

przegląd komunikacyjny

3
2021
rocznik LXXVI
cena 25,00 zł
w tym 8% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU

Powłoki obiektów gruntowo-powłokowych



eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Analiza schematu powłoki zintegrowanej z posadowieniem na palach w mostowym obiekcie gruntowo-powłokowym. Application of rubber dust in modified asphalts for SMA mixtures

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

„Przegląd Komunikacyjny” publikuje artykuły związane z szeroko rozumianym transportem oraz infrastrukturą transportu. Obejmuje to zagadnienia techniczne, ekonomiczne i prawne. Akceptowane są także materiały związane z geografią, historią i socjologią transportu.

Artykuły publikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” dzieli się na: „wnoszące wkład naukowy w dziedzinę transportu i infrastruktury transportu” oraz „pozostałe”. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której grupy zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przysyłać w formie elektronicznej na adres redakcji:

artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W zgłoszeniu należy podać: imię i nazwisko autora, adres mailowy oraz adres do tradycyjnej korespondencji, miejsce zatrudnienia, zdjęcie, tytuł artykułu oraz streszczenie (po polsku i po angielsku) i słowa kluczowe (po polsku i po angielsku). Szczegóły przygotowania materiałów oraz wzory załączników dostępne są na stronie:

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

W celu usprawnienia i przyspieszenia procesu publikacji prosimy o zastosowanie się do poniższych wymagań dotyczących nadsyłanego materiału:

1. Tekst artykułu powinien być napisany w jednym z ogólnodostępnych programów (np. Microsoft Word). Wzory i opisy wzorów powinny być wkomponowane w tekst. Tabele należy zestawić po zakończeniu tekstu. Ilustracje (rysunki, fotografie, wykresy) najlepiej dołączyć jako oddzielne pliki. Można je także wstawić do pliku z tekstem po zakończeniu tekstu. Możliwe jest oznaczenie miejsc w tekście, w których autor sugeruje wstawienie stosownej ilustracji lub tabeli. Obowiązuje odrębna numeracja ilustracji (bez rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych stylów, wcięć, podwójnych i wielokrotnych spacji itp.). Dopuszczalne jest pogrubienie, podkreślenie i oznaczenie kursywą istotnych części tekstu, a także indeksy górne i dolne. **Nie stosować przypisów.**
4. Nawiązania do pozycji zewnętrznych - cytaty (dotyczy również podpisów ilustracji i tabel) oznacza się numeracją w nawiasach kwadratowych [...]. Numerację należy zestawić na końcu artykułu (jako „Materiały źródłowe”). Zestawienie powinno być ułożone alfabetycznie.
5. Jeżeli Autor wykorzystuje materiały objęte nie swoim prawem autorskim, powinien uzyskać pisemną zgodę właściciela tych praw do publikacji (niezależnie od podania źródła). Kopie takiej zgody należy przesyłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy w dyscyplinę inżynieria lądowa i transport podlegają

procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNiSW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego oraz uwzględnić w ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz.U. 2019 poz. 392). Liczba uwzględnianych punktów w ewaluacji osiągnięć naukowych wynosi 5.

Do oceny każdej publikacji powołuje się co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki. Zasady kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzentki są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej czasopisma lub w każdym numerze czasopisma. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji/numerów nie są ujawniane.

Przygotowany materiał powinien obrazować własny wkład badawczy autora. Redakcja wdrożyła procedurę zapobiegania zjawisku Ghostwriting (z „ghostwriting” mamy do czynienia wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jeden z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji). Tekst i ilustracje muszą być oryginalne i niepublikowane w innych miejscach (w tym w internecie). Możliwe jest zamieszczanie artykułów, które ukazały się w materiałach konferencyjnych i podobnych (na prawach rękopisu) z zaznaczeniem tego faktu i po przystosowaniu do wymogów publikacyjnych „Przeglądu Komunikacyjnego”.

Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów oraz streszczenia w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016) jako OPEN ACCESS. Pod koniec 2018 roku „Przegląd Komunikacyjny” rozpoczął indeksowanie artykułów angielskich z użyciem numerów cyfrowych DOI. Czasopismo ubiega się o partycypowanie w bazie SCOPUS. Rejestrowane jest w międzynarodowej bazie DOAJ <https://doaj.org/>.

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp.

Ceny są negocjowane indywidualnie w zależności od zakresu zlecenia. Możliwe są atrakcyjne upusty. Patronat obejmuje:

- ogłaszanie przedmiotowych inicjatyw na łamach pisma,
- zamieszczanie wybranych referatów / wystąpień po dostosowaniu ich do wymogów redakcyjnych,
- publikację informacji końcowych (podsumowania, apele, wnioski),
- kolportaż powyższych informacji do wskazanych adresatów.

