naziemnych konstrukcjach inżynierskich, szczególnie w drogownictwie, do powierzchniowego wzmocnienia gruntu. Działanie wzmocniające polega głównie na przejęciu przez geosyntetyk części obciążenia pochodzącego od: – ciężaru materiału nasypowego, – zewnętrznej siły statycznej (konstrukcji) i dynamicznej (obciążenia ruchomego).

W przypadku konstrukcji okładzin siatkowych stosowanych w górnictwie podziemnym, jej zadaniem jest także przejęcie obciążenia zewnętrznego. W stosunku do takich konstrukcji brak jest jednak procedur badawczych oraz wymagań wytrzymałościowych, które by były ujęte w polskich normach. W artykule przedstawiono wyniki badań porównawczych nośności stalowych i kompozytowych okładzin siatkowych stosowanych obecnie w kopalniach węgla kamiennego i rud miedzi, na podstawie metodologii stosowanej w Głównym Instytucie Górnictwa. Zaprezentowano również przykładowe zastosowania praktyczne siatek kompozytowych w obudowie podporowej i kotwowej.

Abstract: The risk of loss of stability of the mining support as a result of the loss of bearing capacity of its components increases under the conditions of strongly aggressive atmospheric and water environment affecting the parts of the mining support, in particular the steel mesh linings. Mesh linings made of plastic (mostly in the form of a composite) have been used for several years in Polish collieries. Plastic composite meshes are particularly useful under corrosive conditions due to their corrosion resistance. This type of mesh is known as geosynthetic used in surface engineering structures, in particular in road industry where meshes are used for surface strengthening of the ground. Strengthening is based mainly on bearing by geosynthetic a part of the load resulting from: – the weight of filled material, – external static (of the structure) and dynamic (moving load) force. In case of structure of mesh linings used in underground mining, there are currently no test procedures or strength requirements in the Polish standards. This paper presents the results of comparative studies concerning the bearing capacity of steel and composite mesh linings currently used in coal and copper ore mines. Examples of practical application of composite meshes are also presented.

^{*)} Główny Instytut Górnictwa w Katowicach ^{**)} MAS Sp. z o.o., Mikołów

Słowa kluczowe:

obudowa górnicza; siatki stalowe; siatki kompozytowe; nośność statyczna siatek

Keywords:

mining support; steel meshes; composite meshes; static bearing capacity of meshes

1. Wprowadzenie

Okładziny górnicze służą do zabezpieczania wyrobisk przed obrywającymi lub osuwającymi się bryłami węgla, kamienia, rud lub innych kopalin [2, 3]. Okładziny powinny również przenosić obciążenie na odrzwia obudowy lub kotwie. Obecnie najczęściej stosowanymi okładzinami górniczymi są:

- siatki okładzinowe zgrzewane,
- okładziny blaszane, wykonane ze stalowej blachy profilowanej,
- okładziny żelbetowe,
- siatki typu MM (stosowane coraz rzadziej), wykonane z blachy cięto-ciągnionej.

Wymagania dla siatek okładzinowych zgrzewanych stosowanych w obudowie podporowej odrzwiowej zawarto w polskiej normie [6]. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące siatek okładzinowych:

- zaczepowych,
- łańcuchowych,
- łańcuchowo-węzłowych,
- zaczepowo-łańcuchowych.

Wyróżnia się dwa typy siatek: lekkie i ciężkie.

Pełny program badań siatek wg normy [6] obejmuje wyłącznie badania przy obciążeniu statycznym w następującym zakresie:

- sprawdzanie wymiarów: głównych, prętów, oczek i zagięć końców prętów podłużnych,
- sprawdzanie powierzchni i zabezpieczenia antykorozyjnego,
- sprawdzanie materiału,
- sprawdzanie wytrzymałości: siatki, zgrzeiny na ścinanie. Siatka spełnia wymagania normy [6], jeżeli wszystkie badania dają wynik pozytywny.

Obecnie w wyrobiskach górniczych stosowane są również inne typy okładzin siatkowych:

- zestawy naprawcze – siatki, wraz z elementami mocującymi, zakładane na odrzwia obudowy od wewnętrznej strony wyrobiska,
- siatki stosowane do zabezpieczania wyrobisk ścianowych np. podczas ich likwidacji,
- siatki stosowane do zabezpieczania wyrobisk w obudowie kotwowej [7, 8].

W Głównym Instytucie Górnictwa od wielu lat wykonywane są badania różnego typu okładzin siatkowych stosowanych w górnictwie podziemnym przy obciążeniu statycznym i dynamicznym [9, 10, 11, 12]. Prowadzone są również analizy numeryczne siatek okładzinowych [13] oraz obserwacje dołowe siatek zarówno w warunkach obciążeń statycznych, jak i dynamicznych [14].

W warunkach silnie agresywnego środowiska atmosferycznego i wodnego działającego na elementy obudowy górniczej, a szczególnie na stalowe okładziny siatkowe, wzrasta ryzyko utraty stateczności obudowy górniczej w wyniku utraty nośności jej elementów. Przykładowy widok obudowy ŁP z siatkami stalowymi, które uległy zniszczeniu w wyniku korozji przedstawiono na rys. 1

Taka sytuacja prowadzi często do konieczności wykonania bardzo kosztownej przebudowy wyrobiska lub do całkowitej wymiany siatek. W przypadku, gdy skutki skorodowania siatek mają charakter jedynie lokalnych uszkodzeń, stosowane są powszechnie zestawy naprawcze ze stalowej siatki



Rys. 1. Wyrobisko górnicze w obudowie ŁP ze stalowymi siatkami zniszczonymi w wyniku korozji materiału

Fig. 1. Excavation with ŁP support [yielding arch support] with steel meshes destroyed by corrosion

zgrzewanej, zakładanej na odrzwia obudowy od wewnętrznej strony wyrobiska, za pomocą elementów mocujących, tj. śrub kabłąkowych i hakowych. Nie rozwiązuje to jednak problemu korozji, a jedynie na krótki czas pozwala zabezpieczyć wyrobisko przed opadem skał.

