

Korzyści techniczne, ekonomiczne i środowiskowe wynikające ze zbrojenia nakładek asfaltowych kompozytem heksagonalnym

mgr inż. Michał Gołos

Menedżer ds. technologii warstw asfaltowych

Tensar Polska Sp. z o.o.

VIII Śląskie Forum Drogownictwa

Sesja IV: Innowacyjne rozwiązania nawierzchni drogowych

Wisła, dn. 26÷28.04.2022 r.

Główne przyczyny wzmacniania warstw asfaltowych przy użyciu warstw pośrednich

Zastosowanie warstw pośrednich (siatek i kompozytów) do zbrojenia pakietu nowych warstw asfaltowych pozwala na skuteczne przeciwdziałanie powstawaniu następujących zniszczeń, pojawiających się w istniejących nawierzchniach drogowych, takich jak:

- poprzeczne spękania odbite,
- spękania niskotemperaturowe,
- spękania podłużne powstałe na połączeniu istniejącej nawierzchni z dobudowywanym poszerzeniem,
- zmniejszanie powstawania koleinowania w nowych warstwach asfaltowych,
- spękania zmęczeniowe,
- spękania powstałe w wyniku starzenia asfaltu,
- pojedyncze spękania, wyrwy, łaty i pustki powietrzne,
- inne zniszczenia widoczne na powierzchni jezdni.

Główne przyczyny wzmacniania warstw asfaltowych przy użyciu warstw pośrednich

Zastosowanie warstw pośrednich (siatek i kompozytów) do zbrojenia pakietu nowych warstw asfaltowych pozwala na skuteczne przeciwdziałanie powstawaniu następujących zniszczeń kań pojawiających się w istniejących nawierzchniach drogowych, takich jak:

- poprzeczne spękania odbite,
- spękania niskotemperaturowe,
- spękania podłużne powstałe w czasie budowy i eksploatacji drogi,
- zmniejszanie powstawania pęknięć w istniejących nawierzchniach asfaltowych,
- **spękania zmęczeniowe**
- spękania powstałe w wyniku zmiennych obciążeń,
- pojedyncze spękania, wyrwy,
- inne zniszczenia widoczne na powierzchni nawierzchni.

Opóźnienie procesu powstawania spękań zmęczeniowych:

- Wpływa na **wzrost trwałości zmęczeniowej** nawierzchni,
- Jest uwzględniane w procesie projektowania nawierzchni w **metodzie M-E** (jedno z dwóch kryteriów projektowych).
- Skuteczne i zweryfikowane podejście w oparciu o kompozyty na podstawie wykonanych badań

Czym jest strukturalny kompozyt asfaltowy Tensar AX5-GN?

- Kompozyt składa się z:
 - monolitycznego (sztywnego) **trój-osiowego** rusztu zbrojeniowego z PP, oczka w kształcie sześciokąta foremnego (wymiar 80mm)
 - włókniny z PP o wymaganej retencji bitumu ($\geq 1.1 \text{ kg/m}^2$) i o gramaturze $\geq 130\text{g/m}^2$.



Produkcja: Tensar International,
Blackburn, UK

- Przeznaczenie:
 - **Zwiększenie trwałości zmęczeniowej** (wydłużenie okresu trwałości nawierzchni)
 - Zbrojenie strukturalne, tzn. Wzmocnienie całego pakietu bitumicznego
 - Opóźnienie powstawania spękań zmęczeniowych
 - Warstwa przeciw-spękania (zabezpieczenie przed innym typem spękań)



Kompozyty do zbrojenia warstw asfaltowych.

Funkcje kompozytu

PN-EN 15381 (Norma krajowa)

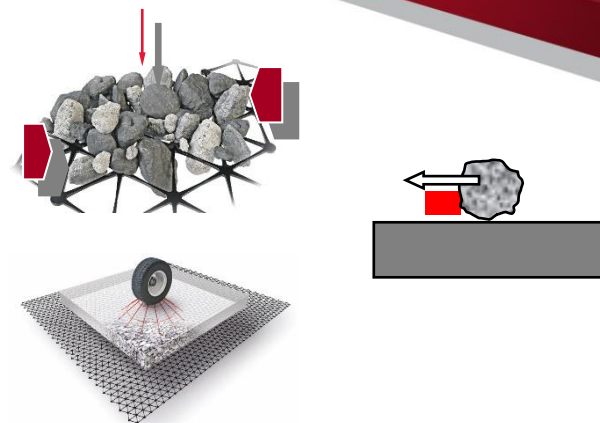
Oznakowanie CE-zgodne z przeznaczeniem i funkcją wyrobu dla **kompozytów** stosowanych do warstw asfaltowych:

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

	POLSKA NORMA
	ICS 59.080.70; 93.080.20 PN-EN 15381 wrzesień 2010 Wprowadza EN 15381:2008, IDT Zastępuje PN-EN 15381:2008
Geotekstylia i wyroby pokrewne Wymagania w odniesieniu do wyrobów stosowanych w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych	
Norma Europejska EN 15381:2008 ma status Polskiej Normy	
© Copyright by PKN, Warszawa 2010 nr ref. PN-EN 15381:2010 Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego	

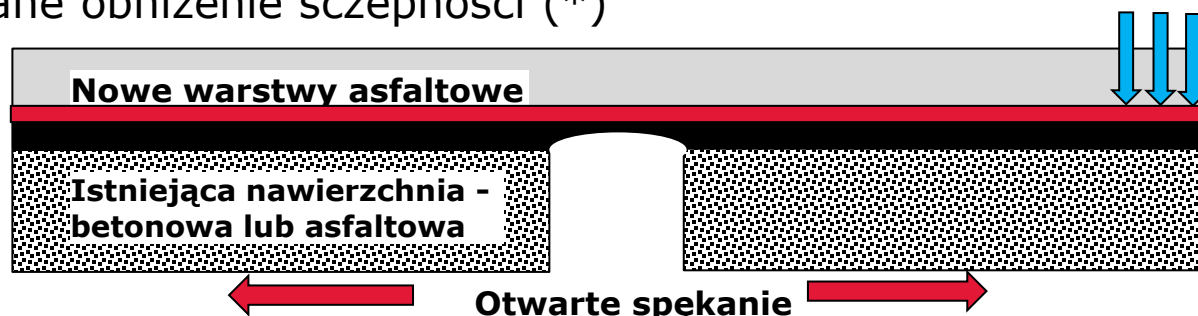
Funkcja zbrojeniowa (R). **Ruszt monolityczny**

- Zbrojenie poprzez poprzeczne zaklinowanie ziaren mieszanki m.-a. (*interlocking*) - koncepcja MSL
- Dystrybucja obciążenia od kół pojazdów poprzez mieszankę m.-a. we wszystkich kierunkach
- Poprawa parametrów zmęczeniowych poprzez wzrost izotropii układu (warstwa asfaltowa + kompozyt)



Rozproszenie naprężeń (STR) & Bariera międzywarstwowa (B). **Nasączona asfaltem włóknina**