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

Ramowa oferta dla „Sponsora strategicznego” czasopisma Przegląd Komunikacyjny

Sponsor strategiczny zawiera umowę z wydawcą czasopisma na okres roku kalendarzowego z możliwością przedłużenia na kolejne lata. Uprawnienia wydawcy do zawierania umów posiada Zarząd Krajowy SITK w Warszawie.

Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

- **zamieszczenie logo sponsora w każdym numerze,**
- **zamieszczenie reklamy sponsora w jednym, kilku lub we wszystkich numerach,**
- **publikacja jednego lub kilku artykułów sponsorowanych,**
- **publikacja innych materiałów dotyczących sponsora,**
- **zniżki przy zamówieniu prenumeraty czasopisma.**

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.

Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.

Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie.

Osoba kontaktowa w tej sprawie:

Hanna Szary

hanna.szary@sitkrp.org.pl

ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa, tel.: (22) 827 02 58, 506 116 966

Cena za świadczenia na rzecz sponsora uzależniana jest od uzgodnionych szczegółów współpracy. Zapłata może być dokonana jednorazowo lub w kilku ratach (na przykład kwartalnych). Część zapłaty może być w formie zamówienia określonej liczby prenumerat czasopisma.





Na okładce: SuperCor, S5, Poland
Źródło: Czesław Machelski

Szanowni P.T. Czytelnicy

W numerze

Przekazujemy kolejny numer Przeglądu Komunikacyjnego. Jest on poświęcony wybranym elementom infrastruktury transportowej. W pierwszym artykule Autorzy omawiają metody posadowienia obiektów gruntowo-powłokowych. W obiektach gruntowo-powłokowych z reguły stosuje się betonowe, masywne konstrukcje w postaci ław fundamentowych. Gdy posadowienie powłoki jest w rynience określany jest schemat statyczny jako łuk przegubowo nieprzesuwny. W nielicznych przypadkach wybudowano powłoki z blachy falistej na podatnym posadowieniu. Przykłady o takim posadowieniu, zrealizowanych obiektów w Polsce omówiono w pracy. Podatne podparcie stalowej powłoki ułatwia powstanie naturalnego sklepienia w zasypce gruntowej. W tym przypadku istotny jest kształt powłoki zbliżony do łuku parabolicznego. Autorzy szczegółowo omawiają posadowienie podatne tj. powłoka zintegrowana z podparciem na palach z rur stalowych. Charakteryzuje się ona zmiennym schematem statycznym wynikającym z poziomu utwierdzenia. Wykorzystując wyniki pomiarów geodezyjnych wykonywanych na budowanym obiekcie ustalano schemat przemieszczeń. Na tej podstawie w modelu powłoki szacowano zakres zmian wypiętrzenia powłoki w trakcie układania zasypki.

Kolejny artykuł przedstawia wykorzystanie miazgi gumowej do modyfikacji asfaltów stosowanych w nawierzchniach drogowych. Opisane w artykule badania eksperymentalne dotyczą właściwości asfaltów i mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem odpadów gumowych. Przeanalizowano wpływ dodatku gumowego na właściwości reologiczne, lepkość, penetrację, temperaturę mięknięcia asfaltów. Wprowadzono innowacyjną technikę opartą na połączonym wykorzystaniu obserwacji mikroskopowych. Wyniki badań porównano z asfaltami konwencjonalnymi. Zaobserwowano pozytywne efekty modyfikacji asfaltu miazgą gumową. Na tym samym kruszywie mineralnym przygotowano dwa rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych. Jako odniesienie użyto mieszanki typu SMA z asfaltem modyfikowanym polimerami (PM 45 / 80-55). Następnie przygotowano mieszankę typu SMA na bazie asfaltu modyfikowanego z dodatkiem miazgi gumowej (PM 45 / 80-55 AR). Materiały te zostały przetestowane pod kątem koleinowania oraz odporności na działanie wody i mrozu. Wyniki wskazały, że mieszanki SMA przygotowane na bazie asfaltu modyfikowanego gumą wykazują większą odporność na odkształcenia trwale w podwyższonych temperaturach oraz większą odporność na wodę i mróz niż konwencjonalne mieszanki typu SMA. Wyniki testów porównano z wymaganiami technicznymi dla warstw SMA. Stwierdzono, że tego typu mieszanka mineralno-asfaltowa może być z powodzeniem stosowana w nawierzchniach drogowych, szczególnie narażonych na przemarzanie.

W numerze także przegląd prasy z zakresu transportu i infrastruktury transportowej.

Życząc naszym czytelnikom dobrej lektury.