Od kilku lat w polskich kopalniach stosowane są również okładziny siatkowe wykonane z tworzywa sztucznego, najczęściej w postaci kompozytów [4, 5]. Siatki kompozytowe z tworzywa sztucznego, ze względu na swoją odporność na korozję, są szczególnie przydatne do zastosowania w warunkach zagrożenia korozyjnego.

W niezmiennych konstrukcjach inżynierskich powszechnie stosowane są geosyntetyki [5] do powierzchniowego wzmocnienia gruntu. Działanie wzmocniające geosyntetyków polega głównie na przejęciu obciążenia pochodzącego od ciężaru materiału nasypowego oraz od konstrukcji (obciążenie statyczne i dynamiczne).

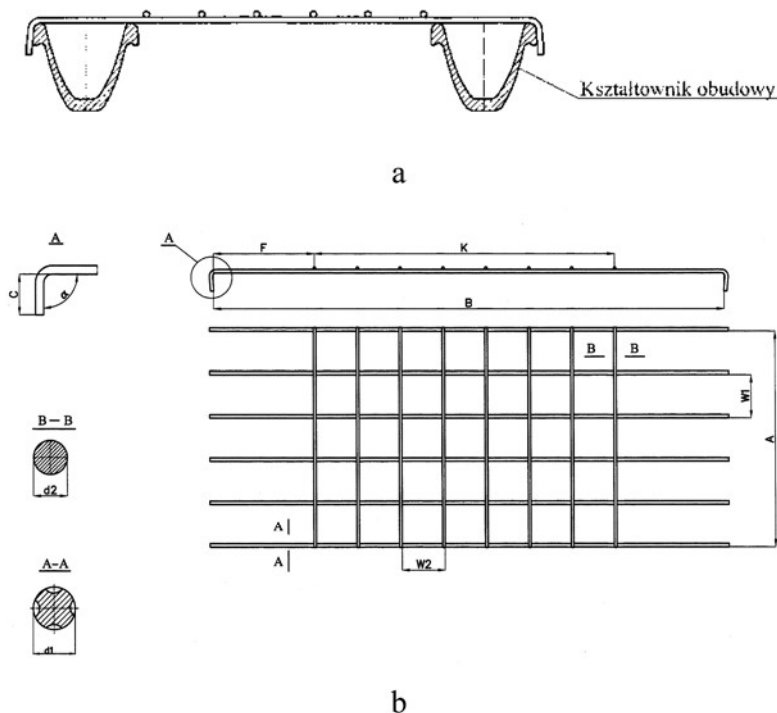
W przypadku konstrukcji okładzin siatkowych stosowanych w górnictwie podziemnym, brak jest jednak procedur badawczych oraz wymagań wytrzymałościowych, które byłyby ujęte w polskich normach.

W dalszej części artykułu przedstawiono wyniki badań porównawczych nośności stalowych i kompozytowych okładzin siatkowych, które obecnie są wprowadzane do stosowania w kopalniach węgla kamiennego i rud miedzi, na podstawie metodologii badań stosowanej w Zakładzie Badań Urządzeń Mechanicznych Głównego Instytutu Górnictwa.

2. Metodyka badań i wyniki badań porównawczych stalowych i kompozytowych siatek górniczych

W celu przeprowadzenia badań porównawczych stalowych i kompozytowych siatek górniczych posłużono się normą PN-G-15050: 1996 – Obudowa wyrobisk górniczych – Siatki okładzinowe zgrzewane.

Przykładowe sposoby montażu stalowych siatek zgrzewanych przedstawiono na rysunkach 2÷6.

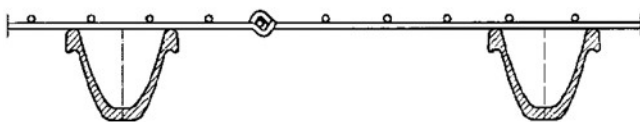


Rys. 2. Siatka okładzinowa zaczepowa: a - sposób montażu na kształtownikach typu V; b - podstawowe wymiary siatki oraz prętów podłużnych (przekrój A-A - średnica d_1) i poprzecznych (przekrój B-B - średnica d_2)

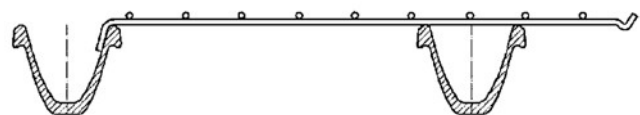
Fig. 2. Lining detent mesh: a - method of installation on V-type profiles; b - basic dimensions of the mesh and longitudinal bars (A-A section - diameter d_1) and transverse bars (B-B section - diameter d_2)



Rys. 3. Siatka okładzinowa łańcuchowa
Fig. 3. Chain lining mesh



Rys. 4. Siatka okładzinowa łańcuchowo-węzłowa
Fig. 4. Chain-nodal lining mesh



Rys. 5. Siatka okładzinowa zaczepowo-łańcuchowa
Fig. 5. Chain-detent lining mesh



Rys. 6. Zestaw naprawczy
Fig. 6. Repair kit

Schemat obciążania stalowej okładziny siatkowej (zaczepowej) oraz przykładowy sposób (zgodny z normą) jej montażu na kształtowniku typu V w stanowisku badawczym, przedstawiono na rys. 7.

W przypadku badania siatek kompozytowych zastosowano taki sam schemat badawczy jak w przypadku stalowych siatek zgrzewanych, jednak ze względu na ich konstrukcję oraz sposób montażu na elementach obudowy, zastosowano inny sposób jej montażu w stanowisku badawczym, który przedstawiono na rys. 8.

