

Zastosowanie siatek i kompozytów Tensar do zbrojenia warstw asfaltowych. Wpływ na wzrost trwałości zmęczeniowej

mgr inż. Michał Gołos
Business Development Manager
Tensar Polska Sp. z o.o.

VII Międzynarodowa Konferencja
Śląskie Forum Drogownictwa
Katowice, dn. 04÷06.06.2019 r.

ZASTOSOWANIE SIATEK I KOMPOZYTÓW DO ZBROJENIA WARSTW ASFALTOWYCH

Zbrojenie warstw asfaltowych. Gdzie stosować?

Zastosowanie kompozytów zbrojeniowych do
Zbrojenia warstw asfaltowych nawierzchni drogowej

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścieralna	
		Warstwa wiążąca	
	Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej	
		Dolna warstwa podbudowy zasadniczej	
Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza		
	Warstwa mrozochronna		
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4.		

Rys. 4.1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych oraz warstwy ulepszanego podłoża

Główne przyczyny wzmocnienia warstw asfaltowych geosyntetykami

Zastosowanie **siatek i kompozytów** do zbrojenia nowych warstw asfaltowych istniejących nawierzchni drogowych pozwala na skuteczne:

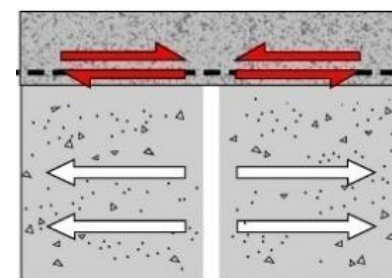
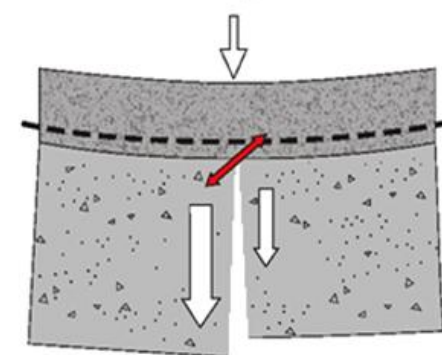
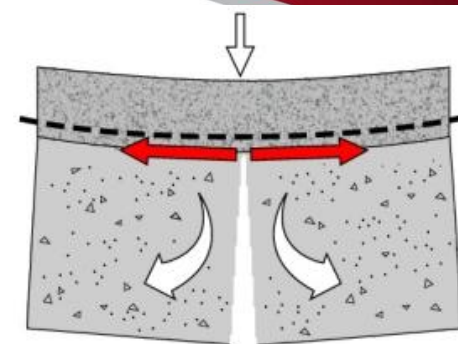
- zapobieganie **spękanom odbitym**,
- zabezpieczanie **połączenia podłużnego** nawierzchni,
- zmniejszanie powstawania **koleinowania** w nowych nawierzchniach (w zdecydowanie mniejszym stopniu)

oraz

- wydłużenie **trwałości zmęczeniowej** nawierzchni poprzez absorpcję i wydłużenie czasu propagacji spękań zmęczeniowych

Główne przyczyny wzmocnienia warstw asfaltowych geosyntetykami

- Wydłużenie **okresów między-remontowych**
- Zmniejszenie **ilości zabiegów utrzymaniowych** w okresie eksploatacji nawierzchni
- Wydłużenie **trwałości zmęczeniowej** nawierzchni poprzez:
 - opóźnienie powstania **spękań zmęczeniowych**
 - wywołanych przez ruch pojazdów,
 - opóźnienie powstania **spękań odbitych**
 - wywołanych przez zmiany temperatury,
 - stworzenie **nieprzepuszczalnej bariery** dla wody zabezpieczającej przed pogorszeniem właściwości strukturalnych nawierzchni,
 - poprawę odporności na powstawanie **kolein strukturalnych** (stabilizacja dolnych warstw nawierzchni – georuszt trójosiowy TriAx TX lub inne rozwiązania).



Zasady doboru technologii wzmocnienia

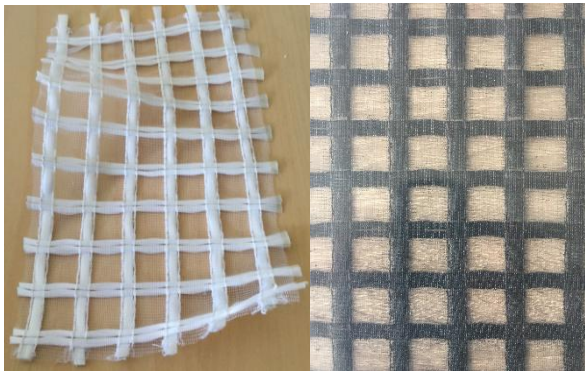
Jakie kroki należy podjąć w celu wyboru właściwego systemu wzmocnienia warstw asfaltowych oraz wyrobu:

- Określenie **rodzaju/mechanizmu zniszczenia** oraz przyczyn powstania spękań:
 - na podstawie: odwierty, georadar, FWD, belka Benkelman'a, inne badania
- Określenie wymaganej funkcji oraz typu wyrobu zbrojeniowego użytego w zależności **od rodzaju i stanu warstw niżej leżących oraz podłoża:**
 - Nośność podłoża...?
 - Ruchy pionowe nawierzchni/podłoża...?
 - Istniejąca nawierzchnia asfaltowa (betonowa)/podbudowa betonowa/warstwy stabilizowane spoiwem hydraulicznym...?
- Sprawdzenie **wymagań technologicznych** dla wybranego produktu, tj.:
 - Równość powierzchni istniejącej nawierzchni lub nawierzchni sfrezowanej
 - Minimalna grubość warstwy asfaltowej układanej bezpośrednio na wyrobie
 - Konieczna szerokość pasma (pojedyncze spękanie) czy cała powierzchnia
- Określenie funkcji materiału i jego właściwości zgodnie z PN-EN 15381⁶

PRZEGLĄD DOSTĘPNYCH WYROBÓW W ZALEŻNOŚCI OD PEŁNIONEJ FUNKCJI W WARSTWACH ASFALTOWYCH NAWIERZCHNI

Przegląd dostępnych wyrobów w zależności od pełnionej funkcji

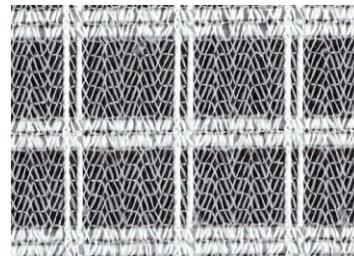
Product types	Paving grids			Composite grids	
	1. Paving fabrics	2. Paving grid (type 1) (Flexible fiber grids)	3. Paving grid (type 2) (Rigid, high profile grids)	4. Composite grid (type 1) (Flexible fiber grids)	5. Composite grid (type 2) (Rigid, high profile grids)
Related functions	Moisture barrier Stress relief	Reinforcement by adhesion	Structural reinforcement by interlock and adhesion	Moisture barrier Stress relief Reinforcement by adhesion	Moisture barrier Stress relief Structural reinforcement by interlock and adhesion



GlasstexGrid RN GlasstexGrid R

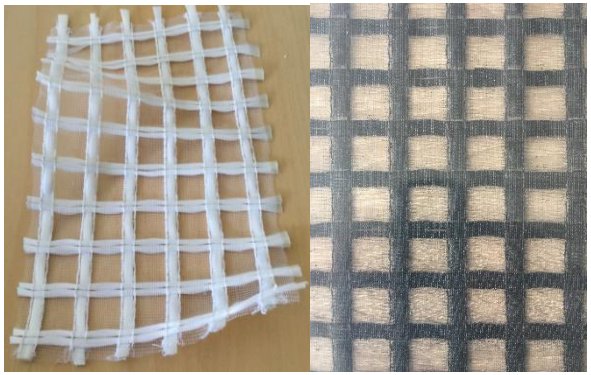
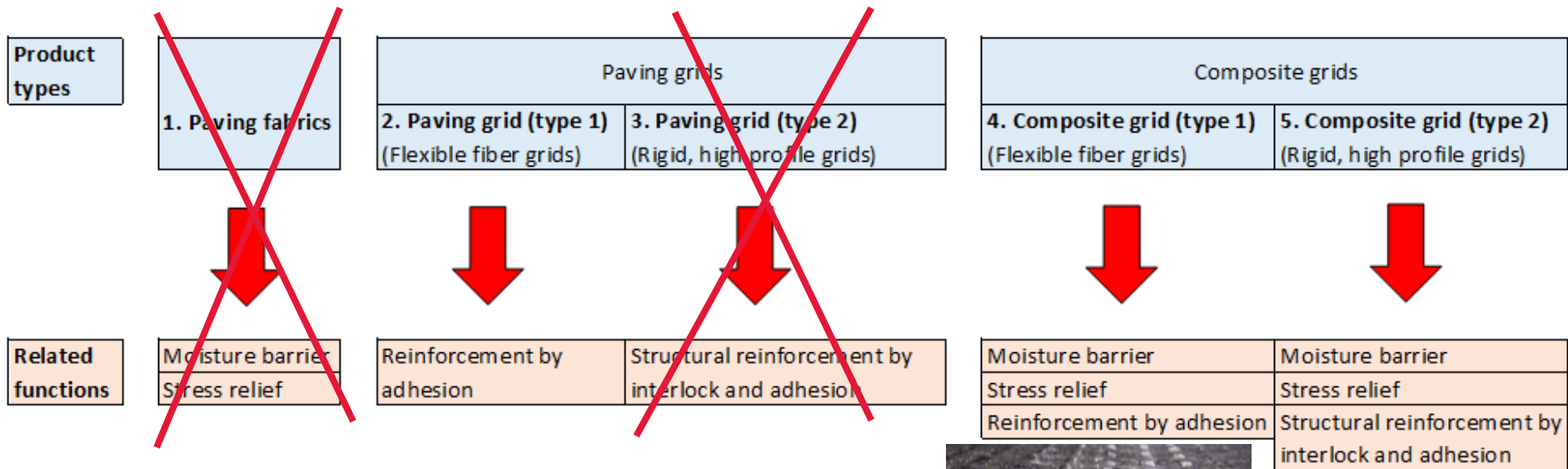