Redaktor Naczelny
Prof. Antoni Szydło

Analiza schematu powłoki zintegrowanej z posadowieniem na palach w mostowym obiekcie gruntowo-powłokowym

Czesław Machelski, Jan Bernard Michalski 8

Application of rubber dust in modified asphalts for SMA mixtures

Łukasz Skotnicki

15

Wydawca:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5
www.sitk.org.pl

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

Krzysztof Gasz, Igor Gisterek, Bartłomiej Krawczyk,
Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego),
Agnieszka Kuniczuk - Trzcinowicz (Redaktor językowy),
Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor
statystyczny), Wiesław Spuziak, Robert Wardęga,
Czesław Wolek

Adres redakcji do korespondencji:

Poczta elektroniczna:
redakcja@przegląd.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Poczta „tradycyjna”:

Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno), Jozef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska (Warszawa), Andrzej S. Nowak (Auburn University), Tomasz Nowakowski (Wrocław), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Marek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Tomasz Siwowski (Rzeszów), Jiri Straský (Brno), Andrea Zuzulova (Bratysława)

Rada programowa:

Mirosław Antonowicz, Dominik Borowski, Leszek Krawczyk, Marek Krużyński, Leszek W. Mindur, Andrzej Żurkowski

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja elektroniczna. Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów oraz streszczenia w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016).

Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w materiałach nie podlegających recenzji.

Artykuły opublikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych oraz są indeksowane w bazach:

BAZTECH: <http://baztech.icm.edu.pl>

Index Copernicus: <http://indexcopernicus.com>

Międzynarodowa baza DOAJ <https://doaj.org/>

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

<http://www.transportation.overview.pwr.edu.pl>

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi poczynając od 4/2010.

Numer archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać w Oddziale krakowskim SITK, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków, tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

HARDY Design, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wolczuk, przemow@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: sitk.baza@gmail.com

Nakład: 800 egz.

Kędzierzyn-Koźle. Na ulice miasta wyjadą elektryczne autobusy

Tomasz Kapica, nto.pl, 1.03.2021

W poniedziałek (1 marca) podpisano umowę na zakup dwóch niskopodłogowców wraz ze stacją do ładowania. Zasiła flotę Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego. Władze Kędzierzyna-Koźla mówią, że chcą stawiać na ekologię w różnych dziedzinach. Jedną z nich jest transport zbiorowy. Do tej pory MZK miał do dyspozycji jeden autobus hybrydowy Volvo. Podczas postoju na przystankach korzysta on z energii elektrycznej, nie emitując przy tym spalin. Taka technologia pozwala zmniejszyć zużycie paliwa jednocześnie redukując emisję szkodliwych dla środowiska substancji. Teraz miasto idzie dalej i chce zasilać flotę MZK całkowicie elektrycznymi autobusami. Pierwsza dwa takie pojazdy wyjadą na ulice Kędzierzyna-Koźla za nieco ponad rok (...).

Kraków. Wyłoniono wykonawcę koncepcji dla linii tramwajowej Azory – Cichy Kącik

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 1.03.2021

Zarząd Inwestycji Miejskich rozstrzygnął przetarg na przygotowanie koncepcji przebiegu linii tramwajowej Azory – Cichy Kącik. Realizacją opracowania zajmie się firma Fehlings Krug Polska Sp. z o.o., z którą została podpisana umowa. Jej wartość to około 983 tys. zł. Zadaniem wykonawcy jest przygotowanie przynajmniej 4 wariantów przebiegu wzdłuż ulic: Piastowska – Głowackiego – Weissa od połączenia z projektowanymi rozwiązaniami linii tramwajowej KST (os. Krowodrza Górka – Azory) przy ul. Weissa do pętli Cichy Kącik wraz z budową obiektów inżynierskich. Na podstawie uzyskanych opinii i warunków, a także konsultacji społecznych jeden z wariantów zostanie wybrany do dalszych prac, w tym uzyskania decyzji środowiskowej - informują w ZIM (...).

Zwrot w sprawie budowy Osi Zachodniej Wrocławia

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 3.03.2021

Przed dwoma tygodniami we Wrocławskich Inwestycjach zdecydowano, że jedną z naj-

wiekszych inwestycji drogowych ma realizować inne konsorcjum niż to, które wybrano w przetargu, czyli z Pro-Tra Building na czele. Wskazano konsorcjum, którego ofertę najpierw odrzucono, czyli z firmą Bickhardt Bau Polska jako liderem. To była kolejna zmiana wykonawcy kontraktu wartego ponad 180 mln złotych i istniało zagrożenie, że Pro-Tra Building oprotestuje nagłą zmianę. Tak się nie stało i wszystko wskazuje na to, że prace jednak ruszą. Teraz dokumentację musi skontrolować jeszcze Urząd Zamówień Publicznych. Dopiero po tym Wrocławskie Inwestycje podpiszą umowę z wykonawcą na realizację Osi Zachodniej (...).

