

IV. Uwagi i podstawowe wnioski

- 1) Raport jest uzupełnieniem Sprawozdania WS-02 z 2005 roku i składa się z trzech rozdziałów. W każdym podpunkcie Rozdziałów sformułowane są wnioski szczegółowe.
- 2) W Rozdziale I przedstawiono wyidealizowane modele teoretyczne geosiatek, które stosowane są w nawierzchniach asfaltowych w funkcji zbrojenia oraz modele konstytutywne nawierzchni z geosiatką. W celu identyfikacji efektywnych własności sprężystych warstwy z siatką zastosowano podstawowe koncepcje mechaniki kompozytów oraz rachunku tensorowego. Zaproponowano dwa podstawowe modele konstytutywne kompozytów, w których izotropowa matryca zbrojona jest regularną siatką. W modelu pierwszym (M1) izotropowa matryca zbrojona jest dwoma ortogonalnymi rodzinami nici. W modelu drugim (M2) izotropowa matryca zbrojona jest siatką, która jest interpretowana jako warstwa o ortotropowych własnościach sprężystych. Otrzymano w ten sposób dwa różne modele ortotropowe. Podano sposób identyfikacji parametrów materiałowych tych modeli. Te modele można zastosować w np. w systemie MES ABAQUS.
- 3) Zaproponowano także dwa modele nieliniowe (M1-1 i M1-2), które są uogólnieniem M1. W modelu M1-1 założono, że rodziny nici nie przenoszą naprężeń ściskających, natomiast w modelu M1-2 uwzględniono możliwość zerwania nici. Sformułowano odpowiednie relacje konstytutywne. Zamieszczono także uwagi o możliwych uogólnieniach tych modeli w ramach teorii lepkosprężystości. Otrzymane nieliniowe związki fizyczne wymagają weryfikacji doświadczalnej i można powiedzieć, że obecnie to zagadnienie jest na etapie badań podstawowych. Relacje konstytutywne wymienionych modeli nie są zaprogramowane w żadnym systemie MES. Dlatego drugim celem badań było m.in. zaproponowanie możliwie najprostszyc idealizacji współpracy siatki z nawierzchnią, co zilustrowano przykładami w Sprawozdaniu WS-02 z 2005 roku. Zagadnieniem otwartym jest w dalszym ciągu racjonalne modelowanie „niepełnej współpracy” siatki z warstwami (górną i dolną) nawierzchni asfaltowej.
- 4) Sformułowano modele aproksymacyjne warstw ze zbrojeniem (w ramach liniowej teorii sprężystości), które są związkami izotropowymi, co pozwala na ich bezpośrednio zastosowanie w standardowych programach wspomagających projektowanie konstrukcji nawierzchni, takich jak np. BISAR, NOAH, ELSYM 5M, JULEA, VEROAD.
- 5) W Rozdziale II przeprowadzono analizę badań wytrzymałościowych siatek zbrojeniowych. Przeanalizowano trzy zaproponowane w Rozdziale I idealizacje siatki zbrojeniowej i okazało się, że standardowe badania są niewystarczające do wyznaczenia parametrów materiałowych teoretycznych modeli siatek. Wobec tego wybrano taki model siatki, w którym parametry materiałowe wyznacza się z badań standardowych. Wyznaczono parametry tych modeli i dokonano analizy jakościowej. Z analizy tej wynika, iż efektywne własności mechaniczne ocenianych siatek nie wskazują na możliwość pełnienia funkcji zbrojenia nawierzchni. Mimo niepełnych wyników pełne wnioski otrzymuje się z innych modeli siatek. Wyznaczone przez autorów efektywne moduły sztywności są większe niż publikowane w literaturze, patrz np. Perkins (2002). Dotyczy to modelu siatki jako kontynualnego modelu ortotropowego.

- 6) W pracy zaproponowano proste kryterium oceny efektywnej sztywności siatki pełniącej funkcję zbrojenia. Podobną próbę podejmowano w innych ośrodkach, jednak uzyskane tam rezultaty są wątpliwe. Efektywność zastosowania siatek w nawierzchniach w funkcji zbrojenia nie wynika z samej sztywności siatki, ale również z trwałości zmęczeniowej mieszanki mineralno-asfaltowej z siatką.
- 7) Przeprowadzono obliczenia programem VEROAD (wg teorii warstw lepkosprężystych) typowych konstrukcji nawierzchni asfaltowej dla ciężkiego ruchu oraz tej samej konstrukcji z siatką. Wykazano, że w analizowanych przypadkach i badanych siatkach nie stwierdzono efektu pracy siatki w funkcji zbrojenia, co potwierdza wniosek 6. Wyraźnie należy podkreślić, że tego typu obliczenia nie uwzględniają efektów zmęczeniowych warstw, po których mogą ujawnić się pożądane efekty wprowadzania siatek. Prawidłowa interpretacja przeprowadzonych obliczeń dotyczy tylko początkowego okresu eksploatacji konstrukcji. Potwierdzają to także obserwacje odcinków doświadczalnych, gdzie efektywność wprowadzania siatek ujawnia się po pewnym czasie użytkowania drogi.
- 8) Z przeprowadzonych badań szczepności między warstwami asfaltowymi z siatką wynika, iż nie każdy produkt spełnia zalecane wymagania.
- 9) Z przeprowadzonej analizy wyników badań doświadczalnych wynika, że standardowe badania siatek w kierunku wzdłużnym i poprzecznym należy uzupełnić rozciąganiem w kierunku pod kątem np. 45° do kierunku wzdłużnego. Ma to na celu ocenę sztywności i wytrzymałości siatki m.in. na ścinanie. W przypadku siatek o nieliniowej charakterystyce zależności między naprężeniem i odkształceniem badania należałoby uzupełnić o dwuosiowe rozciąganie.
- 10) Widzi się potrzebę kontynuacji zarówno badań podstawowych jak i niestandardowych samych siatek oraz ich współpracy z mieszanką mineralno-asfaltową. Jako kluczowe powinny być wykonywane dwu i trójosiowe badania mieszanek asfaltowych, które są konieczne do określenia parametrów materiałowych złożonych modeli konstytutywnych sprężsto-lepkoplastyczności. Pozwoli to na racjonalne zastosowanie oprogramowania MES dla zagadnień nieliniowych. Dotyczy to uwzględniania np. kontaktu warstw i ich zarysowania. Szczegółowe wnioski na ten temat sformułowane zostały w sprawozdaniu z 2005 r.