Glasstex Patch
GlasstexP



AR-GN
AR-GNs

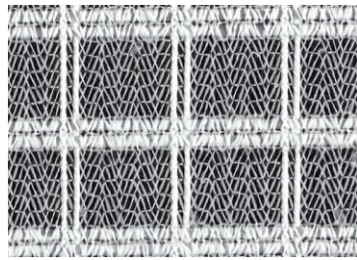
Przegląd dostępnych wyrobów w zależności od pełnionej funkcji



GlasstexGrid RN GlasstexGrid R

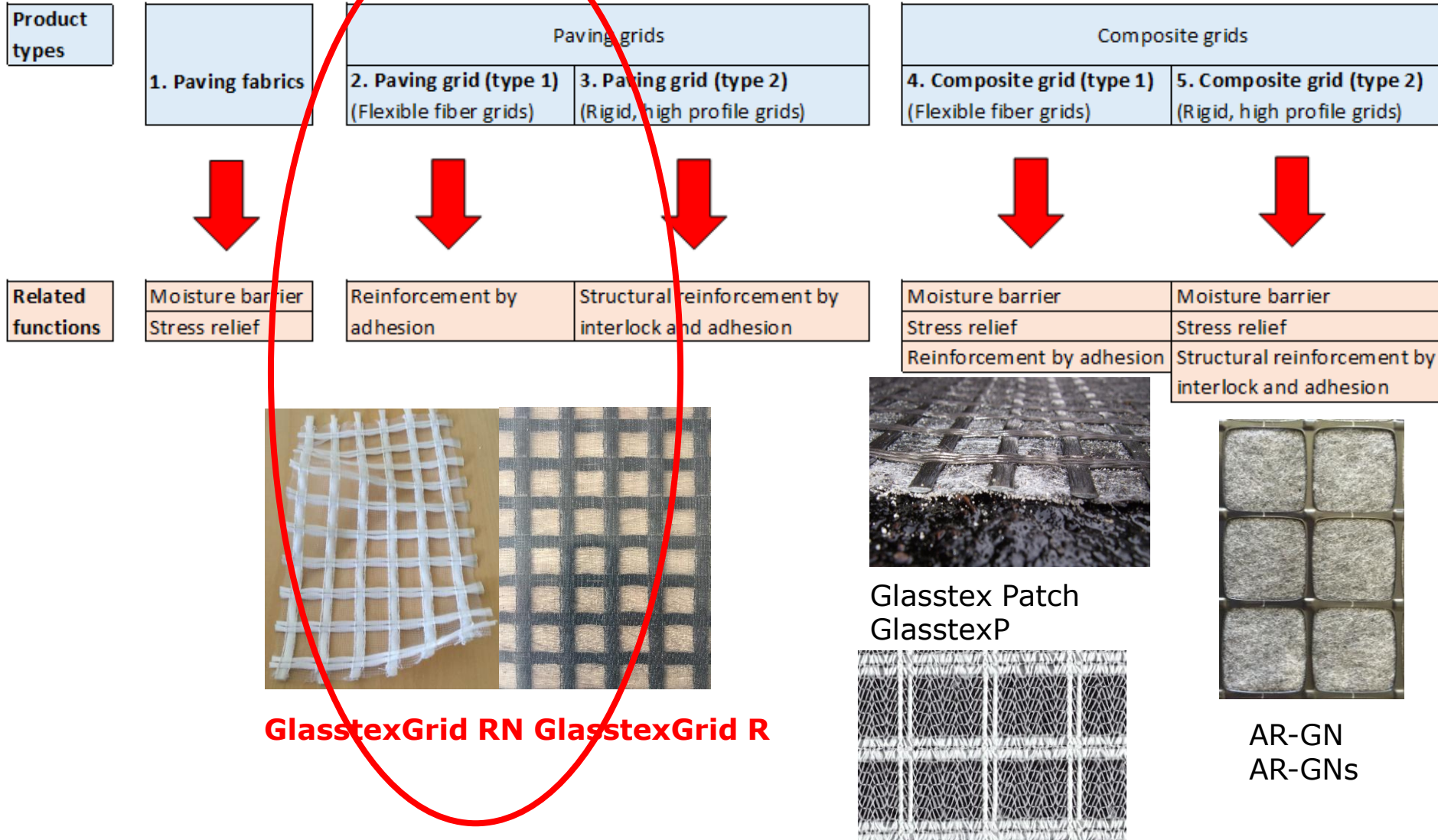


Glasstex Patch
GlasstexP



AR-GN
AR-GNs

Przegląd dostępnych wyrobów w zależności od pełnionej funkcji



GlasstexGrid RN GlasstexGrid R

Siatka Tensar *GlasstexGrid RN / R*

Typ:

Wyrób składający się z:

- siatki z włókna szklanego (RN) / siatka z włókna szklanego w otoczce polimerowej (R)
- bardzo cienkiej włókniny (do 20 g/m²)

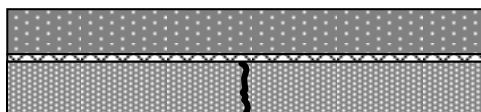
Dane techniczne:

szerokość: 1 / 2/ 3/ 4 m
 długość: 100 m
 wytrzymałość: 60 / 60 and
 120 / 120 kN/m

Funkcja:

Zbrojenie (wyłącznie)

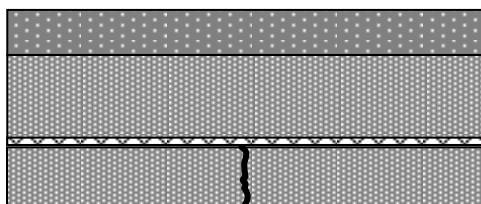
Zakres zastosowań:



Nowa: Warstwa ścieralna ≥ 40 mm

Tensar *GlasstexGrid RN/R*

Istniejąca: warstwa asfaltowa



Nowa: Warstwa ścieralna

Nowa: Warstwa wiążąca ≥ 40 mm

Tensar *GlasstexGrid RN/R*

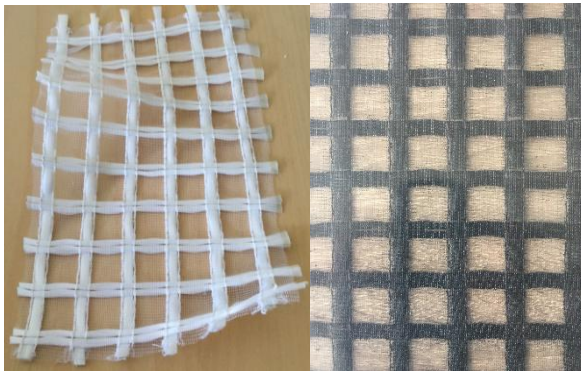
Istniejąca: warstwa asfaltowa

Ilość pozostałego lepiszcza (po odparowaniu wody z emulsji): 0,5-0,9 kg/m² (równa się 0,8-1,3 kg/m² 65% emulsji asfaltowej); ilość zależy od warunków powierzchni;