Nici z szybkiej budowy ścieżek rowerowych wzdłuż Armii Krajowej we Wrocławiu

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 2.03.2021

Unieważniono przetarg, który miał wyłonić wykonawcę projektu „Rowerem w obie strony po al. Armii Krajowej we Wrocławiu - etap 1”. Chodzi o budowę dwukierunkowej trasy rowerowej nad ulicą Krakowską po stronie Parku Tarnogajskiego. Początkowo zapowiadano, że mogłaby powstać jeszcze w tym roku. Wiadomo już, że to się nie uda. Ale jest inny pomysł (...)! Zapadła decyzja o rozszerzeniu tej inwestycji. To, niestety, oznacza, że ścieżki powstaną później niż planowano, a na pewno nie w tym roku - mówi Krzysztof Świercz z Wrocławskich Inwestycji. Nowa trasa pobiegnie wzdłuż południowej strony al. Armii Krajowej, od zjazdu w ulicę Krakowską do ulicy Bogedaina. Po północnej stronie ma się łączyć z przyszłą Aleją Wielkiej Wyspy, której budowa właśnie się rozpoczęła (...).

Dwa kolejne odcinki S19 na Podkarpaciu. Kilkanaście firm złożyło oferty na ich budowę.

Ewa Gorczyca, nowiny24.pl, 3.03.2021

Ponad 20 kilometrów będą liczyć dwa kolejne planowane odcinki drogi ekspresowej S19 na Podkarpaciu. To odcinki w powiecie krośnieńskim: z Iskrzyna do Miejsca Piastowego oraz z Miejsca Piastowego do Dukli. W drugiej połowie tego roku ma być podpisana umowa z wykonawcą. Wybrana w przetargu firma bę-

dzie miała trzy lata wykonanie robót. Ponad 1,2 mld złotych przeznaczyła Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad na zaprojektowanie i budowę S19 – od węzła Iskrzynia k. Krosna do węzła Dukla (...).

Pięć kilometrów starej gierkówki pod Częstochową do remontu. Na odcinku Nowa Wieś - Zawada prace potrwać co najmniej rok

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 8.03.2021

Przez co najmniej rok na dawnej gierkówce (DK1) a obecnie, po zmianie nazwy na DK 91 - między Zawadą a Nową Wsią kierowcy będą się musieli przygotować na utrudnienia. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad ogłosiła właśnie przetarg na przebudowę ponad pięciokilometrowego odcinka tej trasy. Otwarcie ofert zaplanowano na 8 kwietnia. Chodzi o dawną gierkówkę na terenie gminy Poczesna i Kamienica Polska. Trasa biegnie przez miejscowości Kolonia Poczesna, Wanały i Zawada. Droga ma przejść kompleksowy remont w tym miejscu. Począwszy od przebudowy nawierzchni jezdni, skrzyżowań, poboczy, po zatoki autobusowe, pobocza, chodniki oraz zjazdy na drogi dojazdowe. Wykonawca ma też przebudować system odwodnienia drogi, zbudować bariery, ekrany i nowe oświetlenie drogi (...).

Autostrada A4 zanotowała aż 9 tys. aut mniej na dobę. Natężenie ruchu w 2020 roku znacznie spadło

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 8.03.2021

Średnio dziennie o ponad dziewięć tysięcy kierowców mniej korzystało w 2020 roku z płatnej autostrady A4 Katowice - Kraków. Pandemia i ubiegłoroczny lockdown miał spory wpływ na gospodarkę. Mniej jeździliśmy, mniej wydawaliśmy. Nic dziwnego, że spadki przychodów odnotowali także prywatni koncesjonariusze płatnych odcinków autostrad. Na płatnym odcinku A1 (Toruń - Rusocin) średnie dobowe natężenie ruchu w ubiegłym roku było niższe o 14 procent (...). W 2020 roku średni dobowy ruch na koncesyjnym odcinku autostrady A4 Katowice-Kraków wyniósł 36 467 pojazdów i był o 20 procent niższy niż ruch odnotowany w roku 2019 (45 569 pojazdów). Spadły także przychody z poboru opłat

w 2020 roku wyniosły 285 mln 619 zł, co stanowiło spadek o 17,8 procent w stosunku do 2019 roku (347 mln 424 tys. zł) (...).