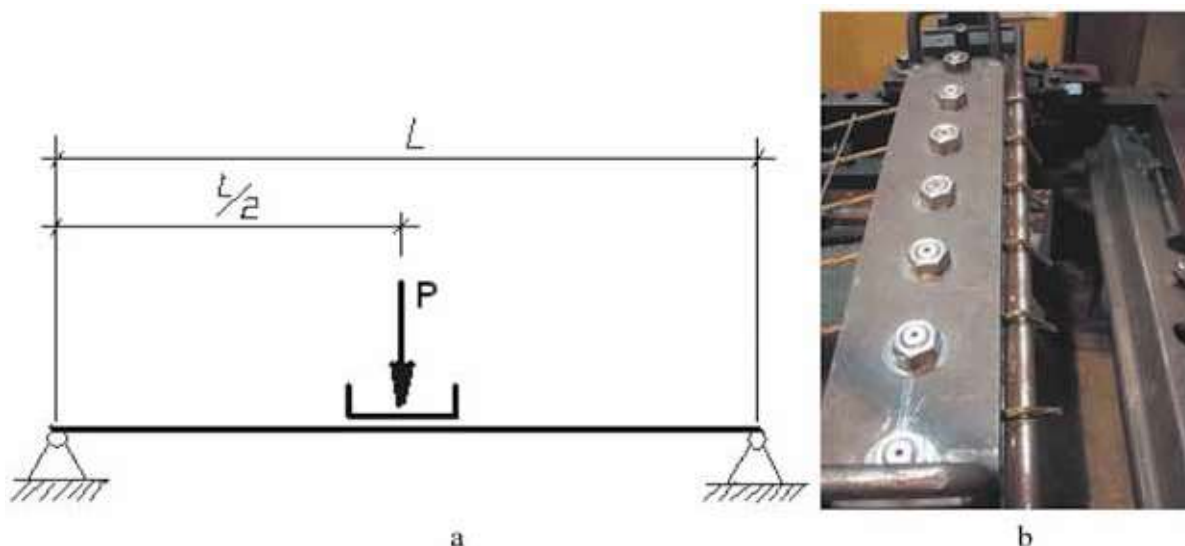
Wszystkie siatki stalowe i kompozytowe poddano badaniom przy rozstawie podpór $L=1,0$ m. Siatki miały szerokość 500 mm, a długość ok. 1,2 m (dopasowaną do rozstawu L podpór w stanowisku).

W badaniach wykorzystano czujnik siły o zakresie pomiarowym 200 kN i klasie dokładności 0,1 oraz czujnik ugięcia siatki o zakresie 500 mm i klasie dokładności 0,1. Czujniki pomiarowe współpracowały ze wzmacniaczem pomiarowym typu DMCplus wykonanym w klasie dokładności 0,03, a dane pomiarowe rejestrowane były na komputerze z częstotliwością próbkowania 5 Hz.

3. Wyniki badań porównawczych stalowych i kompozytowych siatek górniczych

3.1. Wyniki badań stalowych siatek zaczepowych

Badaniom porównawczym poddano powszechnie stosowane w górnictwie stalowe siatki zaczepowe o wymiarach oczek $W1 \times W2 = 100 \times 100$ mm (6 prętów podłużnych i 9 prętów poprzecznych - wg rys. 2) i 50×100 mm (11 prętów podłużnych i 9 prętów poprzecznych - wg rys. 2), o średnicy prętów podłużnych (spiralnie walcowanych) $d_1=7$ mm



Rys. 7. Schemat obciążania stalowej okładziny siatkowej; a) L – rozstaw odrzwi obudowy; P – siła; b) sposób montażu siatki zaczepowej na kształtowniku typu V w stanowisku badawczym

Fig. 7. Diagram presenting load of a steel mesh lining; a) L – distance between the support frame; P – force; b) method of installation of the detent mesh on the V-type profile at the test stand



Rys. 8. Sposób montażu siatek na elementach obudowy w stanowisku badawczym: a – siatka typu PGG; siatka typu SGG

Fig. 8. Method of installation of meshes on the components of the support at the test stand: a – mesh type PGG; mesh type SGG

i poprzecznych (gładko walcowanych) $d_2=5$ mm. Masa pojedynczej siatki zaczepowej (o powierzchni ok. $0,6$ m²), dla rozstawu odrzwi $L=1,0$ m, wynosiła: ok. $2,2$ kg dla siatki 100×100 mm oraz ok. $3,6$ kg dla siatki 50×100 mm. Wyniki badań w postaci przebiegów siły w funkcji czasu przedstawiono na rys. 9.

Nośność siatek zaczepowych, przy normowym ugięciu o wartości 100 mm, o wymiarach oczek 100×100 mm wyniosła od $16\div 21$ kN, natomiast siatek o wymiarach oczek 50×100 mm wyniosła od $25\div 27$ kN. Podczas badań notuje się znaczne rozrzuty wyników, co wynika głównie z pracy zaczepów, które podczas pracy siatki odginają się w sposób nierównomierny.

3.2. Wyniki badań stalowych siatek łańcuchowych

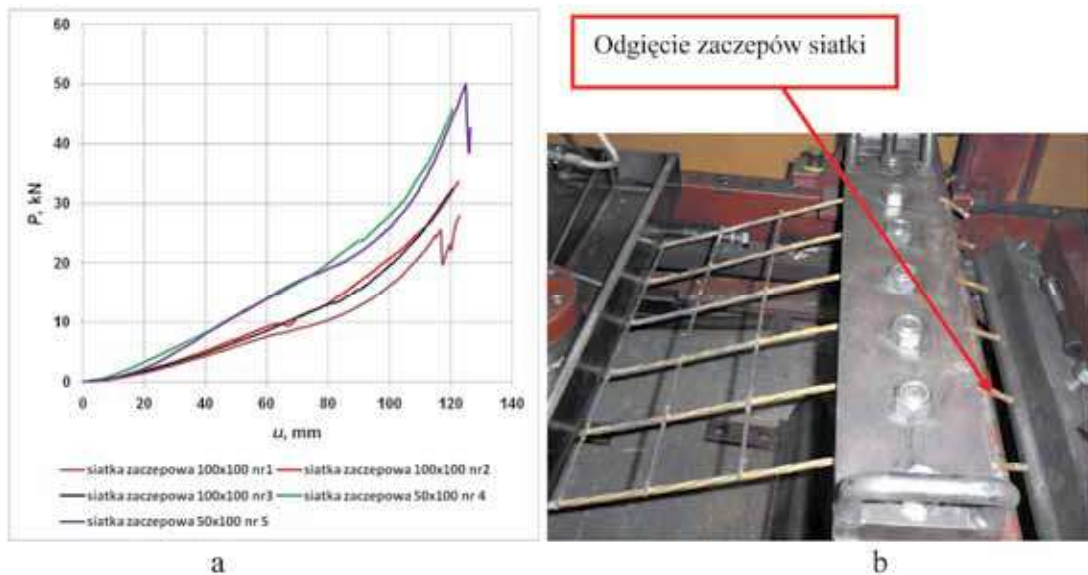
Badaniom porównawczym poddano powszechnie stosowane w górnictwie stalowe siatki łańcuchowe (rys. 3) o wymiarach oczek $W1\times W2 = 100\times 100$ mm (wg rys. 2), o średnicy 6 prętów podłużnych (spiralnie walcowanych) $d1=7$ mm i 9 poprzecznych (gładko walcowanych) $d2=5$ mm oraz 1 dodatkowym pręcie poprzecznym zaczepowym (gładko walcowanym) o średnicy 7 mm. Masa pojedynczej siatki

