

mgr inż. Michał Gołos<sup>1)</sup>

# Zastosowanie kompozytów Tensar do zbrojenia warstw asfaltowych w celu zwiększenia trwałości zmęczeniowej nawierzchni

DOI: 10.15199/33.2018.07.15

Podstawowym celem stosowania materiałów geosyntetycznych w warstwach asfaltowych nawierzchni jest zapobieganie przenoszeniu spękań odbitych ze starych warstw konstrukcji nawierzchni na nowe nakładki asfaltowe oraz wzmacnianie połączenia istniejących nawierzchni z nowymi np. w przypadku poszerzeń. Geosyntetyki (a właściwie syntetyki) mogą być stosowane również w celu ograniczenia powstawania kolein w nowych warstwach asfaltowych. Efektem stosowania materiałów syntetycznych w nawierzchniach asfaltowych jest tym samym wydłużenie okresów międzyremontowych oraz zmniejszenie liczby zabiegów utrzymaniowych w całym okresie eksploatacji nawierzchni drogowej. Dodatkowym powodem stosowania – niestety tylko bardzo wąskiej grupy – materiałów syntetycznych jest ich korzystny wpływ na zwiększenie trwałości zmęczeniowej warstw asfaltowych nawierzchni. Jednym z takich materiałów, który z powodzeniem jest stosowany od lat w tego typu aplikacjach, jest kompozyt monolitycznej siatki ciągniętej zespolonej termicznie z włókniną, o nazwie handlowej **Tensar AR-GN** lub **AR-GNs**.

W artykule omówiono badania tego materiału, przedstawiono propozycję metody projektowej uwzględniającej wpływ takich właśnie materiałów na zwiększenie trwałości zmęczeniowej nawierzchni oraz zasygnalizowano podstawowe wymagania technologiczne dotyczące instalacji kompozytów.

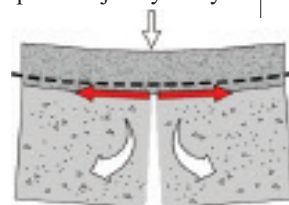
## Badania

Badania przeprowadzone w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych XX w. na Uniwersytecie w Nottingham, UK wyraźnie uwidoczniły wpływ monolitycznej siatki zbrojeniowej na etapie propagacji spękań zmęczeniowych w kierunku górnych warstw asfaltowych. Badania przeprowadzał zespół pod kierunkiem **prof. S. F. Browna** [1]. Celem programu badawczego było ustalenie wpływu zbrojenia nawierzchni siatkami firmy Tensar typu AR (ang. Asphalt Reinforcement) na następujące mechanizmy uszkodzenia warstw asfaltowych: deformacje trwałe warstw asfaltowych, spękania odbite i spękania zmęczeniowe.

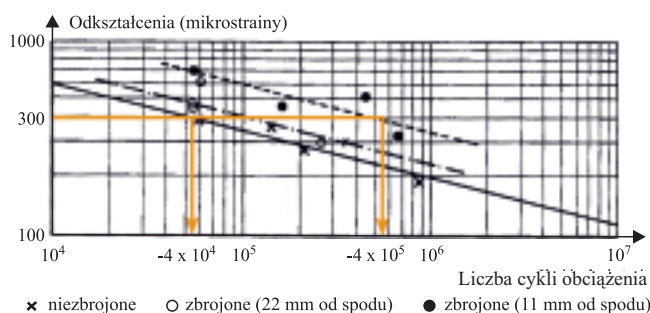
Punktem wyjścia do badań dotyczących wpływu materiału syntetycznego na opóźnienie powstawania spękań zmęczeniowych było założenie, że ze względu na stosunkowo zbliżone wartości modułów sprężystości betonu asfaltowego i siatki tworzącej kompozyt Tensar AR-GN w początko-

wym etapie pracy nawierzchni, wpływ siatki nie jest widoczny, tzn. proces inicjacji spękań zmęczeniowych na spodzie warstw asfaltowych przebiega podobnie zarówno w przypadku warstwy zbrojonej, jak i niezbrojonej. Wpływ siatki/kompozytu staje się natomiast wyraźnie widoczny na etapie propagacji spękań zmęczeniowych w kierunku górnej części warstwy asfaltowej. Propagacja ta, w przypadku warstwy zbrojonej, jest zdecydowanie opóźniona, co powoduje wyraźny wzrost trwałości zmęczeniowej warstwy zbrojonej siatką lub kompozytem siatki i włókniny (rysunek 1) [3].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono m.in., że trwałość zmęczeniowa badanej warstwy betonu asfaltowego o grubości 90 mm zwiększa się aż dziesięciokrotnie (!) w przypadku zastosowania siatki na poziomie 11 mm powyżej spodu zbrojonej warstwy asfaltowej (rysunek 2).