Bramki poboru opłat znikną z autostrady A4. Wiemy kiedy to nastąpi

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 7.03.2021

Blisko 450 milionów złotych ma kosztować nowy system poboru opłat na autostradach zarządzanych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Chodzi tu o autostrady A2 Konin - Stryków oraz A4 Wrocław - Sośnica. Przypomnijmy, Ministerstwo Finansów anulowało pod koniec ubiegłego roku przetarg na videotolling na odcinkach A4 Bielany Wrocławskie - Sośnica oraz A2 Konin - Stryków i rozpisało postępowanie na nowy system poboru opłat oparty na technologii geolokalizacji, który ma objąć wybrane odcinki autostrad, zarządzane przez GDDKiA. Nowy - bezbramkowy system - ma przyczynić się do wyeliminowania uciążliwych kolejek. W odpowiedzi na interpelację złożoną przez grupę posłów w tym Dobromira Sośnierza, ujawniono, że nowy system płacenia za wymienione autostrady zacznie obowiązywać od 1 grudnia 2021 roku (...).

Mosty Trzebnickie do przebudowy. Wiadomo już kto to zaprojektuje

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 17.03.2021

Zbliża się zamknięcie i generalny remont kolejnych przepraw na Odrze we Wrocławiu. Wiadomo, że przeprawy mają być znacznie poszerzone. Niestety obok dobrej informacji dla mieszkańców Różanki, Osobowic i Nadodrza jest też taka, że na czas prac mosty zostaną wyłączone z ruchu. Zarząd Dróg i Utrzymywania Miasta wyłonił wykonawcę projektu remontu generalnego Mostów Trzebnickich. W przetargu na opracowanie całej dokumentacji projektowej wystartowało sześć firm. Ostatecznie wybrano ofertę złożoną przez wrocławską firmę PBW Inżynieria, która za wykonanie prac zaproponowała cenę w wysokości 846 732 złotych. Firma na wykonanie projektu ma teraz 13 miesięcy. Na Mostach Trzebnickich konieczne jest gruntowne wy-

remontowanie wszystkich elementów konstrukcji, czyli kratownic, podpór, łożysk, izolacji, dylatacji, zabezpieczeń antykorozyjnych, nawierzchni chodników i jezdní. Przewidziano też wymianę oświetlenia i remont kapitalny sieci trakcyjnej z wymianą torowiska tramwajowego. Dodatkowo prace trzeba będzie skoordynować z projektem remontu sieci gazowej przebiegającej wzdłuż mostów (...).

Kiedy pojedziemy S10 do Piły? Za dwa lata przetarg na projekt i budowę ponad 100 kilometrów

Marek Jaszczyszński, gs24.pl, 8.03.2021

Chodzi o budowę brakujących odcinków drogi ekspresowej ze Stargardu do Piły. Póki co mamy obwodnicę Stargardu i Wałcza. Dziś mamy 44 kilometry S10, w przygotowaniu jest 114 km. - Obecnie trwa uzyskiwanie decyzji środowiskowej. Po jej uzyskaniu zostanie zlecone opracowanie koncepcji programowych wraz z badaniami podłoża. Zgodnie z założonym harmonogramem w 2023 roku inwestycja będzie gotowa do ogłoszenia przetargu na zaprojektowanie i budowę - wyjaśniają przedstawiciele szczecińskiego oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. (...)

Wrocław: nowy przystanek kolejowy na ukończeniu. Kiedy zostanie uruchomiony?

mk, Gazeta Wrocławska, 16.03.2021

W poniedziałek kolejarze otworzyli drugi tor po jego modernizacji, a na ukończeniu jest budowany w pobliżu przystanek kolejowy Wrocław Szczepin. Tym odcinkiem dziennie przejeżdża 150 pociągów. Składy będą zatrzymywać się na Szczepinie od czerwca. Nowy przystanek kolejowy we Wrocławiu będzie otwarty w czerwcu. Na przystanku Wrocław Szczepin będą zatrzymywały się pociągi jadące trasą od Dworca Głównego w stronę Oleśnicy i Trzebnicy. Przystanek budowany jest w okolicy wiaduktu pomiędzy ul. Długą i Odrą (...). Równocześnie przebudowywany jest wiadukt na ul. Długiej. Pod wiaduktem, który będzie trzykrotnie szerszy niż dotychczas, będzie miejsce na cztery pasy ruchu, dwa chodniki i linię tramwajową. Koszt budowy przystanku, poszerzenia wiaduktu i pozostałych robót to 46 mln zł.

Bytom. Dworzec kolejowy będzie wyremontowany. Społecznicy apelują o uszanowanie jego historycznego wyglądu

Szymon Bijak, Dziennik Zachodni, 15.03.2021

W przyszłym roku ma rozpocząć się modernizacja linii kolejowej nr 131 między Chorzowem Batorym, Bytomiem i Nakłem Śląskim. W jej ramach, wyremontowany zostanie także dworzec kolejowy w Bytomiu. Mieszkańcy apelują, aby ta inwestycja nie zachwiała zabytkowej infrastruktury stacji (...). Ponadto zaplanowano zmianę układu torowego stacji w Bytomiu, modernizację drugiego, trzeciego oraz czwartego peronu czy zabezpieczenie konstrukcji hali nad peronami przed korozją. Mają także powstać nowe elementy małej architektury (...).