- Warstwa SAMI (**S**tress **A**bsorbing **M**embrane **I**nterlayer)
- Nasączona asfaltem włóknina o dużej retencji- nawet ok. 1,5 kg/m²
- Ilość pozostałego lepiszcza: $\geq 1,2 \text{ kg/m}^2$ (funkcja STR & B)
- Kontrolowane obniżenie szczepności (*)



(*) Na pdst. PN-EN 15381: „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”

1985

**Research of Prof. Brown at all
*University of Nottingham (UK)***

1994

Tests for recycling *IFTA (GER)*

1995

Tests for milling *CROW (NL)*

2005

Long term test A6 – reflective cracking
*Public Works and Water Management Northern
Netherlands, Ooms Nederland Holding bv (NL)*

2005

Investigation on the influence of asphalt
reinforcement regarding bearing capacity
University Darmstadt (GER)

2007

Recycling of asphalt reinforcement
University Rostock (GER)

2015

Investigation on reflective cracking
University Wismar (GER)

2019

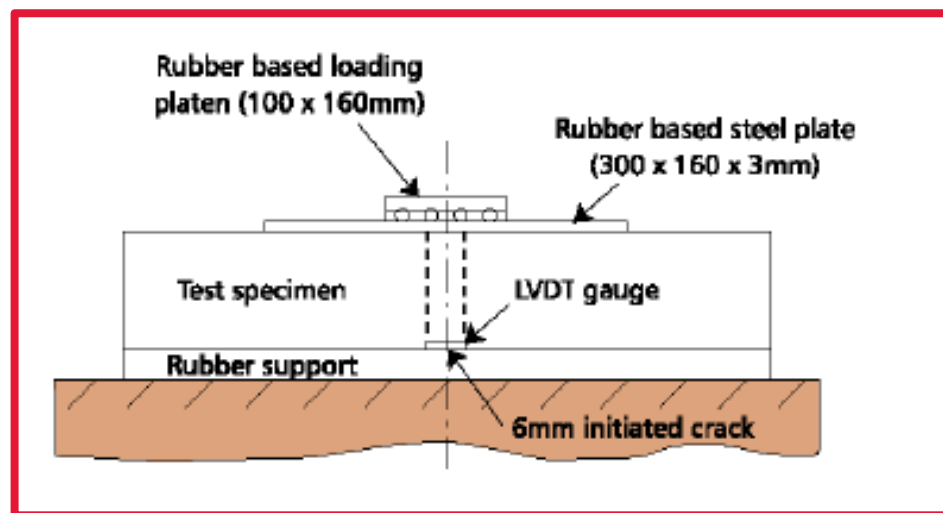
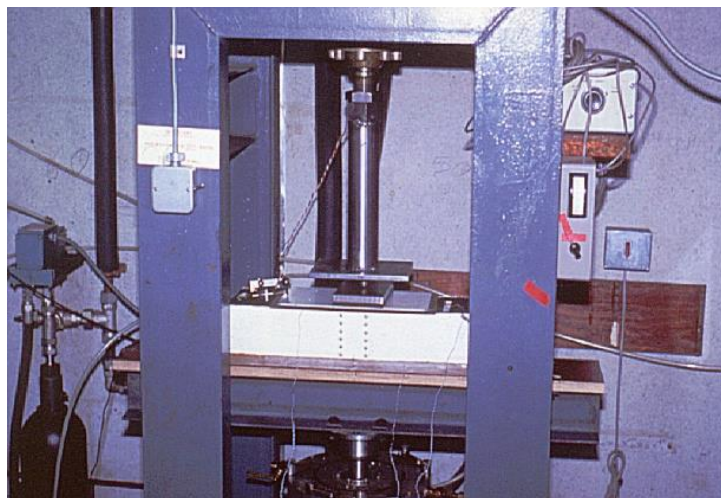
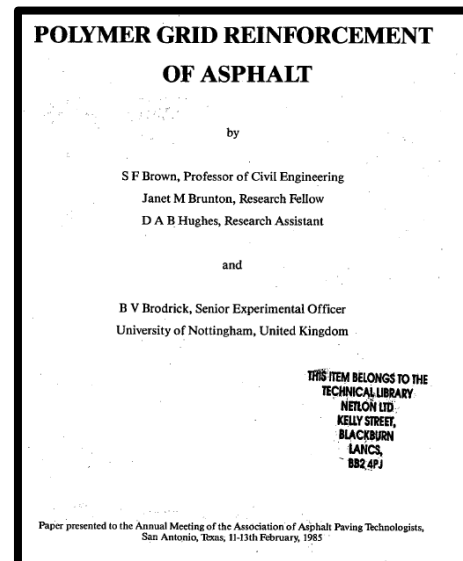
Testing of Asphalt Systems Incorporating Geosynthetics,
AECOM, Nottingham (UK)

2020

Research testing on fatigue increase,
Gdansk Univeristy of Technology (Poland)

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem. **Badania na Uniwersytecie w Nottingham, UK**

- Prof. S F Brown & Zespół,
Uniwersytet w Nottingham, UK,
lata 80-90 XXw.
- Badania rusztu dwu-osowego
Tensar AR
- Badania na belkach o grubości
10cm
- Ruszt umieszczony na głębokości
ok. 1cm i 2cm od spodu warstwy



Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem.

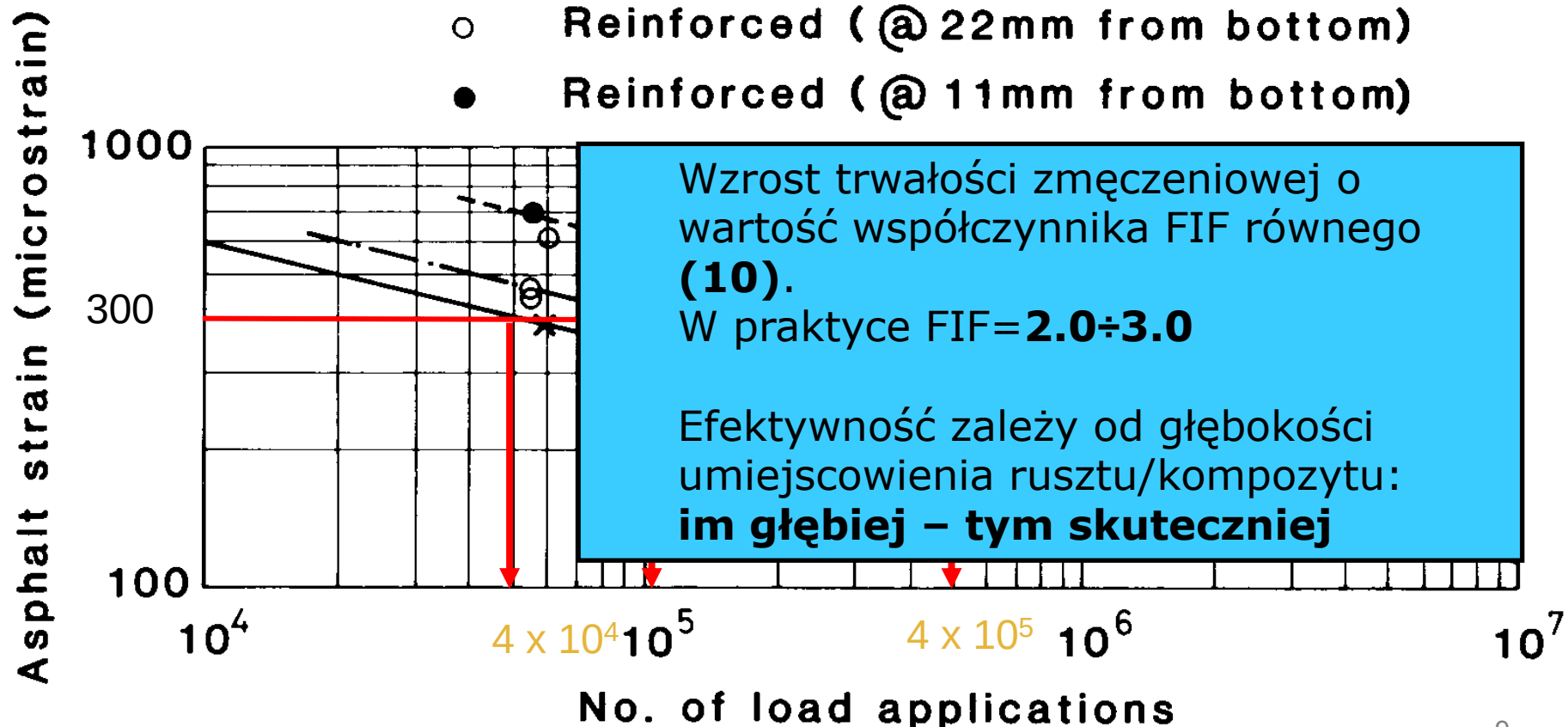
Badania na Uniwersytecie w Nottingham, UK