Rys. 1. Schemat pracy nawierzchni wzmocnionej siatką/kompozytem zbrojeniowym opóźniającej propagację spękań do wyżej leżących warstw asfaltowych nawierzchni drogowej



Rys. 2. Zależność pomiędzy liczbą cykli obciążeń a odkształceniami badanych próbek belek z betonu asfaltowego niezbrojonych i zbrojonych siatką AR

## Projektowanie

Wiedza uzyskana w efekcie przeprowadzonych badań staje się bardzo przydatna podczas projektowania nawierzchni metodą mechaniczną z uwzględnieniem wpływu kompozytów asfaltowych typu AR-GN/GNs. Podstawowe założenie metody projektowej jest takie, że zastosowanie w warstwach asfaltowych nawierzchni siatki/kompozytu zwiększa ich trwałość zmęczeniową wynikającą z kryterium spękań zmęczeniowych, natomiast nie ma ono – co oczywiste – wpływu na trwałość zmęczeniową wynikającą z kryterium trwałej deformacji podłoża.

<sup>1)</sup> Tensar Polska Sp. z o.o.; mgolos@tensar.pl

Badania przeprowadzone na Uniwersytecie Nottingham wykazały, że trwałość zmęczeniowa warstw asfaltowych zbrojonych siatką Tensar AR zwiększa się nawet dziesięciokrotnie. Ponieważ wynik ten uzyskano w warunkach laboratoryjnych, to zakładanie takiego wzrostu trwałości w przypadku rzeczywistych konstrukcji byłoby nierealistyczne, dlatego też biorąc powyższe pod uwagę, jak również uwzględniając zapas bezpieczeństwa, założono, że trwałość zmęczeniowa zbrojonych warstw asfaltowych zwiększa się od 1,5 do 3,0-krotnie w stosunku do nawierzchni niezbrojonej. Wielkość tego współczynnika należy szacować w zależności od klasy i ważności projektowanej drogi. Trwałość zmęczeniową nawierzchni, w której warstwy asfaltowe są wzmocnione kompozytem siatki Tensar typu AR, określa się w tym przypadku ze wzoru [3]:

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

gdzie:

$N$  – całkowita trwałość zmęczeniowa nawierzchni;  $N_{fa}$  – liczba obciążeń osią standardową do wystąpienia spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych;  $A$  – współczynnik zwiększający zawierający się w przedziale 1,5 – 3,0;  $N_{fg}$  – liczba obciążeń osią standardową do wystąpienia krytycznej deformacji strukturalnej nawierzchni.

### Funkcja, parametry oraz podstawowe informacje dotyczące instalacji kompozytu

W praktyce kompozyt Tensar typu AR to kompozyt ciągnionej siatki z polipropylenu o oczkach 65 x 65 mm (AR-GN) lub 39 x 39 mm (AR-GNs), połączonej termicznie z włókniną o gramaturze ok. 130 g/m<sup>2</sup> (fotografia 1). Materiał dostępny jest w standardowych rolkach o wymiarach 3,8 x 75 m. Na życzenie odbiorcy, przy większych dostawach, mogą być wyprodukowane rolki o innej szerokości, np. 3,0 lub 1,5 m.

Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 15381 [4] kompozyt Tensar AR-GN/GNs pełni w nawierzchni trzy podstawowe funkcje, tj.: zbrojenia (R – ang. Reinforcement); absorpcji/rozpraszania naprężeń (SR – ang. Stress Relief); nieprzepuszczalnej bariery dla wody (IB – ang. Interlayer Barrier).