Kraków. Dostarczono nowe autobusy elektryczne. Wyjadą na linię nr 179 z Kurdwanowa do dworca

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 18.03.2021

Solaris Bus & Coach rozpoczął realizację, podpisaną w maju poprzedniego roku, umowy na dostawę 50 autobusów Urbino 18 electric dla Krakowa. Producent dostarczył właśnie pierwsze „przegubowe elektryki”, które wyjadą na linię nr 179. W oficjalnym przekazaniu autobusów udział wzięli prezydent Krakowa Jacek Majchrowski, przedstawiciele MPK SA w Krakowie oraz reprezentanci firmy Solaris. Nowe elektrobusy zasilą dotychczasowy tabor 394 Solarisów, w tym 28 autobusów elektrycznych, z których część zadebiutowała na ulicach miasta już w 2016 r. (...). Na zakup pojazdów MPK SA w Krakowie uzyskało ok. 110 mln zł dotacji ze środków Unii Europejskiej z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020.

Kolbuszowa będzie miała obwodnicę o długości 8,5 km. Po której stronie miasta poprowadzi?

Bartosz Gubernat, nowiny24.pl, 18.03.2021

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad w Rzeszowie otworzyła oferty od firm

zainteresowanych przygotowaniem dokumentacji obwodnicy Kolbuszowej. Najkorzystniejsza jest warta 2,89 mln zł. Jak informuje GDDKiA, najkorzystniejszą ofertę na przygotowanie dokumentacji dla obwodnicy Kolbuszowej złożyła firma Promost Consulting. Jej wartość to 2 898 029,32 zł. Obwodnica Kolbuszowej to zadanie z rządowego Programu 100 obwodnic, dla którego proces inwestycyjny dopiero się rozpoczyna (...). Obwodnica powstanie w nowym śladzie drogi krajowej nr 9 jako droga klasy GP (główna ruchu przyspieszonego) o długości ok. 8,5 km. Przeznaczona do zaprojektowania, a następnie wybudowania inwestycja obejmuje budowę pełnego zakresu DK9 klasy GP wraz ze skrzyżowaniami (ewentualnie węzłami), drogami poprzecznymi i drogami dojazdowymi zapewniającymi dostęp do drogi publicznej, obiektami inżynierskimi i ochrony środowiska oraz usunięciem kolizji z infrastrukturą techniczną nie związaną z drogą. Inwestycja planowana jest do realizacji w systemie projektuj i buduj (...).

Autobusy Metrolinii nie wyjadą 5 kwietnia. Przez lockdown uruchomione zostaną później

Monika Chruścińska-Dragan, Dziennik Zachodni, 24.03.2021

Pierwsze autobusowe linie metropolitalne zostaną uruchomione później niż planowano. Zamiast 5 kwietnia, wyjadą na ulice tydzień po zakończeniu lockdownu. Linie metropolitalne to system 31 linii autobusowych, dzięki którym będzie można łatwiej przemieszczać się między największymi ośrodkami metropolii. Pierwsze z nich będą przede wszystkim obsługiwać duże miasta - Katowice, Chorzów, Rudę Śląską, Zabrze, Gliwice, Sosnowiec czy Dąbrowę Górniczą. W kolejnym etapie uruchamiane będą linie, których zadaniem będzie integracja obszarów Metropolii (...).

Obwodnica Zawiercia i Poręby: Wykonawca uzupełnia dokumentację i czeka na pozwolenie na budowę. Nie przewiduje opóźnień

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 23.03.2021

Wojewoda wezwał wykonawcę, w tym wypadku projektanta zawierciańskiej obwodnicy

do uzupełnienia braków w raporcie oddziaływania na środowisko tej inwestycji. Firma Trakt, ma na to czas do końca marca. Wówczas kontynuowane będzie postępowanie wojewody w sprawie wydania pozwolenia na budowę obwodnicy Zawiercia i Poręby. Generalny wykonawca, firma Mirbud zapewnia, że nie przewiduje z tego tytułu opóźnień. Wykonawca obwodnicy Zawiercia jest gotowy do rozpoczęcia prac na placu budowy. Niestety, chwilowo jest to niemożliwe, bo czasowo zawieszono postępowanie wojewody, dotyczące wydania pozwolenia na budowę (tzw. ZRID-u) (...).