Key:-

x Unreinforced

o Reinforced (@ 22mm from bottom)

● Reinforced (@ 11mm from bottom)



Rozwój programów badawczych z zastosowaniem warstw pośrednich. Spękania zmęczeniowe i odbite

1985	Research of Prof. Brown at all <i>University of Nottingham (UK)</i>
1994	Tests for recycling <i>IFTA (GER)</i>
1995	Tests for milling <i>CROW (NL)</i>
2005	Long term test A6 – reflective cracking <i>Public Works and Water Management Northern Netherlands, Ooms Nederland Holding bv (NL)</i>
2005	Investigation on the influence of asphalt reinforcement regarding bearing capacity <i>University Darmstadt (GER)</i>
2007	Recycling of asphalt reinforcement <i>University Rostock (GER)</i>
2015	Investigation on reflective cracking <i>University Wismar (GER)</i>
2019	Testing of Asphalt Systems Incorporating Geosynthetics, <i>AECOM, Nottingham (UK)</i>
2020	Research testing on fatigue increase, <i>Gdansk Univeristy of Technology (Poland)</i>

Badanie wpływu kompozytu na wzrost trwałości zmęczeniowej, Politechnika Gdańska, 2020

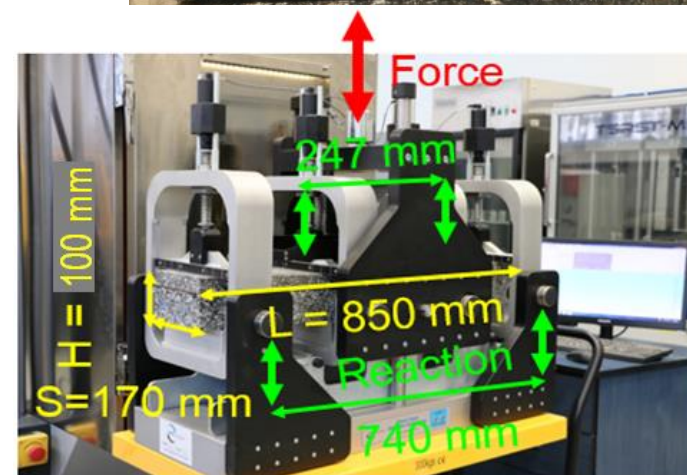
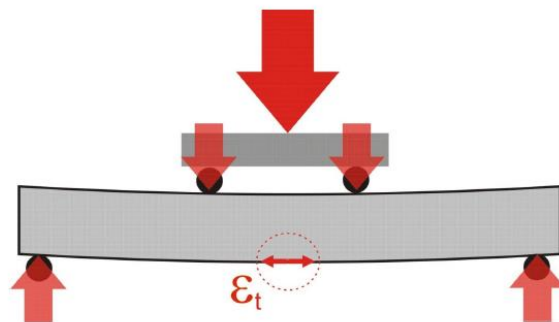
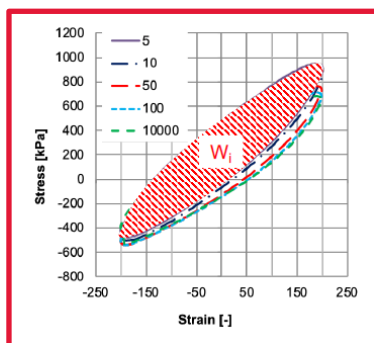
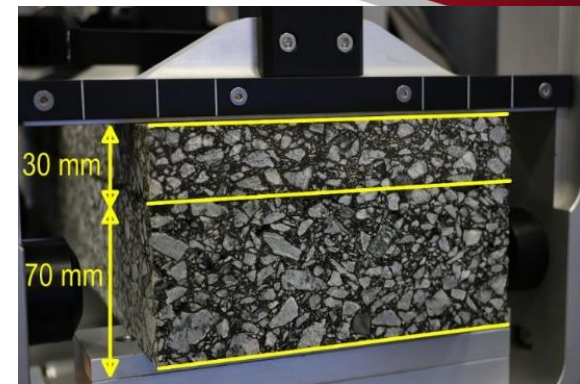
- Prof. P. Jaskuła z zespołem, Politechnika Gdańska, 2020
- Badanie kompozytów Tensar AX5-GN oraz AR-GN w zakresie wpływu na wzrost trwałości zmęczeniowej

Cel:

- ocena i porównanie wpływu zbrojenia kompozytem Tensar warstw asfaltowych (AX5-GN i AR-GN)

Zakres:

- weryfikacja zaleceń producenta dot. ilości skropienia – ścinanie bezpośrednie (badanie Leutner'a)
- odporność zmęczeniowa** – 4PB (*Four Point Bending*), belki dwuwarstwowe bez nacięcia
- ocena propagacji pęknięcia** – 4PB, belki dwuwarstwowe z nacięciem



Badania na Politechnice Gdańskiej.