łańcuchowej (o powierzchni ok. $0,6$ m²), dla rozstawu odrzwi $L=1,0$ m, wynosiła: ok. $2,1$ kg dla siatki 100×100 mm oraz ok. $3,3$ kg dla siatki 50×100 mm.

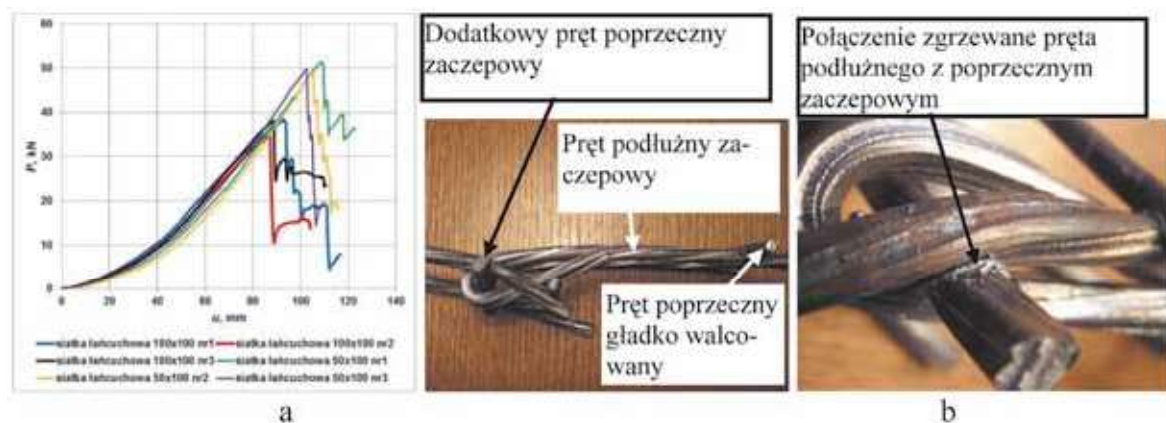
Nośność siatek łańcuchowych o wymiarach oczek 100×100 mm, w zakresie ugięcia do wartości 100 mm, wyniosła od $35\div 38$ kN, natomiast siatek o wymiarach oczek 50×100 mm wyniosła od $49\div 51$ kN. Podczas badań zaobserwowano, że najczęstszą przyczyną utraty nośności siatek łańcuchowych jest ścięcie połączenia zgrzewanego pomiędzy prętem podłużnym a prętem poprzecznym zaczepowym (rys. 10b). Wykresy na rys. 10a wskazują, że utrata nośności siatek przebiega nagle, co jest zjawiskiem niekorzystnym.

3.3. Wyniki badań poliestrowych siatek górniczych typu PGG

Poliestrowa Geosiatka Górnicza typu PGG (rys. 11) jest niepalna, antystatyczna i znacznie lżejsza (masa $0,6$ m² siatki PGG wynosi ok. $0,6$ kg) od siatki stalowej łańcuchowej i zaczepowej. Najistotniejszą jej cechą jest jednak to, że nie ulega ona korozji w warunkach agresywnego środowiska istniejącego w kopalniach. Wytwarzana jest z włókien poliestru jako podstawowego surowca. Włókna poliestru są mechaniczne



Rys. 9. Wyniki badań nośności siatek zaczepowych: a – porównanie nośności siatek o wymiarach oczkach 100×100 mm i 50×100 mm; b – typowy sposób zniszczenia siatek spowodowany odgięciem zaczepów
 Fig. 9. The results of test concerning the bearing capacity of detent meshes: a – comparison of bearing capacity of meshes with the grid size of 100x100 mm and 50x100 mm; b – typical damage of meshes resulting from bending of the hooks



Rys. 10. Wyniki badań nośności siatek łańcuchowych: a – porównanie nośności siatek o wymiarach oczka 50x100 mm i 100×100 mm; b – połączenie zgrzewane
 Fig. 10. The results of test concerning the bearing capacity of chain meshes: a – comparison of bearing capacity of meshes with the grid size of 50x100 mm and 100x100 mm; b – welded connection

łączone i zszywane, a następnie pokrywane specjalną powłoką. Powłoka ta zabezpiecza siatkę i umożliwia stosowanie w wyrobiskach górniczych w polach metanowych i niemetanowych. Siatka PGG może się topić, ale nie pali się, nawet jeśli ogień występuje dłużej niż przez 10 s. Siatka jest relatywnie miękka, dlatego nie powoduje zadrapań ciała pracowników. Jest łatwa do zwijania i przycinania, co powoduje że jest łatwa do transportu w podziemiach kopalń i do zakładania na obudowie. Siatkę można stosować zarówno jako element obudowy podporowej, jak i kotwowej.