Tychy. Będzie sześć nowych trolejbusów na baterie. W ramach elektromobilności Śląska

Jolanta Pierończyk, Dziennik Zachodni, 23.03.2021

Tychy będą mieć sześć nowych trolejbusów na baterie, które mają się ładować w trakcie jazdy. W 2022 roku Tychy dostaną sześć nowiutkich trolejbusów na baterie. Będą pojazdami innowacyjnymi. W pewnym sensie będą połączeniem trolejbusu i autobusu elektrycznego. Podstawowym źródłem napędu będą zabudowane baterie, a sieć trakcyjna będzie służyła ich ładowaniu. Ponadto nowe pojazdy będą wyposażone we wszystkie niezbędne systemy ułatwiające pracę kierowcy oraz nowoczesny system informacji pasażerskiej - mówi Marcin Rogala, prezes Tyskich Linii Trolejbusowych. Prócz nowych trolejbusów Tychy mają jeszcze zagwarantowaną modernizację podstawy trakcyjnych. Jedno i drugie w sumie będzie kosztować ponad 23 mln zł, z czego ponad 9,9 mln zł wyłoży Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, drugie tyle pochodzi z Regionalnego Programu Operacyjnego, a ponad 3,5 mln zł to pożyczka z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska. Nowe nabytki mają się pojawić w Tychach za około 14 miesięcy, czyli w maju 2022 r (...).

Trasa S1 Sosnowiec - Mysłowice będzie gruntownie przebudowana. Jest decyzja ministra

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 22.03.2021

Wydawało się, że to historia bez szczęśliwego zakończenia, a jednak - jest decyzja ministra

infrastruktury w sprawie przesuwanej od lat modernizacji sosnowieckiego odcinka S1! Jak zapowiada Marek Prusak z katowickiego oddziału GDDKiA, przetarg na projekt tej inwestycji zostanie ogłoszony jeszcze w tym półroczu. To bardzo głośna inwestycja, interweniowali w tej sprawie parlamentarzyści wszystkich opcji politycznych z Zagłębia, a w ubiegłym roku petycję i specjalnie nakręcony film zawieźli do ministerstwa mieszkańcy Sosnowca. Oplaciło się (...). Chodzi o przebudowę nieco ponad pięciokilometrowego odcinka drogi ekspresowej S1 w Sosnowcu. Między Sosnowcem i Mysłowicami. W myśl porozumienia, jakie miasto Sosnowiec zawarło w 2017 roku z GDDKiA inwestycja ma się składać z dwóch części. Pierwszą, czyli modernizację wspomnianego odcinka, ma wykonać GDDKiA, drugą, czyli budowę dodatkowego węzła „Klimontów” zobowiązało się wykonać miasto (...).

Nowe pociągi w taborze Kolei Dolnośląskich. Wiemy, gdzie pojadą

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 25.03.2021

W najbliższym czasie na Dolny Śląsk trafi łącznie 13 nowych, pięcioczęściowych pociągów z Pesy i sześć hybrydowych Impulsów II od Newagu. Pierwsze składki wyjadą na trasy już w 2022 roku. Zakup był możliwy dzięki kredytowi z PKO BP w wysokości ponad 440 mln zł. We wrześniu ubiegłego roku Koleje Dolnośląskie i PESA Bydgoszcz podpisały umowę, w ramach której regionalny przewoźnik zamówił pięć elektrycznych pociągów Elf2. Do kontraktu dodano prawo opcji, umożliwiające zakup w przyszłości kolejnych dwudziestu składów. Dziś ogłoszono decyzję o rozszerzeniu zamówienia o osiem pociągów, co zwiększy wartość umowy o 232 mln złotych. Nowe Elfy2 zaprezentowano dziś na Dworcu Głównym PKP we Wrocławiu (...).

To ma być raj dla rowerzystów. Powstanie Cyklostrada Dolnośląska

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 25.03.2021

Gigantyczna sieć dróg rowerowych w naszym regionie ma liczyć w sumie 1800 kilometrów długości. Jej koszt to 850 mln złotych. W zamy-

śle pomysłodawców, Cyklostrada ma umożliwić zwiedzanie na rowerze całego Dolnego Śląska - ze wschodu na zachód i z północy na południe. Ma być budowana do końca dekady także w oparciu o już istniejące odcinki tras rowerowych w regionie. Wyceniony na około 850 milionów złotych projekt, ma zintegrować lokalne drogi rowerowe i powiąże je z dolnośląską siecią kolejową. - Wspólnie z ekspertami i przedstawicielami środowiska miłośników turystyki rowerowej tworzymy strategię budowy sieci dróg rowerowych w całym regionie. Zadbaliśmy również o wypracowanie standardów projektowych, dzięki którym nowo budowane drogi będą bezpieczne, funkcjonalne, przyjazne dla użytkowników i środowiska - powiedział Cezary Przybylski marszałek Dolnego Śląska na specjalnie zwołanej konferencji prasowej (...).