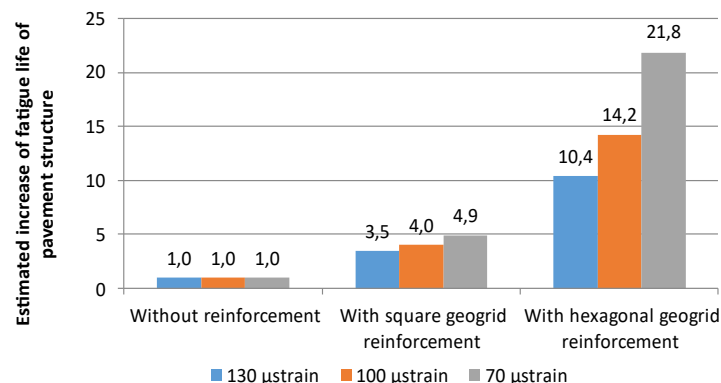
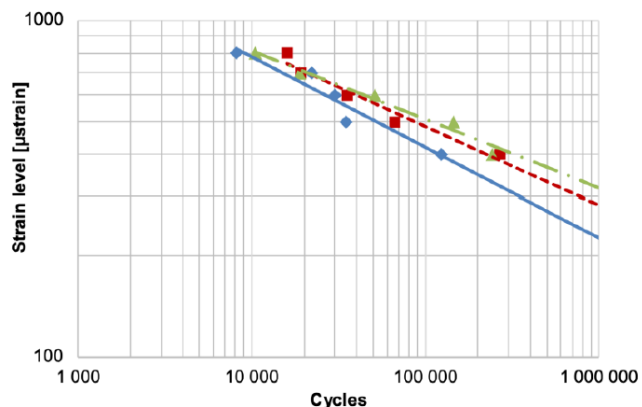
Założenia

- Optimum: emulsja asfaltowa **C69 B3 PU** w ilości **1,2 kg/m² (po rozpadzie)** na pdst. badania metodą Leutnera
- Badania na belkach w **4PB (Four Point Bending)**
- Użycie największych, jak dotychczas, belek do badań 4BP
- Układy dwuwarstwowe:
 - Warstwa wyrównawcza z AC 11W 35/50: **30mm**,
 - Warstwa wiążąca z AC 16W 35/50: **70mm**,
- 3 rodzaje próbek
 - Zbrojone kompozytem z **rusztem dwu-osiovym (AR)**,
 - Zbrojone kompozytem z **rusztem trój-osiową (AX5)**,
 - Próbki kontrolne (**niezbrojone**).
- Kontrolowany stan odkształceń w zakresie 5 poziomów: 400, 500, 600, 700 oraz 800µstrain. **Zginanie w jednym kierunku**, wymuszające pracę kompozytu w strefie rozciągania (symulacja warunków *in-situ*)
- Badanie w temp. ekwiwalentnej: **+13°C**
- Kryterium badania: spadek modułu sztywności badanej próbki **do wartości min 50% wartości początkowej**

Badania na Politechnice Gdańskiej.

Wnioski z badań. Belki bez nacięcia (1)

1. Na podstawie wykreślonych krzywych zmęczeniowych opracowano wielkości trwałości zmęczeniowej badanych układów.



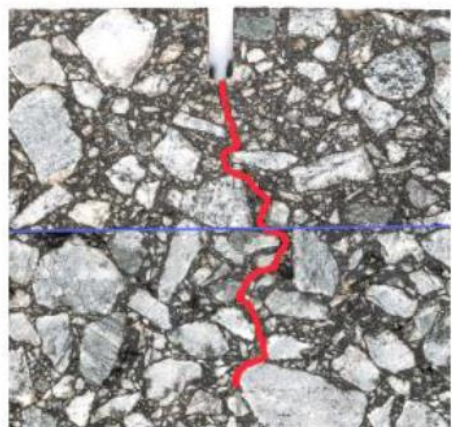
2. Układy zbrojone kompozytem z rusztem trój-osiowym (heksagonalnym) AX5-GN osiągnęły trwałości w zakresie:
 - **od 10 do 22 x wyższe** niż układy bez zbrojenia (próbki kontrolne), oraz
 - **od 3,0 do 4,5 x wyższe** niż układy ze zbrojeniem z siatką dwu-osiową (AR),
3. Typ i kształt rusztu ma zasadniczy wpływ na wzrost trwałości zmęczeniowej, ponieważ funkcja **Zbrojenie (R)** zależy od rusztu lub siatki zbrojącej.
4. Zastosowanie kompozytu AX5-GN do zbrojenia nakładek asfaltowych wydłuża okres użytkowania nawierzchni bez powstawania zniszczeń (ograniczona liczba spękań zmęczeniowych) i wpływa na zmniejszenie ilości zabiegów utrzymaniowych.

Badania na Politechnice Gdańskiej.

Wnioski z badań. Belki z nacięciem (2)

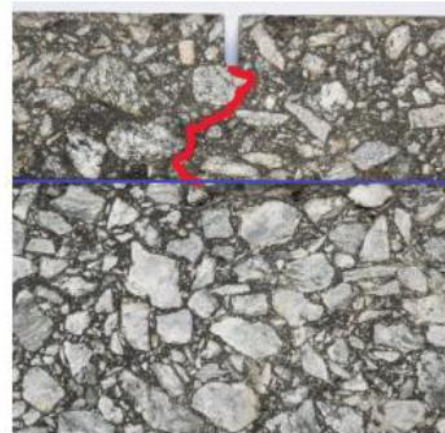
1. Kompozyt powoduje zmniejszenie propagacji spękań zmęczeniowych.
2. Włóknina nasączona bitumen skutecznie rozprasza naprężenia od spękania i redukuje (ogranicza) ich propagację do góry, w kierunku nowej nakładki asfaltowej (funkcja: **Rozpraszanie naprężeń STR**)