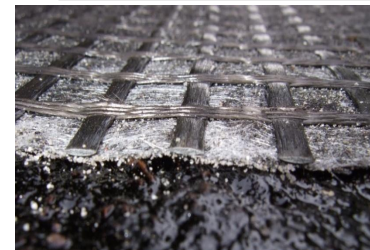


Przegląd dostępnych wyrobów w zależności od pełnionej funkcji

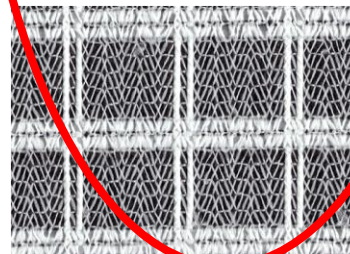
Product types	Paving grids			Composite grids	
	1. Paving fabrics	2. Paving grid (type 1) (Flexible fiber grids)	3. Paving grid (type 2) (Rigid, high profile grids)	4. Composite grid (type 1) (Flexible fiber grids)	5. Composite grid (type 2) (Rigid, high profile grids)
Related functions	Moisture barrier Stress relief	Reinforcement by adhesion	Structural reinforcement by interlock and adhesion	Moisture barrier Stress relief Reinforcement by adhesion	Moisture barrier Stress relief Structural reinforcement by interlock and adhesion



GlasstexGrid RN GlasstexGrid R

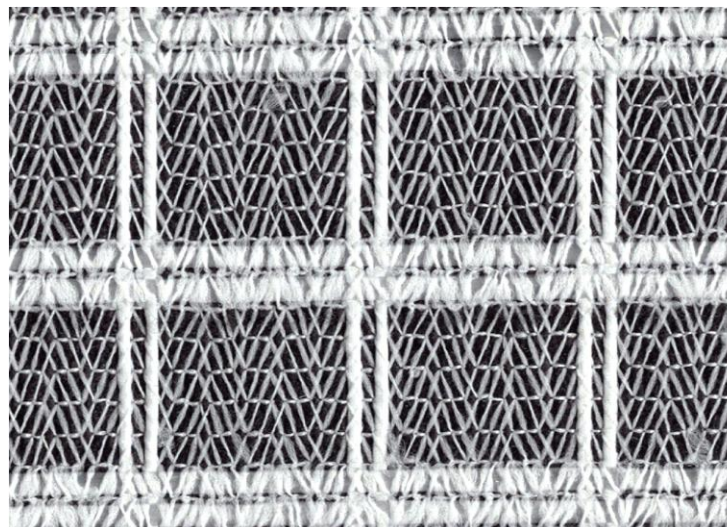


Glasstex Patch
GlasstexP



AR-GN
AR-GNs

Kompozyt Tensar *Glasstex P50 i P100*



Typ:

Kompozyt składający się z:

- Siatki z włókna szklanego
- Geowłókniny o gramaturze $\geq 130\text{g/m}^2$

Dane techniczne:

Szerokość: 3.0 / 2.0 / 1.5 / 1.0 m

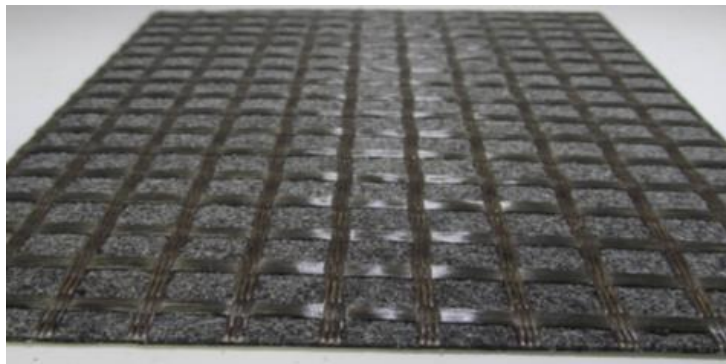
(na życzenie)

Długość: 100 m

Wytrzymałość: 50 / 50 oraz

100 / 100 kN/m

Kompozyt Tensar *GlasstexPatch* 660 i 880



Type:

Kompozyt składający się z:

- siatki z włókna szklanego połączonej trwale z
- membraną bitumiczną

Dane techniczne:

szerokość:	1.0 m
długość:	15 m
wytrzymałość:	70/114 kN/m oraz 25/55 kN/m

Zakres zastosowań: **Pojedyncze spękania** lub szczeliny & nieciągłości
naprawy cząstkowe

Kompozyt Tensor *Glasstex P & Patch 660 i 880*

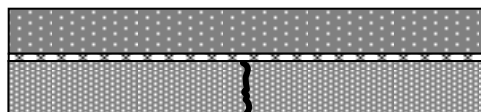
Funkcje:

1. Zbrojenie
2. Rozproszenie naprężeń (absorpcja)
3. Nieprzepuszczalna bariera dla wody

Glasstex Patch Zaleca się stosowanie emulsji w ilości:

- 0,2-0,3 kg/m² w przypadku istn. nawierzchni asfaltowej lub betonowej,
- 0,3-0,4 kg/m² w przypadku układania bezp. na frezie

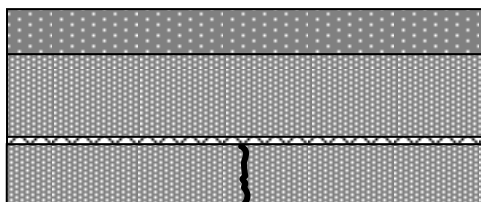
Zakres zastosowań:



Nowa: Warstwa ściernalna $\geq 4\text{cm}$

Tensor *Glasstex Patch*

Istniejąca: nawierzchnia/asfaltowa lub betonowa



Nowa: Warstwa ściernalna

Nowa: Warstwa wiążąca $\geq 4\text{cm}$

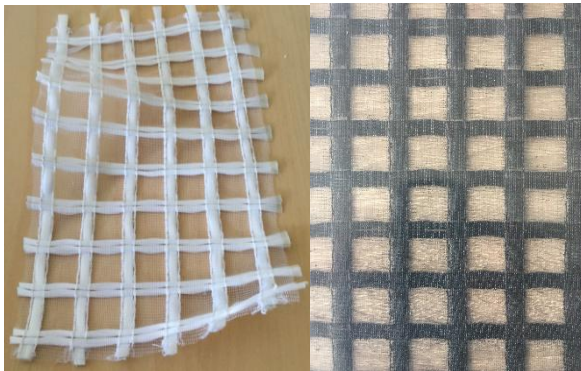
Tensor *Glasstex Patch (P)*

Istniejąca: nawierzchnia/asfaltowa lub betonowa

WYDŁUŻENIE TRWAŁOŚCI ZMĘCZENIOWEJ. KOMPOZYT DO ZBROJENIA WARSTW ASFALTOWYCH

Przegląd dostępnych wyrobów w zależności od pełnionej funkcji

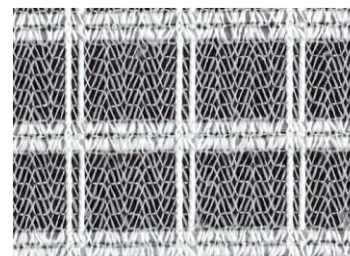
Product types	Paving grids			Composite grids	
	1. Paving fabrics	2. Paving grid (type 1) (Flexible fiber grids)	3. Paving grid (type 2) (Rigid, high profile grids)	4. Composite grid (type 1) (Flexible fiber grids)	5. Composite grid (type 2) (Rigid, high profile grids)
Related functions	Moisture barrier Stress relief	Reinforcement by adhesion	Structural reinforcement by interlock and adhesion	Moisture barrier Stress relief Reinforcement by adhesion	Moisture barrier Stress relief Structural reinforcement by interlock and adhesion



GlasstexGrid RN GlasstexGrid R



Glasstex Patch
GlasstexP



AR-GN
AR-GNs
AX5-GN

Kompozyt do zbrojenia warstw asfaltowych nawierzchni drogowych **Tensor AR-GN & AR-GNs (dwuosiowy)**. Zwiększenie trwałości zmęczeniowej

Tensor

Rodzaj kompozytu:

Kompozyt składający się z:

- Monolitycznego (sztywnego) rusztu zbrojeniowego z PP,
- włókniny o gramaturze $\geq 130\text{g/m}^2$.