Podstawowe dane techniczne siatek typu PGG:

- barwa biała, włókna poliestru,
- wytrzymałość na rozrywanie 1 mb siatki od 30 do 1000kN,
- długość zwoju siatki – od 20 do 100 m,
- szerokość siatki – od 1 do 5 m,
- grubość taśmy 1,5 – 4 mm,
- szerokość taśmy 9 – 40 mm,
- rozmiar oczka: standardowo ok. 50 mm,



Rys. 11. Przykłady siatek typu PGG o różnych wymiarach oczka
 Fig. 11. Examples of meshes type PGG with different grid sizes

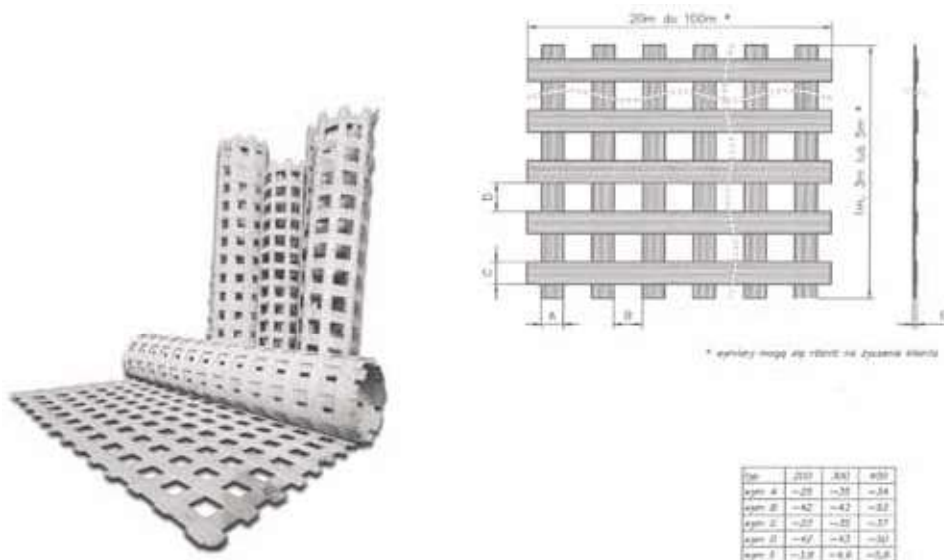
- masa 1m² - ok. 1kg,
- antystatyczna,
- średni czas palenia ok. 2,8 sek.,
- odporne na kwasy, zasady i inne środki chemiczne,
- nie podlega rdzewieniu i starzeniu się,
- brak negatywnych oddziaływań na środowisko naturalne,
- bezpieczna dla zdrowia osób mających z nimi kontakt.

Siatki PGG można stosować w wyrobiskach górniczych w polach metanowych i niemetanowych, w wyrobiskach zaliczanych do klasy A i B niebezpieczeństwa wybuchu pyłu węglowego oraz kategorii „a”, „b” i „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu, przy występowaniu zagrożenia wodnego.

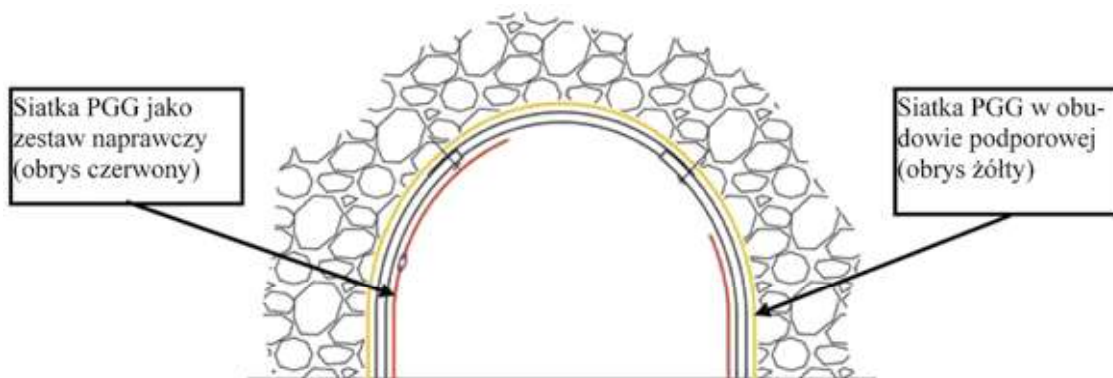
Powyższe badania, będące podstawą do wydania certyfikatu wykonano w laboratoriach Głównego Instytutu Górnictwa oraz Ośrodka Badań Atestacji i Certyfikacji OBAC.

Przykładowe wymiary siatek najczęściej stosowanych obecnie w górnictwie przedstawiono na rys. 12.

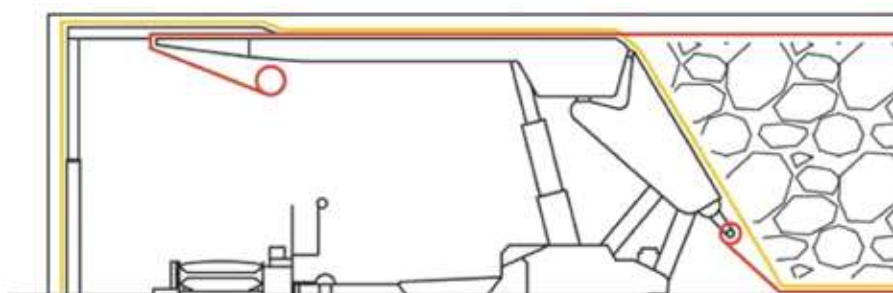
Poliestrowe geosiatki górnicze typu PGG mogą być stosowane w różnych miejscach na terenie zakładów górniczych. Siatki mogą być alternatywą dla tradycyjnych metod: siatek stalowych, okładzin żelbetowych i blaszanych. Siatki PGG mogą być stosowane dla obudowy podporowej, kotwowej, przy wykładce mechanicznej, w wyrobiskach ze skorodowaną opinką stalową – jako zestawy naprawcze, w pracach przy użyciu torkretu, jako opinka stropu i ociosów pól transportowych przy likwidacji wyposażenia ściany, przy eksploatacji grubych pokładów węgla na warstwy, przy eksploatacji z podsadzką hydrauliczną lub na zawał stropu. Przykład ułożenia siatki podczas jej stosowania w obudowie ŁP przedstawiono na rys. 13, a w obudowie ścianowej na rys. 14.



Rys. 12. Widok i wymiary siatek odmiany PGG 200, 300 i 400
 Fig. 12. View and dimensions of meshes type PGG 200, 300 and 400



Rys. 13. Przykładowe zastosowanie siatek PGG w obudowie chodnikowej ŁP
 Fig. 13. Examples of the use of PGG meshes in a yielding-arch sidewalk support



Rys. 14. Przykładowe zastosowanie siatek PGG w rejonie ściany wydobywczej
 Fig. 14. Examples of the use of PGG meshes in the area of a longwall

Firma MAS Sp. z o.o. opracowała kilka swoich autorskich systemów łączenia siatek typu PGG pomiędzy sobą oraz z odrzwiami. Przykładowo mogą to być stalowe zaczepy, przepłot linowy lub stalowy grzebień.