Bez zbrojenia



500 μ strain

Ze zbrojeniem geokompozytem hexagonalnym

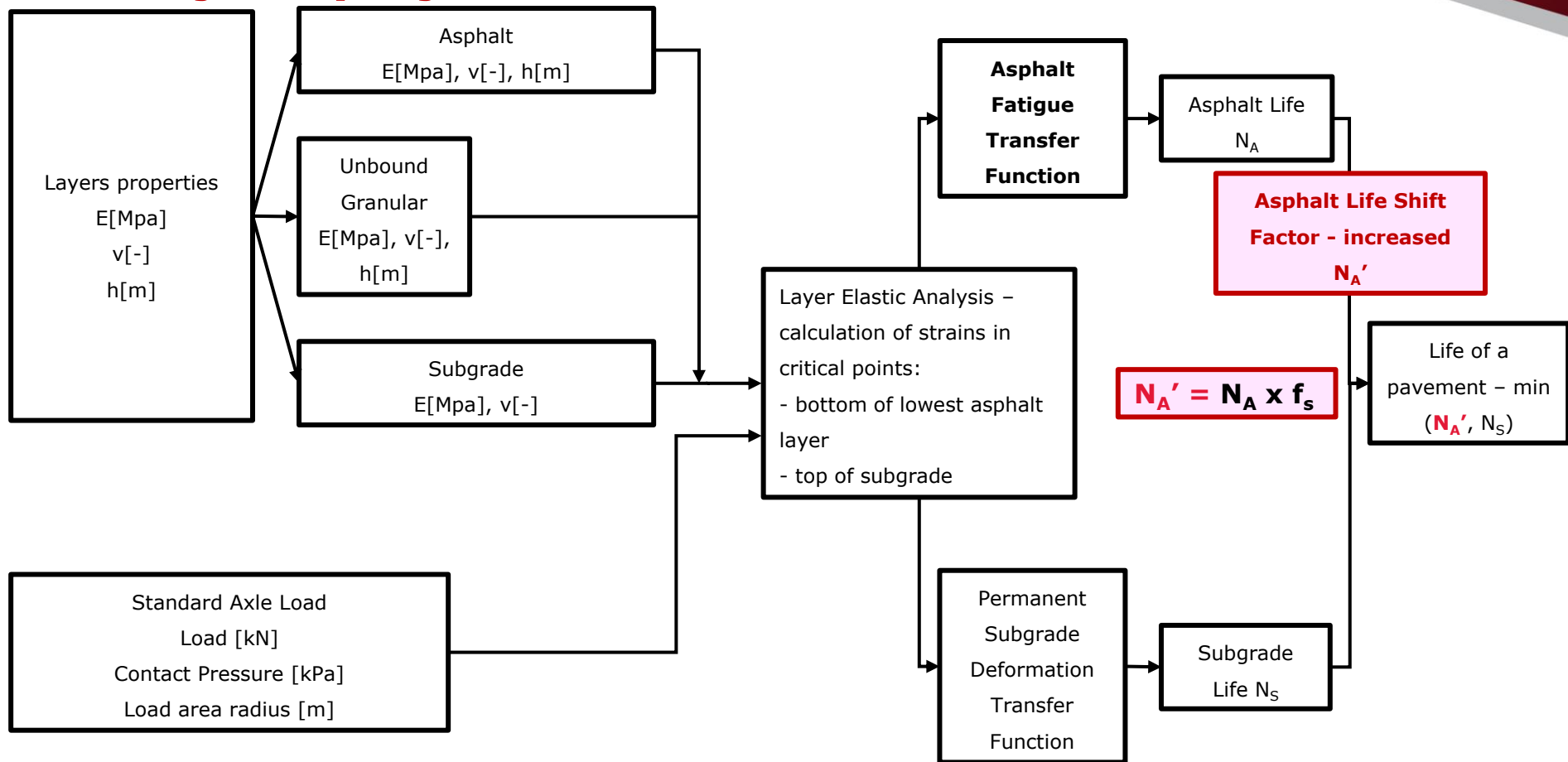


500 μ strain

Uwaga: próbki są zamocowane w aparacie 4PB 'do góry nogami'

Metoda Mechanistyczno-Empiryczna.

Podejście projektowe

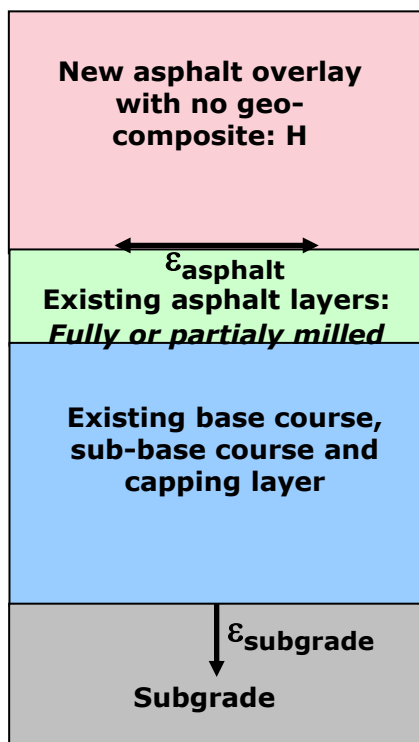


Na potrzeby projektowania i zastosowań praktycznych stosujemy obniżone współczynniki wzrostu:

- **FIF ≤ 3,0** (kompozytu z dwu-osioowymi rusztami AR-GN & AR-GNs)
- **FIF > 3,0** (kompozyty z trój-osioowymi rusztami AX5-GN)

Zwiększenie trwałości zmęczeniowej poprzez zbrojenie nakładki asfaltowej kompozytem. **Projektowanie (1)**

Przekrój 1

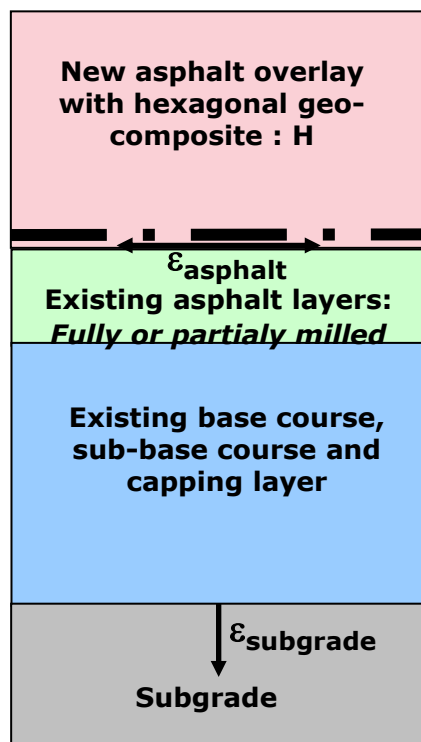


Przekrój 1:

- Typowy przekrój nie-zbrojony o grubości projektowanej nakładki (H)
- Zaprojektowany na wymaganą trwałość (N_0)

Korzyści: Zwiększenie trwałości zmęczeniowej

Przekrój 2

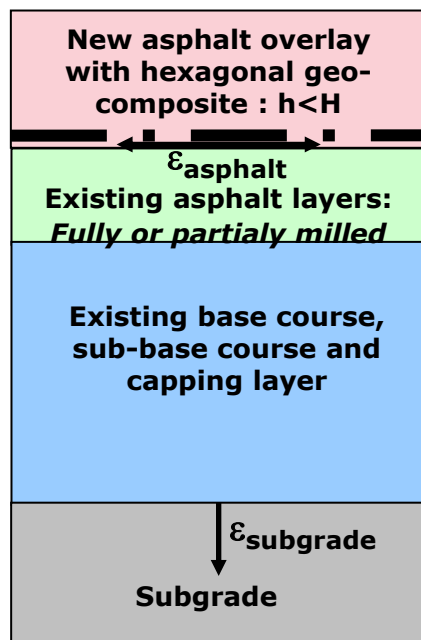


Przekrój 2:

- Przekrój z warstwami asfaltowymi zbrojonymi kompozytem o niezmięnionej grubości (H)
- **Bardzo wyraź wzrost trwałości zmęczeniowej** ($N \gg N_0$)
- **Korzyści** (głównie dla Inwestora/Zamawiającego) w okresie całkowitej eksploatacji nawierzchni:
 - Dłuższa żywotność nawierzchni
 - Mniej zabiegów utrzymaniowych
 - Zdecydowanie mniejsze środki finansowe przeznaczone na remonty częściowe
 - **Znacząca redukcja emisji CO₂**

Korzyści: Redukcja grubości nakładki

Przekrój 3



Przekrój 3:

- Przekrój zbrojony kompozytem o grubości pocienionej (h)
- Zaprojektowany na co najmniej taką samą trwałość, jak wyjściowa ($N \geq N_0$)
- **Cieńsza nakładka** ($h < H$)
- **Korzyści** (dla Wykonawcy/Podwykonawcy):
 - Istotne szczególnie w przekrojach miejskich (brak lub ograniczenie możliwości „pójścia w górę”)
 - Redukcja kosztów związanych z wykonaniem grubszej nakładki (zrównoważona kosztem kompozytu i emulsji)
 - Skrócenie czasu realizacji
 - **Znacząca redukcja emisji CO₂**

Mieszanki WMA (H-WMA) układane na ciepło (na pół-ciepło)

„Średnia ilość śladu węglowego w trakcie produkcji i wykonania mieszanki min.-asf. dla warstwy wiążącej w technologii na gorąco (HMA) wynosi ok. 45kg/T CO₂.