▪ Funkcja: R, STR i B

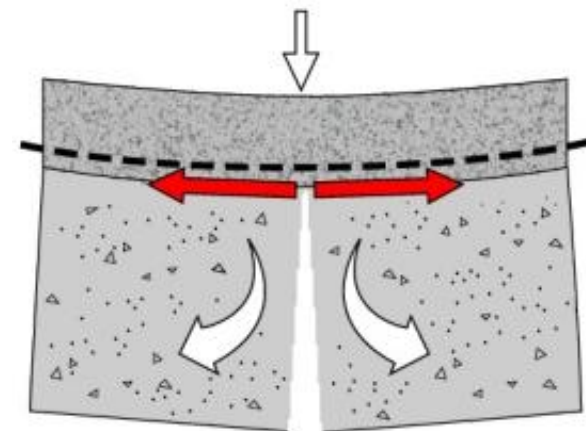
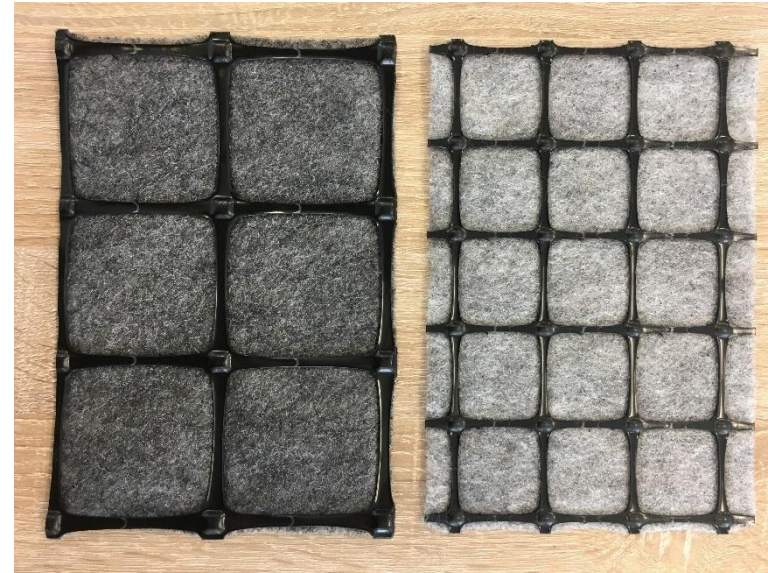
▪ Wymiary oczka rusztu: **65/65mm**
(wersja podstawowa AR-GN)
& **39/39mm** (wersja *small* AR-GNs)

▪ Zalecane układanie na w-wie wyrównawczej

▪ Warstwa szepna do połączenia

Zaleca się stosować emulsję asfaltową o zawartości lepiszcza $\geq 69\%$ w ilości zapewniającej ilość pozostałego lepiszcza po odparowaniu wody na poziomie

1,2 ÷ 1,5 kg/m² (funkcja STR & B)

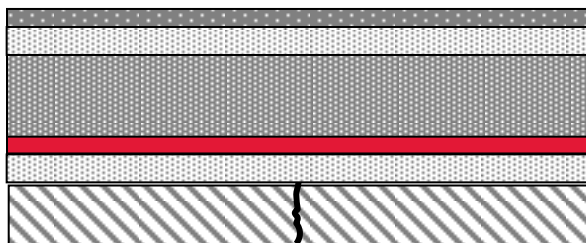


Kompozyt Tensor *AR-GN* & *AR-GNs*

Funkcje:

1. Zbrojenie
2. Rozproszenie naprężeń (absorpcja)
3. Nieprzepuszczalna bariera dla wody

Zakres zastosowania:



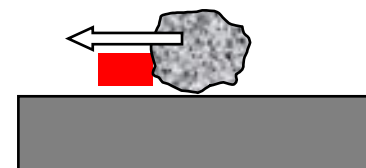
Nowa: Warstwa ścieralna

Nowa: Warstwa wiążąca $\geq 7\text{cm}$: **AR-GN** ($\geq 6\text{cm}$: **AR-GNs**)

Kompozyt

Warstwa wyrównawcza

Istniejąca: nawierzchnia asfaltowa lub betonowa



Kompozyt do zbrojenia warstw asfaltowych nawierzchni **Tensor** drogowych **Tensor AX5-GN (georuszt trójosiowy)**.
Zwiększenie trwałości zmęczeniowej



FUNKCJE KOMPOZYTU W WARSTWACH ASFALTOWYCH

Różne funkcje materiału w warstwach asfaltowych

EN 15381 (Norma europejska)

PN-EN 15381 (Norma krajowa)

Oznakowanie CE-zgodne z przeznaczeniem i funkcją wyrobu dla **kompozytów** stosowanych do warstw asfaltowych:

- **Zbrojenie/Reinforcement (R)**
- **Rozproszenie naprężeń (absorpcja)/Stress-relief (STR)**
- **Bariera międzywarstwowa/Interlayer barrier (B)**

BRITISH STANDARD	BS EN 15381:2008
<p>Geotextiles and geotextile-related products — Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays</p>	
	<p>POLSKA NORMA</p>
	<p>ICS 59.080.70; 93.080.20</p> <p>PN-EN 15381</p> <p>wrzesień 2010</p> <p>Wprowadza EN 15381:2008, IDT</p> <p>Zastępuje PN-EN 15381:2008</p>
	<p>Geotekstylia i wyroby pokrewne Wymagania w odniesieniu do wyrobów stosowanych w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych</p>
<p>NO COPYING WITHOUT BSI PERM</p>	
	<p>Norma Europejska EN 15381:2008 ma status Polskiej Normy</p>
	<p>© Copyright by PKN, Warszawa 2010</p> <p>nr ref. PN-EN 15381:2010</p> <p>Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakiegokolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego</p>


Różne funkcje materiału w warstwach asfaltowych

EN 15381 (Norma europejska)

PN-EN 15381 (Norma krajowa)

Oznakowanie CE-zgodne z przeznaczeniem i funkcją wyrobu dla **kompozytów** stosowanych do warstw asfaltowych:

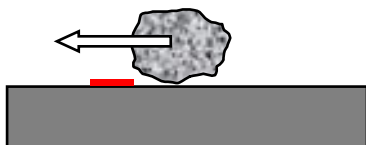
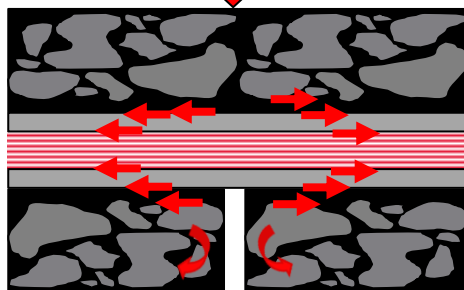
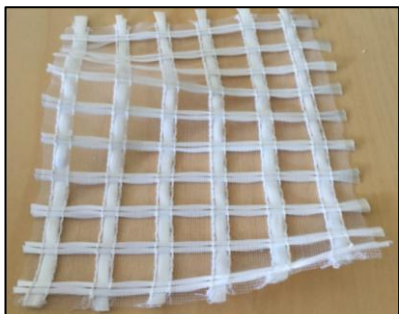
- **Zbrojenie/Reinforcement (R)**
- **Rozproszenie naprężeń (absorpcja)/Stress-relief (STR)**
- **Bariera międzywarstwowa/Interlayer barrier (B)**

BRITISH STANDARD	BS EN 15381:2008
<p>Geotextiles and geotextile-related products — Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays</p>	
 <p>POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY</p>	<p>POLSKA NORMA</p> <p>ICS 59.080.70; 93.080.20</p> <p>PN-EN 15381</p> <p>wrzesień 2010</p> <p>Wprowadza EN 15381:2008, IDT</p> <p>Zastępuje PN-EN 15381:2008</p>
<p>NO COPYING WITHOUT BSI PERM</p>	<p>Geotekstylia i wyroby pokrewne Wymagania w odniesieniu do wyrobów stosowanych w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych</p>
<p>Norma Europejska EN 15381:2008 ma status Polskiej Normy</p>	
<p>© Copyright by PKN, Warszawa 2010</p> <p>nr ref. PN-EN 15381:2010</p> <p>Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakiegokolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego</p>	

Zbrojenie

Zbrojenie poprzez **adhezję/tarcie (typ 1):**

Płaskie i miękkie siatki z włókien przeplatanych lub zgrzewanych (np. włókno szklane lub PES)



Sposób działania:

- Przenoszenie obciążenia odbywa się poprzez **siły tarcia**
- W przypadku pojawienia się sił wywołujących zginanie nakładki asfaltowej, naprężenia przenoszone są z ziaren do lepiszcza, dalej do otoczki bitumicznej i następnie do włókien siatki

PODATNA SIATKA

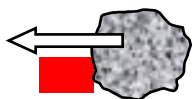
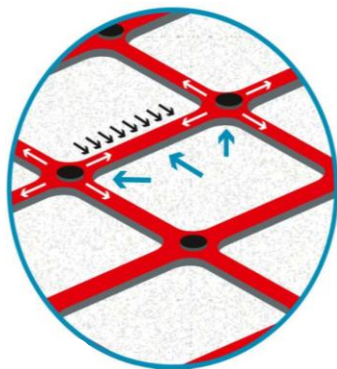
- siatka przeplatana np. z włókna szklanego
- płaski przekrój żebra
- brak oparcia: siła tarcia

wymagana jest duża wytrzymałość na rozciąganie

Zbrojenie

Zbrojenie poprzez **zazębienie (typ 2)**:

Sztywne ruszty z grubymi/wysokimi żebrami i węzłami (np. stalowe lub ciągnięte z PP)



- Przenoszenie obciążenia odbywa się poprzez **zazębienie/klinowanie** – aktywacja pełnej wytrzymałości materiału
- Stabilizacja ziaren mieszanki zabezpiecza przed ruchami w płaszczyźnie materiału

SZTYWNY RUSZT

- duży przekrój żebra
- żebra dają oparcie dla ziaren mieszanki grysowej: zazębienie
- wymagana jest duża sztywność w płaszczyźnie materiału
- relatywnie niska wytrzymałość na rozciąganie


Różne funkcje materiału w warstwach asfaltowych

EN 15381 (Norma europejska)

PN-EN 15381 (Norma krajowa)

Oznakowanie CE-zgodne z przeznaczeniem i funkcją wyrobu dla **kompozytów** stosowanych do warstw asfaltowych:

- **Zbrojenie/Reinforcement (R)**
- **Rozproszenie naprężeń (absorpcja)/Stress-relief (STR)**
- **Bariera międzywarstwowa/Interlayer barrier (B)**

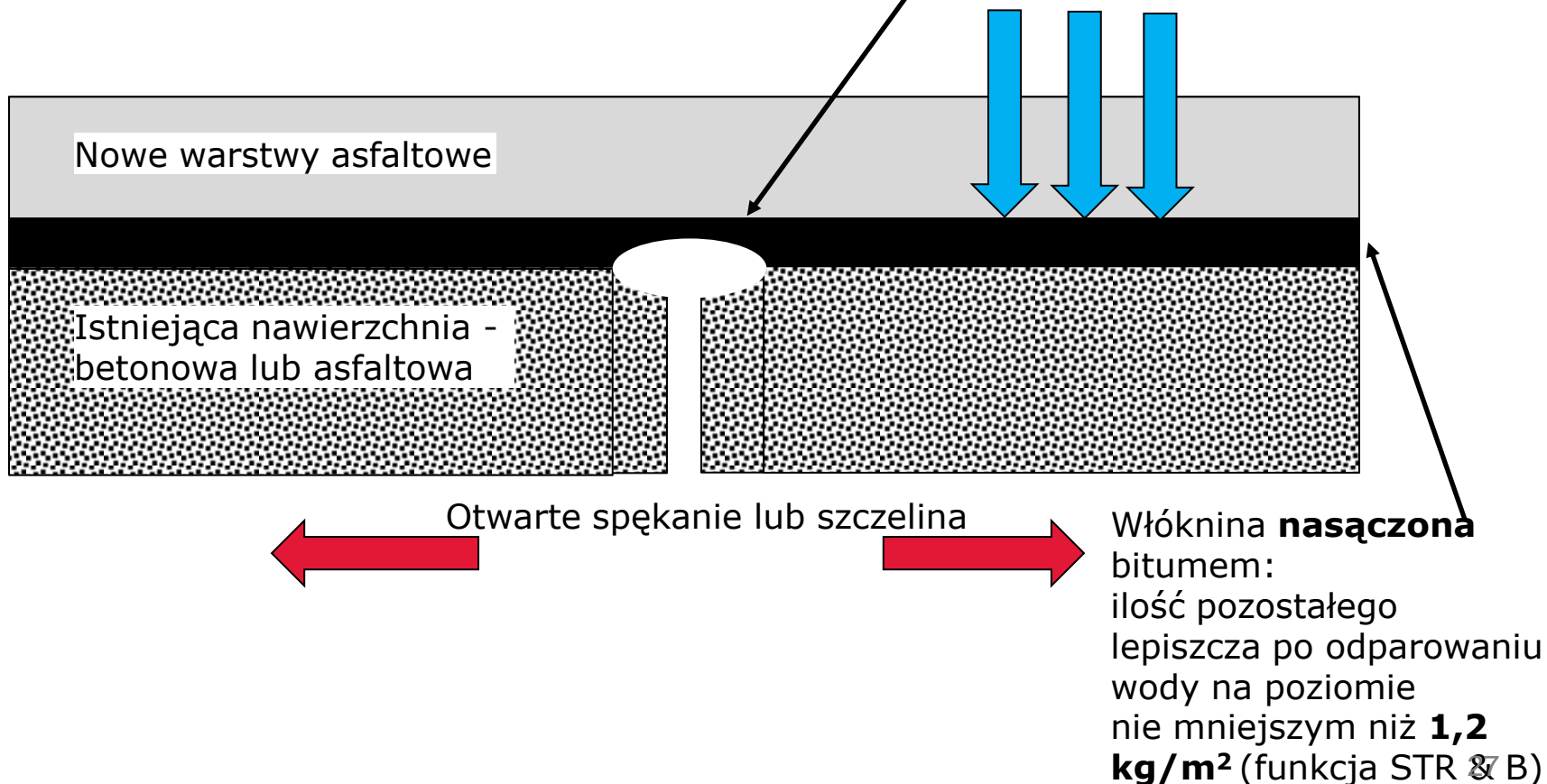
BRITISH STANDARD	BS EN 15381:2008
<p>Geotextiles and geotextile-related products — Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays</p>	
 <p>PKN POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY</p>	<p>POLSKA NORMA</p> <p>ICS 59.080.70; 93.080.20</p> <p>PN-EN 15381</p> <p>wrzesień 2010</p> <p>Wprowadza EN 15381:2008, IDT</p> <p>Zastępuje PN-EN 15381:2008</p>
<p>Geotekstylia i wyroby pokrewne Wymagania w odniesieniu do wyrobów stosowanych w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych</p>	
<p>Norma Europejska EN 15381:2008 ma status Polskiej Normy</p>	
<p>© Copyright by PKN, Warszawa 2010</p> <p>nr ref. PN-EN 15381:2010</p> <p>Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego</p>	

Absorpcja naprężeń & bariera międzywarstwowa

Absorpcja / rozpraszanie naprężeń i szczelna bariera

→ Zasada **SAMI** (**S**tress **A**bsorbing **M**embrane **I**nterlayer)

→ Kontrolowane zerwanie szczepności



Rozproszenie/absorpcja naprężeń

Co oznacza?

- *„Funkcja pełniona przez nasycony bitumem wyrób geotekstylny, który umożliwia nieznaczne przemieszczenia między powierzchnią drogi a nową nakładką asfaltową, dzięki czemu możliwe jest rozproszenie naprężeń, które opóźni lub powstrzyma propagację spękań w nakładce asfaltowej” na pdst. PN-EN 15381*

W jakich sytuacjach ta funkcja jest kluczowa?

- Funkcja jest szczególnie istotna gdy w nawierzchni pojawiają się odkształcenia w płaszczyźnie poziomej, spowodowane najczęściej przez **naprężenia termiczne lub zmęczeniowe**, wywołane ruchem pojazdów.

Obszar zastosowania:

- Istniejące warstwy **stabilizowane spoiwami chemicznymi**,
- Warstwy istniejącej nawierzchni poddane zaawansowanemu **procesowi starzenia**:
- Obszary nawierzchni w postaci szerokich otwartych spękań ($\geq 5\text{mm}$), zainicjowanych przez **poziome naprężenia rozciągające**.

Bariera międzywarstwowa

Co oznacza?

- „Funkcja pełniona przez nasycony bitumem wyrób geotekstylny, który działa jak bariera zabezpieczająca przed wnikaniem wody w głąb konstrukcji i tym samym zapobiega lub opóźnia proces niszczenia nawierzchni” na pdst. PN-EN 15381

W jakich sytuacjach ta funkcja jest kluczowa?

- Wszędzie tam gdzie dostawanie się wody do nawierzchni:
 - może znacznie obniżać nośność i trwałość całej nawierzchni drogowej,
 - może powodować zniszczenia spowodowane ingerencją mrozu (np. wysadziny, spękania niskotemperaturowe i inne),
 - może wpływać i przyspieszać proces starzenia asfaltu (wywołany utlenianiem).


Obszar zastosowania:

- Obszary narażone na zniszczenia spowodowane **działaniem mrozu**, tj. wysadziny mrozowe,
- Obszary gdzie nośność podłoża zależy od **występowania wody** i jej zmieniającego się poziomu.

Regulacje formalne.