Podczas badania przedmiotowe siatki łączone były ze sobą za pomocą dwóch prętów bazaltowych o średnicy rdzenia 8 mm lub dwóch prętów bazaltowych o średnicy 10 mm. Wyniki badań siatek typu PGG 200, PGG 300 i PGG 400 przedstawiono na rys. 15

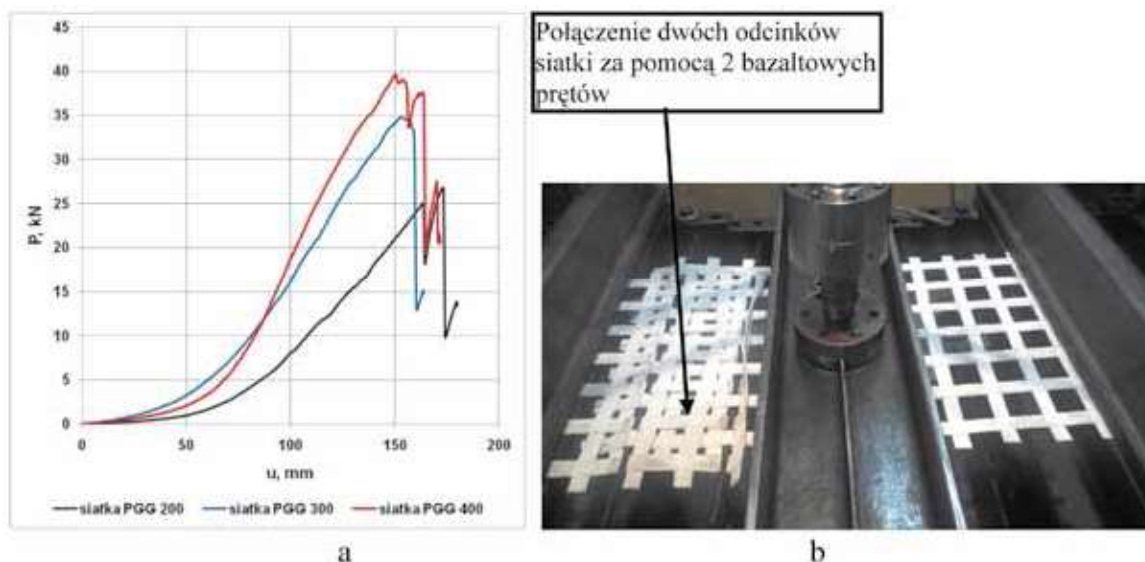
Zniszczenie połączenia siatek nastąpiło poprzez ścięcie połączenia pasów podłużnych z poprzecznymi, na skutek działania na nie prętów bazaltowych.

Na rys. 16 przedstawiono badanie tego samego typu siatek PGG bez połączenia. Taki sposób badania jest próbą zasymulowania obciążenia siatki kompozytowej zakładanej na odrzwiach obudowy ŁP w rolkach, dociśniętej do korytka odrzwi za pomocą worków wypełnionych cementem, a łącznie siatek przypada co kilkadziesiąt metrów.

Podczas badania nie doprowadzono do zniszczenia siatki, ze względu na możliwości techniczne stanowiska. Podczas badania siatek PGG 300 i PGG 400, obciążono je do 100 kN, a następnie odciążono. Jak wskazuje wykres na rys. 16, maksymalne obciążenie uzyskano przy strzałce ugięcia o wartości ok. 200 mm. Norma na siatki stalowe [6] nie dopuszcza strzałki ugięcia przekraczającej 100 mm, jednak poziom minimalnych sił, przy rozstawie $L=1,0m$, jakie powinna przenosić siatka wynosi:

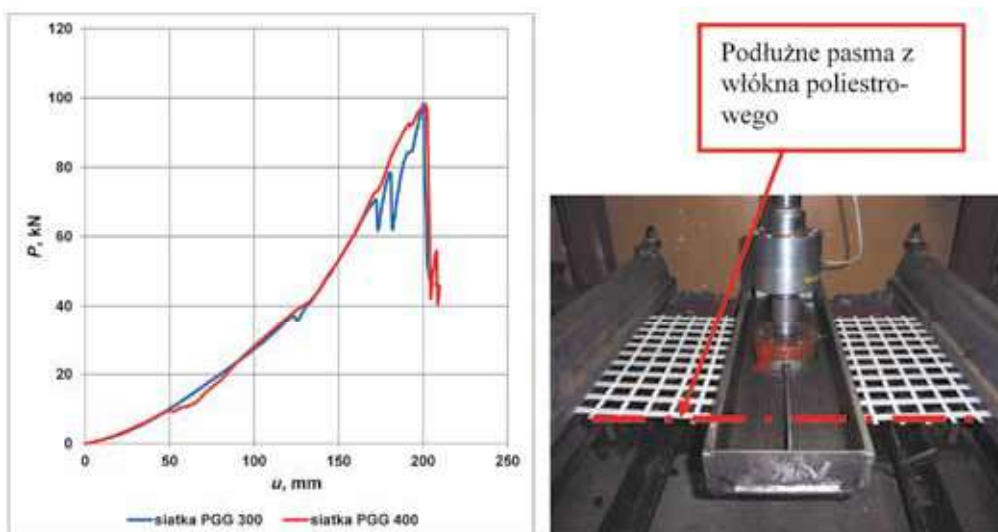
- 12 kN dla stalowej siatki zgrzewanej lekkiej,
- 25 kN dla stalowej siatki zgrzewanej ciężkiej.

Z analizy wykresu na rys. 16 wynika, że siatki PGG 300 i PGG 400 przy strzałce ugięcia 100 mm mają nośność ok. 30 kN, co powoduje, że można je zaliczyć do siatek ciężkich w rozumieniu normy [6]. Bardzo korzystnym zjawiskiem jest to, że siatki pomimo dalszego uginania się do ok. 200 mm, stopniowo zwiększały swoją nośność do wartości ok. 100 kN bez większych oznak zniszczenia (siatka PGG 400).