Produkcja tej samej mieszanki w obniżonej temperaturze pozwala zmniejszyć ilość śladu węglowego nawet do 25%.

*Teoretycznie, potencjalne zmniejszenia produkcji i zużycia mieszanek HMA o 30% i przejście na technologię WMA w UK, pozwoliłoby uzyskać roczne oszczędności na poziomie ok. **58k T CO₂**.”*

Dr Nizar Ghazireh, Lafarge Tarmac, UK

Potencjalne rozwiązanie do wdrożenia pod względem uzyskania korzyści środowiskowych:

Połączenie technologii WMA lub H-WMA w rozwiązaniach z kompozytami asfaltowymi z dodatkowym efektem wydłużenia trwałości zmęczeniowej i/lub redukcją grubości pakietu bitumicznego

Projekty i realizacje (1):

Program naprawczy dla Projektu rozbudowy drogi ekspresowej S3/A6 Kijewo – Dąbie – Rzęśnica (2018)

Nazwa projektu	Przebudowa drogi ekspresowej S3/A6 Kijewo-Dąbie-Rzęśnica
Zastosowanie	Zbrojenie warstw bitumicznych
Produkt	Kompozyt rusztu dwuosiowego z włókniną Tensar AR-GN
Ilość	32.000 m ²
Dostawa	Czerwiec/Lipiec 2018
Wykonawca	Energopol Szczecin S.A.
Inwestor	GDDKiA O/ Szczecin



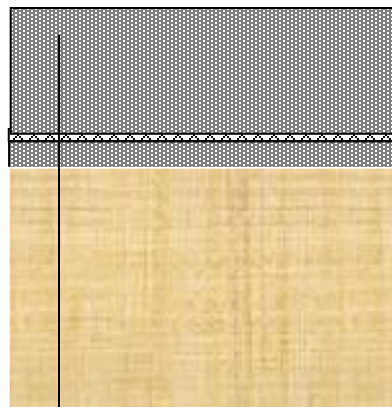
Projekty i realizacje (1):

Program naprawczy dla Projektu rozbudowy drogi ekspresowej S3/A6 Kijewo – Dąbie – Rzęśnica (2018)

Konstrukcja wzmocnienia wyjściowa: Konstrukcja wzmocnienia zbrojona kompozytem:

- 4cm – warstwa ścieralna z SMA11
- 8cm – warstwa wiążąca z AC16W
- **16cm** – warstwa podbudowy zasadniczej z AC22P
- 15cm – warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5

- Niezadowalające wyniki R_c 28 dla warstwy podbudowy pomocniczej $C_{1,5/2,0}$ (15cm)
- Niskie parametry dla WUP (piasek doziarniony destruktem betonowym, 35cm)
- Konieczność uzyskania wymaganej projektem trwałości konstrukcji nawierzchni **bez rozbierania istniejących warstw oraz bez zwiększania ich grubości**



- 4cm: w-wa ścieralna SMA11
- 8cm: w-wa wiążąca AC16W
- 10cm:** w-wa podbudowy asfaltowej AC22P
- Kompozyt asfaltowy Tensar AR-GN**
- 6 cm:** w-wa podbudowy asfaltowej AC22P
- 25cm: C50/30 (15cm) & destruktem betonowym (10cm);
15cm: $C_{1,5/2,0}$;
35cm: piasek doziarniony destruktem betonowym

Projekty i realizacje (1):

Program naprawczy dla Projektu rozbudowy drogi ekspresowej S3/A6 Kijewo – Dąbie – Rzęśnica (2018)

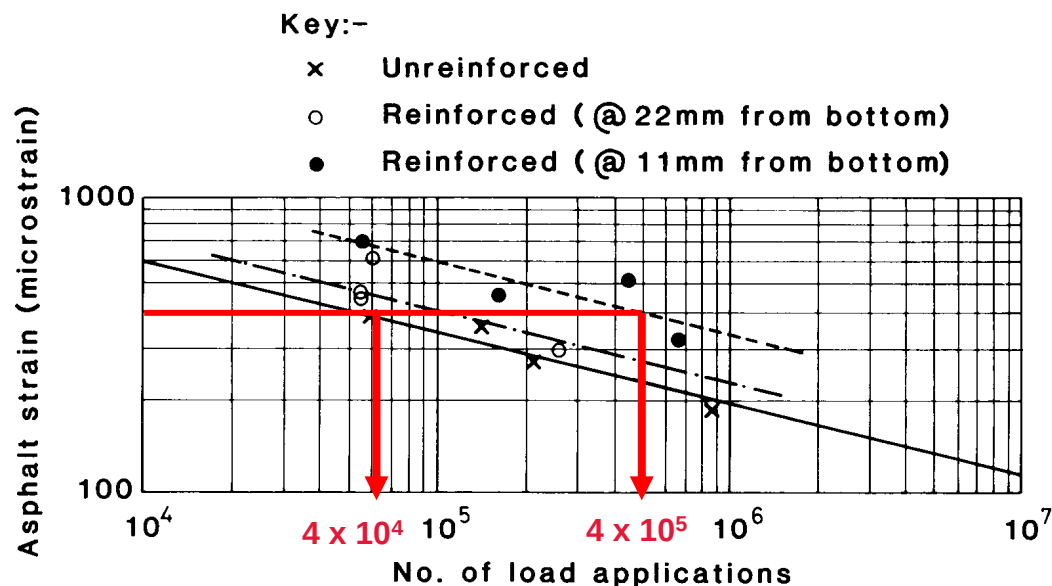
Trwałość zmęczeniowa nawierzchni:

- Projekt wyjściowy: $N_f = 52$ mln osi 100kN (KR6)
- Bez udziału kompozytu Tensar AR-GN: $N_f = 38$ mln osi 100kN
- Z uwzględnieniem wpływu kompozytu Tensar AR-GN: $N_f = \mathbf{58}$ mln osi **100kN**
- Współczynnik wzrostu trwałości zmęczeniowej wskutek zbrojenia kompozytem Tensar AR-GN: **$A=1.5$** *

Niezmieniona grubość w-w asfaltowych



większa trwałość zmęczeniowa



(*) na pdst.: S. F. Brown i współpracownicy:
Polymer Grid Reinforcement of Asphalt,
AAPT Annual Meeting, San Antonio, Teksas,
11-13.02.1985.