Różne funkcje materiału w warstwach asfaltowych


Dokument CE (**Deklaracja Właściwości Użytkowych** (*Declaration of Performance*) dla kompozytu **Tensar AR-GN** lub **AR-GNs** opisuje funkcje:



THE COMPANY
YOU CAN BUILD ON™

Deklaracja Właściwości Użytkowych Tensar
DWU Nr 97/AR-GNS

Deklaracja Właściwości Użytkowych Tensar Geokompozyt AR-GNS



1) Niepowtarzalny kod identyfikacyjny wyrobu:
AR-GNS

2) Numer typu, partii lub serii lub jakiegokolwiek inny element umożliwiający identyfikację wyrobu budowlanego, wymagany zgodnie z art. 11 ust. 4
Geokompozyt AR-GNS – numer partii umieszczony na opakowaniu wyrobu

3) Przewidziane przez producenta zamierzone zastosowanie lub zastosowania wyrobu budowlanego zgodnie z mającą zastosowanie zharmonizowaną specyfikacją techniczną:
Do zastosowań w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych
Przeznaczenie: zbrojenie, absorpcja naprężeń i bariera

ZWIĘKSZENIE TRWAŁOŚCI ZMĘCZENIOWEJ NAWIERZCHNI POPRZEZ ZBROJENIE KOMPOZYTEM W POSTACI MONOLITYCZNEGO RUSZTU I WŁÓKNINY

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem.

Założenia projektowe

- Zastosowanie w nowych warstwach asfaltowych nawierzchni georusztu/kompozytu zwiększa ich trwałość zmęczeniową wynikającą z **kryterium spękań zmęczeniowych**, natomiast nie ma wpływu na trwałość zmęczeniową wynikającą z kryterium trwałej deformacji podłoża.
- Istnieje możliwość zwiększenia trwałości zmęczeniowej nowych warstw asfaltowych o współczynnik: **$f_s = 1,5 \div 3,0$**
- Trwałość zmęczeniowa nawierzchni, w której warstwy asfaltowe są wzmocnione kompozytem sztywnej siatki monolitycznej, określa się w tym przypadku ze wzoru:

$$N = \min (N_{fa} \times A; N_{fg})$$

gdzie:

N – całkowita trwałość zmęczeniowa nawierzchni;

N_{fa} – ilość obciążeń osią standardową do wystąpienia spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych;

A – współczynnik zwiększający zawierający się w przedziale 1,5 – 3,0;

N_{fg} – ilość obciążeń osią standardową do wystąpienia krytycznej deformacji strukturalnej nawierzchni.

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem. Założenia projektowe

- Zastosowanie w nowych warstwach asfaltowych nawierzchni georusztu/kompozytu zwiększa ich trwałość zmęczeniową wynikającą z **kryterium spękań zmęczeniowych**, natomiast nie ma wpływu na trwałość zmęczeniową wynikającą z kryterium trwałej deformacji podłoża.
- Istnieje możliwość zwiększenia trwałości zmęczeniowej nowych warstw asfaltowych o współczynnik: **$f_s = 1,5 \div 3,0$**
- Trwałość zmęczeniowa nawierzchni, w której warstwy asfaltowe są wzmocnione kompozytem sztywnej siatki monolitycznej, określa się w tym przypadku ze wzoru:

$$N = \min (N_{fa} \times A; N_{fg})$$

gdzie:

N – całkowita trwałość zmęczeniowa nawierzchni;

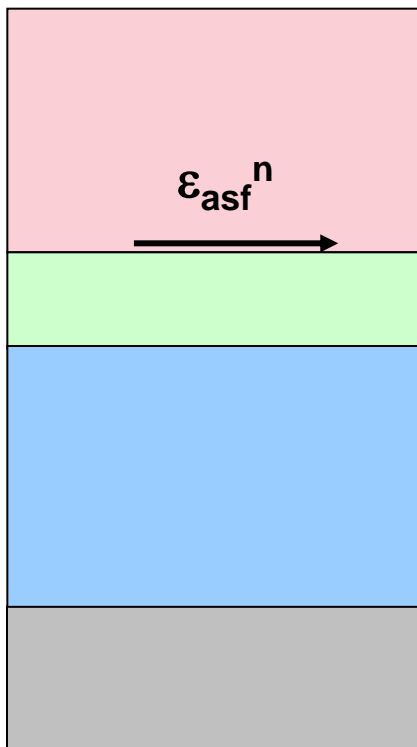
N_{fa} – ilość obciążeń osią standardową do wystąpienia spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych;

A – współczynnik zwiększający zawierający się w przedziale 1,5 – 3,0;

N_{fg} – ilość obciążeń osią standardową do wystąpienia krytycznej deformacji strukturalnej nawierzchni.

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem.

Projektowanie



Nowy pakiet warstw asfaltowych : **H_n**

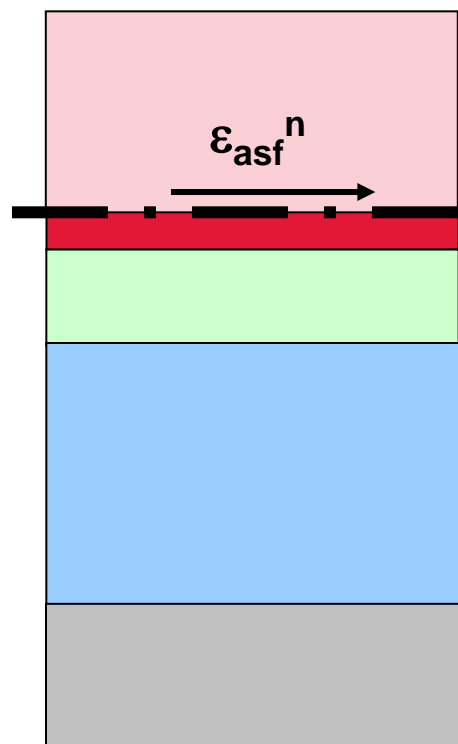
Istniejące warstwy asfaltowe:
frezowanie całkowite lub częściowe

Istniejąca podbudowa

Podłoże gruntowe

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem.

Niezmienna grubość w-w asfaltowych \longrightarrow większa trwałość



Nowy pakiet warstw asfaltowych: $H_n^* = H_n$
Kompozyt AR-GN lub AR-GNs

W-wa wyrównawcza: 3 ÷ 4 cm

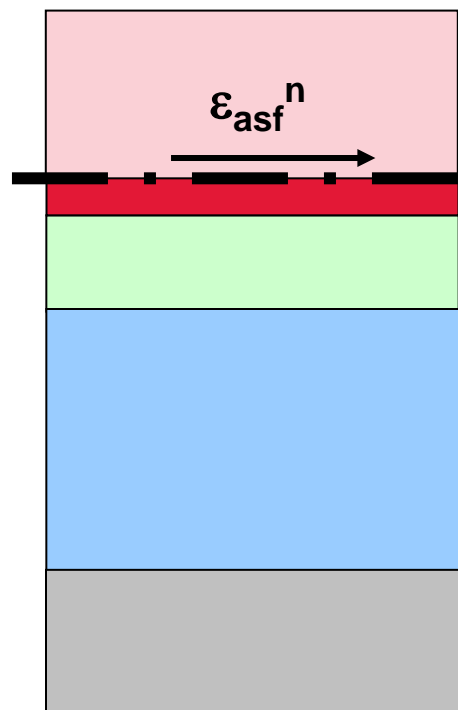
Istniejące warstwy asfaltowe:
frezowanie całkowite lub częściowe

Istniejąca podbudowa

Podłoże gruntowe

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem.

Niezmienna trwałość → zmniejszona grubość pakietu w-w asfalt.



Nowy pakiet warstw asfaltowych: $H_n^* < H_n$
Kompozyt AR-GN lub AR-GNs

W-wa wyrównawcza: 3 ÷ 4 cm

Istniejące warstwy asfaltowe:
frezowanie całkowite lub częściowe

Istniejąca podbudowa

Podłoże gruntowe

INSTALACJA KOMPOZYTU I WYMAGANIA DOTYCZĄCE WBUDOWANIA

1. Warstwa szepna z emulsji asfaltowej

Zaleca się stosować emulsję asfaltową o zawartości lepiszcza \geq **69%** w ilości zapewniającej ilość pozostałego lepiszcza po odparowaniu wody na poziomie nie mniejszym niż **1,2 kg/m²** (**funkcja STR & B**)

2. Odpowiednie przygotowanie podłoża pod ułożenie kompozytu

Wyrównana, sucha, czysta i odpylona powierzchnia.

3. Układanie kompozytu przy odpowiednich warunkach pogodowych

Minimalna temperatura powietrza $+10^{\circ}\text{C}$ i brak deszczu.