Rys.15. Siatki typu PGG z prętami mocującymi o średnicy 10 mm: a - przebiegi obciążania; b – sposób montażu w stanowisku

Fig. 15. Meshes type PGG with fastening bars with a diameter of 10 mm: a –course of loading; b – method of installation at the test stand



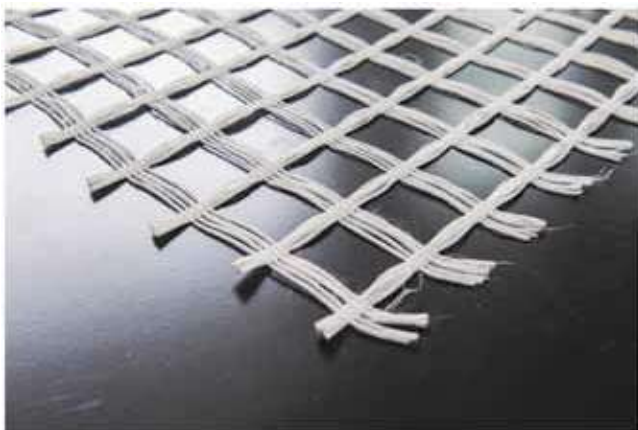
Rys. 16. Siatki typu PGG 300 i PGG 400 badane bez połączenia

Fig. 16. Meshes type PGG 300 and PGG 400 tested without connection

3.4. Wyniki badań siatek górniczych typu SGG

Siatki typu SGG (rys. 17) wykonane są na bazie włókien szklanych i przeznaczone są do zabezpieczania stropu i ociosów głównie w obudowie kotwowej.

Zniszczenie siatek typu SGG podczas badań nastąpiło poprzez zerwanie podłużnych pasm z włókna szklanego, w miejscu ich łączenia z pasmami poprzecznymi, najprawdopodobniej na skutek ich miejscowego osłabienia w wyniku zszywania (rys. 18). Spełniają one wymagania przewidziane



Rys. 17. Siatka typu SGG z włókna szklanego
Fig. 17. Fiberglass mesh type SGG

w normie dotyczącej kotwi [7], gdzie określono minimalną nośność siatki o wartości 11,8 kN, a strzałka ugięcia nie powinna przekraczać 100 mm. Nośność badanych siatek wahała się w zakresie od 12 do 17 kN.

4. Zastosowania praktyczne siatek kompozytowych

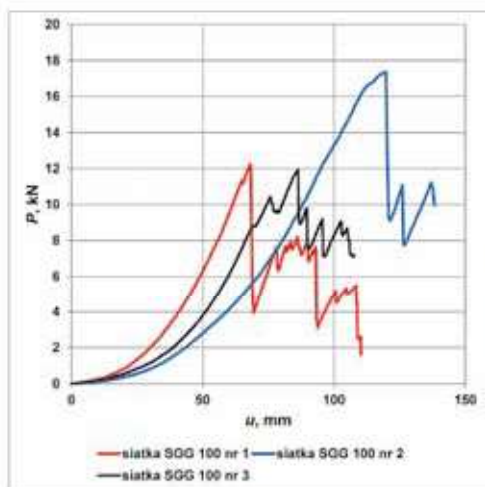
Siatki kompozytowe są już stosowane w górnictwie i chociaż nie wykorzystuje się ich tak powszechnie jak siatki stalowe zgrzewane, to coraz częściej stosuje się je jako zestawy naprawcze siatek w obudowie LP (rys. 19a, b) oraz jako zabezpieczenie stropu w obudowie kotwowej (rys. 19c).

Na rys. 20 pokazane jest zastosowanie siatki typu SGG w obudowie kotwowej.

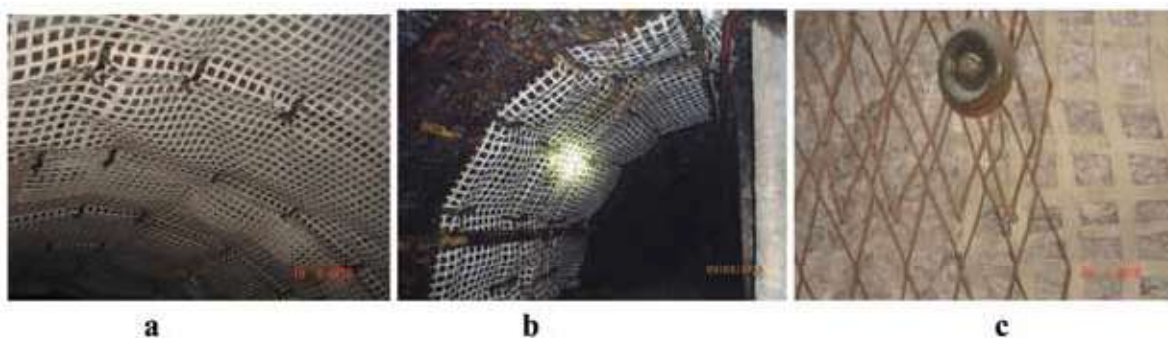
W związku z tym, że mają one znacznie mniejszą nośność w porównaniu do siatek typu PGG oraz większą wrażliwość na ostre krawędzie skał, zaleca się ich stosowanie w dobrych warunkach geologiczno-górnictwowych.

5. Podsumowanie i wnioski

Jak pokazują dotychczasowe wyniki badań, siatki kompozytowe mają porównywalną nośność z siatkami stalowymi, a dzięki swoim zaletom związanym z odpornością na korozję mogą być stosowane w trudnych warunkach występowania agresywnego środowiska kopalnianego.



Rys. 18. Siatki typu SGG 100 badane bez połączenia
Fig. 18. Meshes type PGG 100 tested without connection



Rys. 19. Siatka typu PGG: a,b – jako zestaw naprawczy; c – w obudowie kotwowej – kopalnia soli (połączenie z siatką typu MM)
Fig. 19. Mesh type PGG: a, b – as a repair kit; c – in an anchor support – a salt mine (connection with a mesh type MM)



Rys. 20. Siatka typu SGG w obudowie kotwowej
Fig. 20. Mesh type SGG in an anchor support

Typowymi uszkodzeniami stalowych siatek łańcuchowych jest ścięcie zgrzein łączących pręt poprzeczny zaczepowy z prętami podłużnymi, w wyniku czego następuje utrata nośności siatki. W przypadku stalowych siatek zaczepowych, utrata ich nośności następuje w wyniku odginania się zaczepów podczas obciążania siatki.