Projekty i realizacje (2):

Droga krajowa nr 2: skrzyżowanie DK2 z ulicą miejską w Białej Podlaskiej (2020)

- **Sytuacja wyjściowa:**
 - Jezdnia obciążona ciężkim ruchem w kierunku przejścia granicznego z Białorusią w Terespolu
 - Odcinek nawierzchni mocno zniszczony: spękania oraz koleiny
 - Potrzeba optymalnego rozwiązania dopasowanego do trudnych warunków inwestycji
 - Zastosowanie bardziej efektywnej warstwy pośredniej (kompozyt z rusztem heksagonalnym), niż pierwotnie planowano (kompozyt z rusztem dwuosiowym)

- **Rozwiązanie:**
 - Częściowe frezowanie istniejącej nawierzchni
 - Zbrojenie pakietu asfaltowego kompozytem AX5-GN w postaci 2 nowych warstw.
 - W-wa wiążąca 8cm,
 - W-wa ściernalna 4cm.

Projekty i realizacje (2):

Droga krajowa nr 2: skrzyżowanie DK2 z ulicą miejską w Białej Podlaskiej (2020)



Obwodnica Białej Podlaskiej w ciągu DK2

Skrzyżowanie DK2 z ul. Terebelską – dojazd do ronda

Zbrojenie warstw asfaltowych kompozytem heksagonalnym Tensar AX5-GN

WYZWANIE DLA WYKONAWCY

Ze względu na pilną potrzebę rozwiązania problemu spekań zmęgniowych i odbitych, koleinowania warstw, a także konieczności szybkiego zainstalowania materiału zabezpieczającego warstwy asfaltowe w okresie jesiennym. Wykonawca na etapie budowy szukał innowacyjnego i optymalnego rozwiązania dopasowanego do warunków inwestycji.

ROZWIĄZANIE TENSAR

Zaproponowano rozwiązanie polegające na zbrojeniu pakietu dwóch warstw asfaltowych kompozytem heksagonalnym (trójosiowym) Tensar AX5-GN. Wzmocniony odcinek jest fragmentem drogi krajowej nr 2, będącej częścią obwodnicy miasta Biała Podlaska w miejscu od dużej przepustowości, narażonym na częste hamowanie i postój pojazdów ciężarowych (dojazd do ronda turbinowego w mieście).

Zbrojenie warstw asfaltowych

woj. lubelskie

REALIZACJA
2020

KORZYŚCI

- Wydłużenie trwałości zmęczeniowej nawierzchni
- Zwiększenie odporności nawierzchni na spekania zmęczeniowe i odbite
- Ograniczenie koleinowania nowych warstw asfaltowych



Kompozyt Tensar AX5-GN jest stosowany do strukturalnego zbrojenia warstw asfaltowych w konstrukcjach nowych nawierzchni oraz do zbrojenia nakładek asfaltowych w remontach istniejących nawierzchni, z własno podbitych, jak i półosłowych.

PODSUMOWANIE

Wykonawcą budowy ronda turbinowego w ciągu drogi krajowej DK2 stanowiącej obwodnicę miasta Biała Podlaska – na skrzyżowaniu DK2 z ul. Terebelską była lokalna firma PBD Tre-Drom.

Odcinek, który wymagał szczególnej uwagi to dojazd do ronda obciążony dużym ruchem samochodów ciężarowych poruszających się w kierunku przejścia granicznego z Białorusią w Terespolu. Nawierzchnia drogi była spekana oraz skołoinowana i wymagała niezwłocznego remontu. Projekt zakładał m.in. frezowanie warstw bitumicznych istniejącej nawierzchni oraz wykonanie nowej nakładki asfaltowej.

Z uwagi na dużą liczbę zniszczeń istniejącej nawierzchni, inwestor wraz z Wykonawcą, poszukiwali rozwiązania, które pozwoliłoby na uniknięcie podobnej sytuacji w przyszłości.

Firma Tensar Polska zaproponowała innowacyjne rozwiązanie polegające na wzmocnieniu pakietu bitumicznego kompozytem w postaci rusztu heksagonalnego połącz onego termicznie z włóknem.

Zbrojenie warstw asfaltowych nawierzchni przy użyciu kompozytu Tensar AX5-GN stanowi idealne rozwiązanie na uniknięcie uszkodzeń oraz wydłużenie trwałości zmęczeniowej nowych warstw asfaltowych remontowanej nawierzchni.

Ruszt pełni funkcję zbrojeniową warstw asfaltowych (R). Podczas instalacji igłowana włókna pracuje jako materiał wiążący, ułatwiający wbudowanie kompozytu pomiędzy warstwami asfaltowymi. Jednak po nasyceniu asfaltem tworzy impregnowaną membranę (SAM), która rozprasa a naprężenia (funkcja STR) i pełni rolę bariery zabezpieczającej przed wnikaniem wody (B).

Sam proces instalacji kompozytu nie jest skomplikowany. Po naniesieniu warstwy szpachel w postaci emulsji asfaltowej w ilości wymaganej w instrukcji instalacji dostarczonej przez Dostawcę, wbudowanie kompozytu można wykonywać mechanicznie lub ręcznie.

Inwestor:

Urząd Miasta
Biała Podlaska

Wykonawca:

PBD Tre-DROM Sp. z o.o.
Biała Podlaska



Tensar AX5-GN jest kompozytem powstałym ze zgrania stywnego monolitycznego rusztu o integralnych węzłach z podkładem w postaci igłowanej włókna.

Projekty i realizacje (3):

Ulica Aleksandra Caka, Ryga, Łotwa (2020)

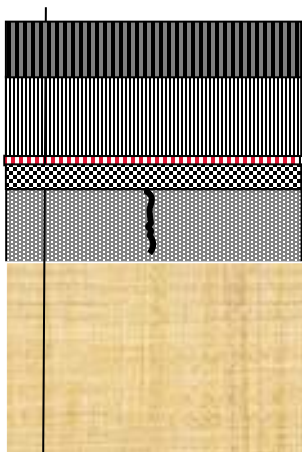
Nazwa projektu	Przebudowa głównej arterii ul. Aleksandra Caka w Rydze, Łotwa
Zastosowanie	Zbrojenie warstw bitumicznych
Produkt	Kompozyt rusztu trójosiowego (heksagonalnego) z włókniną Tensor AX5-GN
Ilość	~36.000 m ²
Dostawa	Sierpień –Październik 2020
Wykonawca	A.C.B. AS, Ryga
Inwestor	Riga City Council's Transport Department



Projekty i realizacje (3):

Ulica Aleksandra Caka, Ryga, Łotwa (2020)

Przekrój typowy



- Zniszczenia strukturalne i powierzchniowe na całej długości odcinka przebudowywanej ulicy
 - Obszerny siatka spękań
 - Spękania zmęczeniowe (utrata trwałości)
 - Koleiny lepko-plastyczne z wypchnięciem masy
- Projekt przebudowy
 - Frezowanie warstw asfaltowych (~12.5cm)
 - W-wa wyrównawcza (2.5cm)
 - **Kompozyt strukturalny (wzrost trwałości zmęczeniowej)**
 - Nakładka asfaltowa (10cm)