4. Zastosowanie odpowiedniego sprzętu do instalacji mechanicznej lub ręcznej

Szczotki, drążek prowadzący do mocowania rolki z łańcuchami do zaczepienia na haku skraparki, pistolet do wstrzeliwania kołków lub gwoździ, piła tarczowa do cięcia rolek i inne.

5. Zachowanie wymaganych zakładów oraz ich prawidłowe wykonanie.
6. Unikanie lokalizacji złączy technologicznych układanej nawierzchni w obrębie zakładów kompozytu.
7. Ograniczenia dla ruchu budowlanego i technologicznego na ułożonym kompozycie.
8. Układanie pod warstwą podbudowy asfaltowej lub pod warstwą wiążącą, Warstwa mieszanki mineralno-asfaltowej układana bezpośrednio na kompozycie: grubość min 70 (60) mm.

Szczegółowe instrukcje instalacji dostępne z Tensor Polska:
Instrukcja instalacji Tensor IGC/AR-GN, Data publikacji: 8.08.2015r.
Instrukcja instalacji Tensor IGC/AR-GNS, Data publikacji: 8.08.2015r.

Podstawowe wymagania dotyczące prawidłowego wbudowania kompozytu

Tensor

THE COMPANY
YOU CAN BUILD ON™

Instrukcja Instalacji Tensor
IGC/AR-GN
Data publikacji: 8 sierpnia 2015r.

Instrukcja instalacji kompozytu AR-GN

Zakres

Niniejsza instrukcja dotyczy zastosowania produkowanego przez firmę Tensor kompozytu AR-GN przeznaczonego do zbrojenia warstw bitumicznych konstrukcji nawierzchni drogowych. Kompozyt AR-GN zbudowany jest z ciągnionej siatki polipropylenowej (w postaci sztywnego rusztu) AR1, fabrycznie spojonej z włókniną polipropylenową w kolorze ciemnoszarym. Siatka przejmuje naprężenia wykorzystując optymalną współpracę mechaniczną z mieszaniną mineralno-asfaltową dzięki głębokiemu profilowi żeber, powodując w ten sposób zbrojenie konstrukcji. Włóknina z kolei ułatwia układanie materiału oraz w połączeniu z lepiszczem – absorbuje naprężenia, i tworzy podreśniętą warstwę izolacyjną zapobiegającą przenikaniu wody i tlenu. Charakterystykę wyrobu oraz opisane korzyści użytkowe (wzmocnienie/zbrojenie, odprężenie, warstwa izolacyjna) określono zgodnie z normą EN 15381.

Przed przystąpieniem do montażu nabywca wyrobu powinien we własnym zakresie ocenić jego przydatność do konkretnego zastosowania. Każdy etap montażu należy wykonać zgodnie z ogólnymi standardami i przepisami dotyczącymi wykonywania robót budowlanych.

Warunki transportu i przechowywania

Rollki kompozytu należy przewozić z zachowaniem należytej ostrożności, a po dostarczeniu na miejsce przechowywać w suchych i czystych warunkach na równym podłożu w sposób nie powodujący odkształceń materiału. Rollki powinny być zabezpieczone przed bezpośrednim nasłonecznieniem i wodą.

Przygotowanie podłoża

- Podłożami odpowiednimi do układania kompozytu są warstwy bitumiczne i betonowe.
- Powierzchnia warstwy powinna być równa w celu zapewnienia przylegania kompozytu AR-GN do całej powierzchni podłoża.
- W przypadku frezowania powierzchni asfaltowych za odpowiednie uznaje się podłoże o frezie drobnym o maksymalnej głębokości ≤ 10 mm (Rys. 1).
- Powierzchnia powinna być sucha i czysta, odpylona i oczyszczona z resztek materiałów oraz powinna spełniać podstawowe wymagania określone dla powierzchni przygotowywanych do układania zwykłych mas bitumicznych.
- Nierówne podłoża należy wyrównać lub wyprofilować układając bitumiczną warstwę wyrównawczą. Masa bitumiczna użyta na warstwę podkładową powinna być na tyle gęsta, by nie wchłaniała warstwy szcpejnej.
- Przed ułożeniem kompozytu należy wypełnić odpowiednim materiałem wszelkie wyrwy, szczeliny, pęknięcia i dziury w nawierzchni.
- W przypadku nowo układanych warstw nawierzchni, na powierzchni których ma być nałożona warstwa szcpejna należy poczekać na ostygnięcie tej warstwy do temperatury otoczenia.

Wykonanie warstwy szcpejnej

- Jako materiał na wykonanie warstwy szcpejnej wykorzystywać można asfalt na gorąco lub emulsję asfaltową. Nie zaleca się stosowania asfaltu upłynionego (tj. rozcieńczonego cieczą lotną, np. naftą), który nie sprawdza się w kontakcie z kompozytem AR-GN. Jako odpowiednią wartość penetracji dla krajów o umiarkowanym klimacie (takich jak Wielka Brytania) przyjmuje się 160/220. Wartość penetracji należy odpowiednio zmniejszyć odpowiednio do wzrostu temperatury na obszarach o ciepłym klimacie. Temperatura otoczenia podczas nakładania asfaltu na gorąco nie powinna być niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$. Ewentualne korekty w celu dostosowania do warunków w miejscu montażu wymagają uzgodnień między technologiem i wykonawcą.
- W przypadku wybrania emulsji asfaltowych stosować emulsje przeznaczone do wykonywania utwardzeń powierzchniowych o zawartości lepiszcza $\geq 69\%$ (np. C 69 B4 wg EN 13808). Temperatura otoczenia podczas nakładania emulsji bitumicznej nie powinna być niższa niż $+10^{\circ}\text{C}$. Ewentualne korekty w celu dostosowania do warunków w miejscu montażu wymagają uzgodnień między technologiem i wykonawcą.
- Warstwę szcpejną należy nakładać równomiernie na powierzchnię metodą natryskową przy użyciu urządzeń mechanicznych. Na mniejsze lub ograniczone obszary emulsję można natryskiwać przy użyciu przyrządów ręcznych.
- Ilość materiału nakładana natryskowo na jednostkę powierzchni:

tego lepiszcza na poziomie 1.2-1.5 kg/m² wywać. Uwzględnić należy wpływ warunków podłoża (tj. chłoni porowaty). Poniższe kryteria pozwolą ocenić

nie (zob. Rys. 2) oraz; e ślady od podaszwy butów i/lub kół pojazdów (zob. Rys. 3); q wykonawcy z obowiązku stosowania odpowiednio t wyłącznie wykwalifikowanym pracownikom. na warstwę dolną połączenia nieco poza szerokość



ka do gęsiyntetyków



ropozyt z wólými kokkami/gwoździami z dużymi płaskimi emi

następującego sprzętu: rystwy szcpejnej zapewniająca odpowiednie i stałe

by); i) z odpowiednimi kokkami/gwoździami (o średnicy ≥ 30 mm, zob. Rys. 3), o długości zapewniającej i asfaltowej;

krapiarki; drążki prowadzące umożliwiające korektę kompozytu przedstawiono na Rys. 5).

y stalowej prowadzące (Rys. 5).



ów prowadzących bezpośrednio po spryskaniu podłoża

dnie przeszkolenie i doświadczenie.

kanlu podłoża warstwą szcpejną.

na do podłoża bez feld za pomocą szcztolki lub innymi to podłoża przy użyciu materiału użytego do wykonania

(30 mm) (zob. Rys. 6). Uniknąć lokalizacji zakładów nad ścieleacza asfaltu.

ładu). Zakłady na długości pomiędzy sąsiednimi pasmami i Rys. 6). Uniknąć umiejscawiania zakładów w miejscach rzywierdzik do podłoża kokkami/gwoździami w odstępach

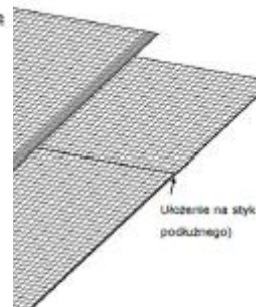
pewniając wymagane zakłady.

ch lub pojedynczych oraz szczeliny pasmo powinna sięgać f.

stać ograniczony wyłącznie do ruchu technologicznego

ni uniknąć gwałtownego hamowania i przyspieszania oraz ewozu mas bitumicznych powinni uniknąć całkowitego

podzielwane jest duże natęgnięcie ruchu technologicznego iomierne rozsypanie gryswó na powierzchni ułożonego rzcacjącej 1,5 kg/m². Na pozyspek wykorzystać grysy z 8 mm. Nadmiar gryswó usunąć z powierzchni.



kłady

można rozpocząć po osiągnięciu przez nią i deszcz, układanie masy bitumicznej można sytuacji, gdy nie dopuszcza się przerw w atmosferyczne.

drędno na warstwie kompozytu powinna mieć

kładów.

złkodzone fragmenty kompozytu należy wyciąć

u zabezpieczenia zakładów oraz w obrębie ną mineralno-asfaltową.

Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



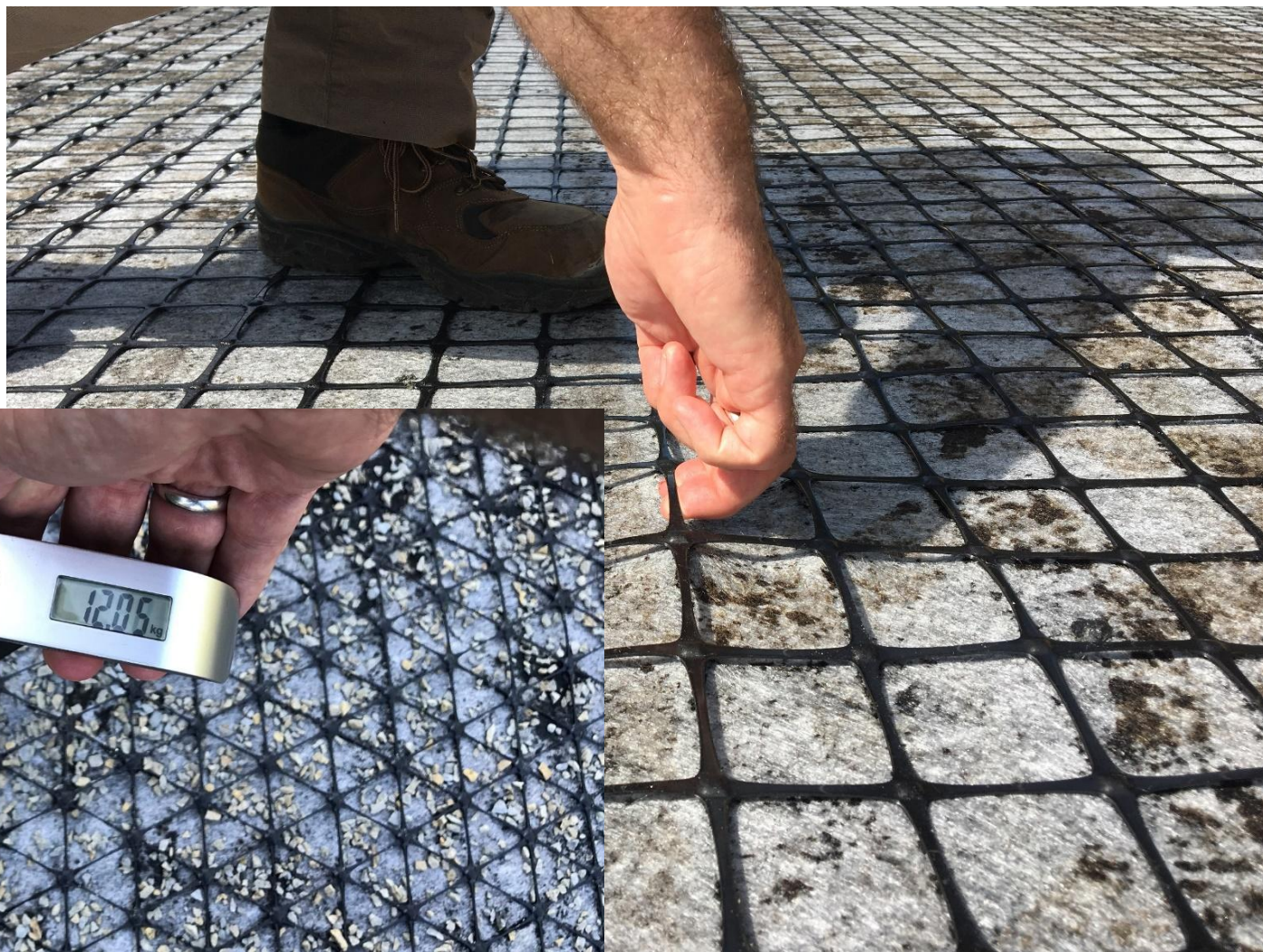
Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni

Material nie jest unoszony do góry w trakcie układania m. m. a.



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni



Przykład prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego wzmocnienia konstrukcji nawierzchni

Pierwsza warstwa mieszanki mineralno-bitumicznej układana bezpośrednio na warstwie kompozytu powinna mieć grubość po zagęszczeniu nie mniejszą niż:

60mm w przypadku AR-GNs (małe oczka)

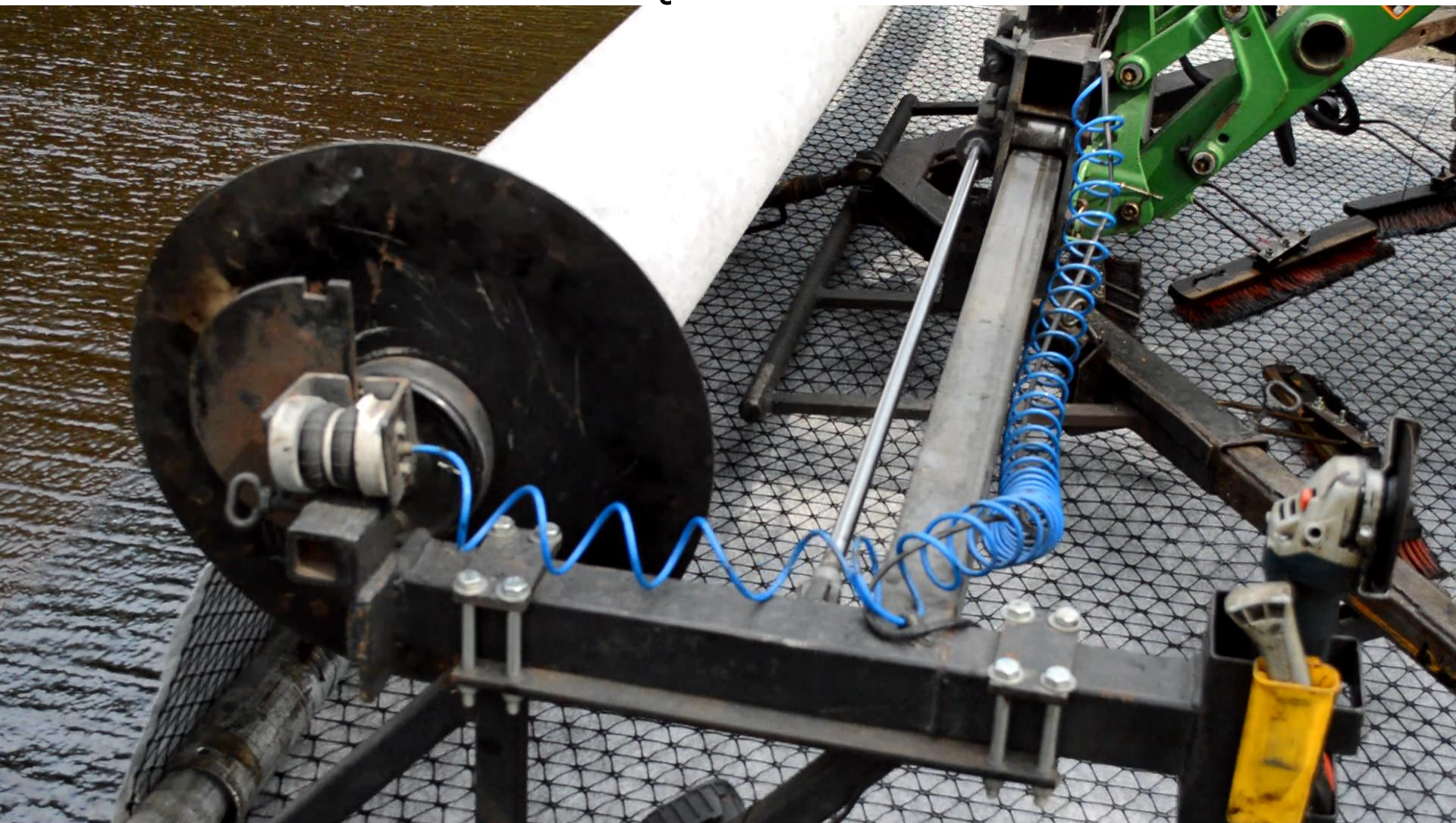
70mm w przypadku AR-GN (duże oczka)



INSTALACJA KOMPOZYTU I WYMAGANIA DOTYCZĄCE WBUDOWANIA



INSTALACJA KOMPOZYTU I WYMAGANIA DOTYCZĄCE WBUDOWANIA



Tensar®

**Dziękuję za uwagę.
Pytania...**