Funkcja zbrojeniowa realizowana jest w przypadku tego kompozytu przez mechanizm zazębienia i klinowania ziaren grysowych szkieletu mieszanki mineralno-asfaltowej. Zablockowane w taki sposób ziarna mieszanki zabezpieczone są głównie przed ruchami poziomymi w płaszczyźnie materiału, co wpływa pozytywnie na omówione wcześniej zmniejszenie propagacji spękań przenoszonych od dołu do góry warstwy/warstw asfaltowych nawierzchni. Z kolei nasączona i zaimpregnowana bitumem włóknina pełni rolę identyczną jak warstwa SAMI, której celem jest rozpraszanie oraz/lub absorpcja naprężeń i nieprzenoszenie ich do warstwy wyżej leżącej, a także stanowi ona nieprzepuszczalną barierę dla wody dostającej się do nawierzchni.

W praktyce kompozyt powinien być ułożony poniżej najniższej warstwy asfaltowej nawierzchni, tj. pod warstwą podbudowy asfaltowej lub pod warstwą wiążącą, w taki sposób, aby warstwa mieszanki mineralno-asfaltowej układana

bezpośrednio na kompozycie miała grubość nie mniejszą niż 70 mm.

**Montaż kompozytu** odbywa się przez ułożenie na warstwie niżej leżącej warstwy szepczej w postaci emulsji asfaltowej, w ilości niezbędnej do prawidłowego zamocowania kompozytu i pełnego nasycenia włókniny. Wymagana ilość emulsji zależy od powierzchni, na której układany jest kompozyt – w zależności od tego, czy jest to istniejąca podbudowa cementowa, istniejące warstwy asfaltowe lub nowe warstwy asfaltowe, jak również od rodzaju emulsji. Zaleca się stosować taką ilość emulsji o zawartości lepiszcza  $\geq 69\%$ , aby zapewnić ilość pozostałego lepiszcza po odparowaniu wody na poziomie nie mniejszym niż 1,2 kg/m<sup>2</sup> (fotografia 2) [2].

Prawidłowa instalacja kompozytu (fotografia 2) wiąże się dodatkowo z koniecznością spełnienia wielu innych istotnych warunków, takich jak: odpowiednie przygotowanie podłoża



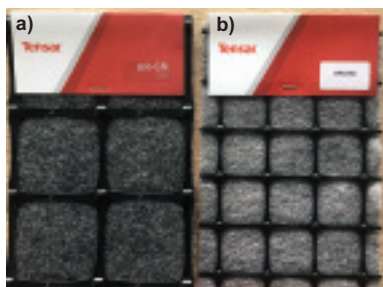
Fot. 2. Prawidłowo ułożony kompozyt Tensar AR-GN

pod ułożenie kompozytu (powierzchnia wyrównana, sucha, czysta i odpylona); układanie kompozytu w odpowiednich warunkach pogodowych, tj. minimalna temperatura powietrza +10°C i brak deszczu; 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); zachowanie wymaganych zakładów oraz ich prawidłowe wykonanie; ograniczenie ruchu budowlanego i technologicznego na ułożonym kompozycie; unikanie lokalizacji złączy technologicznych układanej nawierzchni w obrębie zakładów kompozytu.

Wszystkie wymagania są zamieszczone w [2], a także w Szczegółowych Specyfikacjach Technicznych, dostępnych na życzenie w firmie Tensar Polska Sp. z o.o.

### Literatura

- [1] Brown S. F. i współpracownicy. Polymer Grid Reinforcement of Asphalt, AAPT Annual Meeting, San Antonio, Teksas, 11-13.02.1985;
- [2] Instrukcja instalacji kompozytu AR-GN (AR-GNs), IGC/AR-GN (AR-GNs), 8.08.2015, tłumaczenie Tensar Polska, 2017.
- [3] Mazurowski P. „Zastosowanie siatek i kompozytów Tensar AR do wzmocnienia warstw asfaltowych nawierzchni”. Žilina, Słowacja, Konferencja Naukowa: 3. międzynarodna konferencja GEOSYNTETIKA V STAVEBNÍCTVE, Žilina, 3-4.02.2005.
- [4] PN-EN 15381 Geotekstyliá i wyroby pokrewne. Wymagania w odniesieniu do wyrobów stosowanych w nawierzchniach i nakładkach asfaltowych.



Fot. 1. Kompozyty Tensar AR-GN o oczkach 65 x 65 mm (a) i AR-GNs o oczkach 39 x 39 mm (b)