- W-wa ścieralna AC 11 of **4cm**
- W-wa wiążąca AC 22 of **6cm**
- **Kmpozyt AX5-GN**
- W-wa wyrównawcza AC 11 min **2.5cm**
- Istniejąca konstrukcja nawierzchni
 - W-wy asfaltowe, częściowo sfrezowane: ok. 5÷10cm
 - Podbudowa z KŁSM: ok. 25cm
 - Podbudowa pomocnicza, piasek: 70cm
- Podłoże gruntowe $E2 \geq 50\text{MPa}$

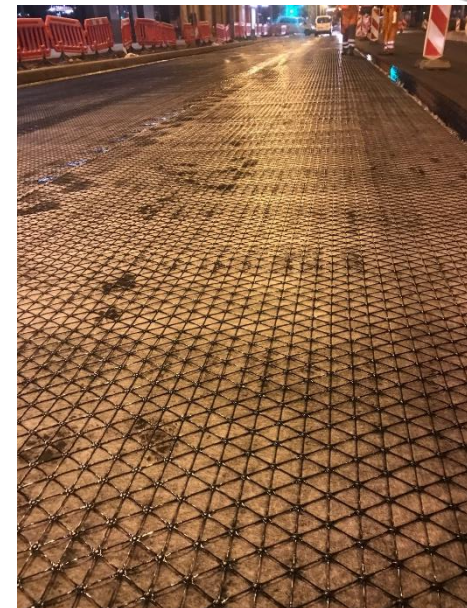


Projekty i realizacje (3):

Ulica Aleksandra Caka, Ryga, Łotwa (2020)

Trwałość zmęczeniowa nawierzchni:

- Wymagana trwałość: 34mln osi 100kN
- Uzyskane trwałości zmęczeniowe:
 - Brak efektu zastosowania geosyntetyku: **16mln osi 100kN**
 - Wpływ kompozytu dwuosiowego AR-GN: **25 mln osi 100kN** (użycie współczynnika wzrostu trwałości FIF: 1.5)
 - Wpływ kompozytu heksagonalnego AX5-GN: **>34mln osi 100kN** (użycie współczynnika wzrostu trwałości FIF: >2.0)



Projekty i realizacje (3):

Ulica Aleksandra Caka, Ryga, Łotwa (2020)



Odcinek został wstępnie dopuszczony do ruchu.

Remont ulicy Aleksandra Caka w Rydze

Kompozyt Tensar AX5-GN został zastosowany w celu wzmocnienia przebudowywanej nawierzchni wydłużając jej trwałość i zabezpieczając przed powstawaniem spękań zmęczeniowych.

WYZWANIE DLA KLIENTA

Po wieloletnim okresie eksploatacji 2,5-km odcinka nawierzchni ulicy Aleksandra Caka w Rydze, która charakteryzowała się złym stanem technicznym, Departament Transportu Urzędu Miejskiego poszukiwał rozwiązania, które pozwoliłoby na przeniesienie ruchu w całym okresie projektowym.

ROZWIĄZANIE TENSAR

Tensar dostarczył ponad 35.000 m² kompozytu Tensar AX5-GN w ramach zadania polegającego na wydłużeniu trwałości remontowanej nawierzchni. Kompozyt został zaprojektowany i ostatecznie zainstalowany jako wzmocnienie nakładki asfaltowej o całkowitej grubości 10 cm.

Tensar AX5-GN jest kompozytem do strukturalnego zbrojenia w warstwach asfaltowych nawierzchni, powstałym ze zgrzania sztywnego monolitycznego rusztu o integralnych węzłach z podkładem w postaci igłowanej włókny i strukturze heksagonalnej. Ruszt pełni funkcję zbrojenia warstw asfaltowych (funkcja R). Podczas wbudowania igłowana włókna wspomaga proces instalacji, natomiast po nasyceniu bitumem rozprasa naprężenia (STR) i pełni rolę bariery między-warstwowej (IB).

Zastosowanie kompozytu Tensar AX5-GN pomaga wydłużyć trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni i opóźnić powstawanie spękań w nowych warstwach asfaltowych.

Nawierzchnia drogowa ulicy w Rydze

Drogi i Platformy
Asfaltowe warstwy pośrednie
Wzrost trwałości zmęczeniowej

Łotwa

KORZYŚCI

Wzrost trwałości zmęczeniowej o **100%**

Brak konieczności

zwiększania całkowitej grubości nowej nakładki asfaltowej powyżej 10 cm

Zabezpieczenie

nowej nakładki asfaltowej przed powstawaniem spękań zmęczeniowych



Zastosowanie kompozytów strukturalnych do zbrojenia warstw asfaltowych. **Podsumowanie**

Korzyści techniczne

1. Kompozyty z monolitycznym rusztem trój-osiowym AX5-GN (wcześniej z dwu-osiowym AR-GN/GNs) stanowią skuteczne rozwiązanie dla **wzrostu trwałości zmęczeniowej zbrojonej nakładki asfaltowej** i w efekcie całej wzmacnianej nawierzchni.
2. Efektywność zbrojenia została udowodniona w badaniach laboratoryjnych (m. in. Nottingham University i Politechnika Gdańska) oraz w ramach wielu aplikacji i zastosowań w praktyce.
3. Skuteczność działania kompozytu jako warstwy zabezpieczającej przed spękaniem jest związana z realizacją w praktyce wszystkich **3 funkcji: R, STR i B**, zgodnie z PN-EN 15381.

Zastosowanie kompozytów strukturalnych do zbrojenia warstw asfaltowych. **Podsumowanie**

Korzyści ekonomiczne

1. Istnieje skuteczna metoda projektowa z możliwością zaimplementowania w obliczeniach wpływu kompozytu na nawierzchnię (Metoda Projektowa M-E dla kryterium spękań zmęczeniowych) i wykazania **wzrostu trwałości i/lub redukcji grubości pakietu bitumicznego**.
2. Pozwala to na osiągnięcie **oszczędności finansowych**
 - Wydłużenie żywotności (trwałości zmęczeniowej) nawierzchni
 - Mniejsza liczba zabiegów utrzymaniowych w okresie eksploatacji
 - Zdecydowanie mniejsze środki finansowe przeznaczone na remonty częściowe

Zastosowanie kompozytów strukturalnych do zbrojenia warstw asfaltowych. **Podsumowanie**

Korzyści środowiskowe

1. **Skrócenie czasu** realizacji procesu remontu/przebudowy
2. Znacząca **redukcja emisji CO₂**
3. Istnieje **możliwość frezowania kompozytów** oraz ich powtórnego wykorzystania (proces recyklingu)
4. Połączenie technologii przyjaznych środowisku, tj. **WMA lub H-WMA** w rozwiązaniach z kompozytami asfaltowymi z dodatkowym wydłużeniem trwałości zmęczeniowej lub redukcją grubości pakietu bitumicznego

Dziękuję za uwagę