W przypadku siatek kompozytowych, najsłabszym miejscem jest połączenie wiązki pasm (z włókna szklanego – SGG, lub poliestrowych – PGG) podłużnych i poprzecznych. Siatki kompozytowe typu PGG mają większą nośność podczas badania ich bez połączenia (nawet ponaddwukrotną).

Trwają obecnie prace konstrukcyjne nad opracowaniem pewnych i trwałych ich połączeń. Ze względu na jeszcze małą ilość doświadczeń z pracy siatek kompozytowych w warunkach kopalnianych, brak jest obecnie wymagań technicznych i wytrzymałościowych co do pracy siatek w warunkach obciążenia statycznego i dynamicznego.

Większa podatność siatek kompozytowych w stosunku do siatek stalowych, przy jednocześnie wysokiej nośności o wartości ok. 100 kN może się okazać korzystna w warunkach zagrożenia tąpnięciami. Takie właściwości siatek kompozytowych mogą wpłynąć na to, że będą one miały większą zdolność dyssypacji energii udaru mas skalnych od stalowych siatek zgrzewanych [1], które są obecnie najsłabszym elementem obudowy pod względem odporności na obciążenie dynamiczne. Dlatego w najbliższym czasie przewiduje się przeprowadzenie badań siatek przy obciążeniu dynamicznym, żeby sprawdzić ich właściwości absorbowania energii udaru mas skalnych. Ze względu na brak unormowań do ich oceny stosowana jest obecnie norma dotycząca siatek stalowych. Konieczne jest jednak opracowanie nowej normy na siatki kompozytowe dla górnictwa na bazie doświadczeń praktycznych i laboratoryjnych.

Siatki kompozytowe są obecnie na etapie wprowadzania do górnictwa podziemnego. Przeprowadzono szereg próbnych ich zabudów w zakładach górniczych. Firma MAS Spółka z o.o. wielokrotnie referowała te rozwiązania podczas wielu seminariów czy konferencji branżowych, gdzie wzbudziły one powszechne zainteresowanie. Wydaje się rzeczą przesadzoną, że wyroby kompozytowe wkraczą do górnictwa. Cechy podstawowe siatek kompozytowych, na które składają się odporność na korozję, łatwość i bezpieczeństwo montażu, elastyczność oraz niska masa sprawiają, że mogą one z powodzeniem zastąpić obecnie stosowane rozwiązania. Nie bez znaczenia jest także tutaj czynnik ekonomiczny, ponieważ siatki kompozytowe nie wymagają okresowej wymiany czy naprawy, co wpływa w sposób znaczący na oszczędności, nawet w krótkiej perspektywie czasu, z punktu widzenia warunków ich eksploatacji. Bez wątplenia mamy do czynienia

z nową jakością, podnoszącą wydajność i poprawiającą bezpieczeństwo pracy. Wyroby kompozytowe wyznaczają bowiem nowy kierunek na przyszłość, jeśli chodzi o materiały stosowane w górnictwie podziemnym.

Literatura

1. *Cala M., Roth A.*: Możliwości zastosowania siatek stalowych w warunkach zagrożeń dynamicznych. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2007, nr 3/1, s. 125-133.
2. *Chudek M.*: Obudowa wyrobisk górniczych. Część 1. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wyd. 2 przerobione i uzupełnione. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1986.
3. *Gluch P.*: Badania nośności węzłów siatek łańcuchowo-węzłowych dla oceny ich podatności w trudnych warunkach geologiczno-górnictwowych. Seminarium pt.: Problemy utrzymania wyrobisk korytarzowych. Nowoczesne Technologie Górnicze 2006. Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Ustroń 2006.
4. *Janusz L., Zawisza M.*: Funkcje spełniane przez materiały geosyntetyczne w konstrukcjach inżynierskich. XXVII Zimowa Szkoła Mechaniki. 2004, s. 371-380. <http://old.teberia.pl/bibliografia.php?a=showarticle&ArticleID=11168> (data pobrania: 03.05.2016)
5. *Maro L.*: Geosyntetyki do powierzchniowego wzmocnienia gruntu. Poradnik projektanta i wykonawcy. Wydawnictwo LEMAR, Łódź 2010.
6. Norma PN-G-15050: 1996 – Obudowa wyrobisk górniczych – Siatki okładzinowe zgrzewane.
7. Norma PN-G-15091:1998: Kotwie górnicze – Wymagania.
8. Norma PN-G-15092:1999: Kotwie górnicze – Badania.
9. *Pytlik A.*: Obudowa górnicza i jej akcesoria – wymogi bezpiecznego stosowania. Bezpieczeństwo pracy w kopalniach węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod redakcją Władysława Konopko. Górnictwo i Środowisko. T. 1, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2013, s. 111÷133.
10. *Pytlik A.*: Badania porównawcze nośności powłok natryskowych i siatek okładzinowych metodą „testu skrzyniowego”. Górnictwo Zagrożenia Naturalne 2013. Prewencja Zagrożeń Naturalnych. Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Kabiesza, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2013.
11. *Pytlik A.*: Badania metodą „testu skrzyniowego” statycznej nośności siatek okładzinowych stosowanych w obudowie podporowej i kotwowej. „Przeгляд Górnictwa” 2014, nr 5, s. 91÷96.
12. *Pytlik A.*: Graniczne wartości obciążenia powodujące niszczenie okładzin górniczych. „Przeгляд Górnictwa” 2015, nr 5, s. 78÷84.
13. *Rotkegel M.*: Wpływ sposobu montażu siatek okładzinowych na ich pracę. „Przeгляд Górnictwa” 2014, nr 3.
14. *Stefaniak D.*: Analiza uszkodzeń obudów chodnikowych wskutek tępów i jej zastosowanie w optymalizacji konstrukcji. Prace Naukowe GIG nr 820, Katowice 1996.