Kraków. Miasto planuje uruchomić agloekspresy, czyli przyspieszone autobusowe linie aglomeracyjne

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 24.03.2021

Zarząd Transportu Publicznego przygotowuje się do uruchomienia przyspieszonych linii aglomeracyjnych. To rozwiązanie ma poprawić możliwości związane z transportem zbiorowym dotyczące połączeń Krakowa z ościennymi gminami. Projekt polega na utrzymaniu funkcjonowania komunikacji miejskiej z podkrakowskich miejscowości do Krakowa. Zdajemy sobie sprawę, że odpływ pasażerów był dla wielu prywatnych przewoźników potężną stratą finansową. Aktualnie Zarząd Transportu Publicznego w Krakowie wydał 84 zezwolenia na wykonywanie połączeń (w tym zatrzymywanie się na miejskich przystankach) dla 61 przewoźników. Od początku 2020 roku wygaszono aż 20 takich zezwoleń, a siedmiu przewoźników całkowicie zrezygnowało z wykonywania przewozów - informuje Sebastian Kowal z ZTP (...).

Częstochowa. Przebudowa linii tramwajowej w centrum. Wykonawca deklaruje, że inwestycję zakończy się w połowie 2021 roku

Bartłomiej Romanek, Dziennik Zachodni, 7.04.2021

W centrum Częstochowy trwa obecnie przebudowa linii tramwajowej. To największa inwestycja tramwajowa w historii miasta. Firma NDI, wykonawca przebudowy linii tramwajowej w Częstochowie w marcu deklarowała, że już w połowie 2021 roku inwestycja zostanie zakończona, a częstochowianie będą mogli przejechać tramwajem z Rakowa na Północ, pokonując całą trasę. Czy to możliwe? Pozostaje wierzyć na słowo, bo ta inwestycja ciągle łapie opóźnienia (...).

Ostatni odcinek S19, z Dukli do granicy ze Słowacją w Barwinku, w fazie przygotowań. Trwają badania geologiczne. Budowa będzie trudna.

Ewa Gorczyca, nowiny24.pl, 28.03.2021

W połowie tego roku ma być gotowa koncepcja programowa S19 z Dukli do Barwinka. To ostatni odcinek trasy Via Carpatia na terytorium Polski i zarazem jeden z trudniejszych w realizacji. Poprowadzi do granicy ze Słowacją. - Obecnie prowadzone prace przygotowawcze skupiają się na zakończeniu badań geologicznych wykonywanych w ramach koncepcji programowej - informuje Joanna Rarus z rzeszowskiego oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Odcinek z Dukli do Barwinka jest jednym z trudniejszych, ze względu na budowę geologiczną terenu i uwarunkowania środowiskowe. Na 18-kilometrowym odcinku zaplanowano w ramach robót geologicznych prawie 23 kilometry otworów badawczych (...).

Przebudowa jednego z największych skrzyżowań we Wrocławiu. Jest decyzja

Andrzej Zwoliński, Gazeta Wrocławska, 29.03.2021

Wrocławskie Inwestycje ogłosiły przetarg na zaprojektowanie przebudowy ul. Drobnera na wysokości skrzyżowania z ul. Dubois. Inwestycja ma poprawić wygodę i bezpieczeństwo pasażerów komunikacji miejskiej, pieszych i rowerzystów. Firma, która zostanie wyłoniona w ogłoszonym właśnie przetargu, będzie miała za zadanie opracować koncepcje i zaprojektować przebudowę całego węzła łącznie z przystankami komunikacji miejskiej. Głównym

zamierzeniem jest likwidacja bardzo wąskich przystanków tramwajowych przy ul. Drobnera i zastąpienie ich wysepkami zintegrowanymi z komunikacją autobusową. W tym celu założono przesunięcie wschodniej jezdni (przy Hotelu Parla Plaza) w kierunku wschodnim, zachowując jej szerokość, a także likwidację znajdującą się w tym miejscu zatoki autobusowej (...).

Nowe ścieżki rowerowe powstały w Czeladzi. Czekają też miejskie rowery. W weekend możemy wybrać się na długą przejażdżkę

Piotr Sobierajski, Dziennik Zachodni, 10.04.2021

Słoneczna pogoda, jaka zapowiadana jest w najbliższy weekend 10 i 11 kwietnia, skłoni pewnie wielu z nas do wyjścia z domów. Warto pomyśleć także o wyprawie rowerowej, bo można już w Czeladzi korzystać z rowerów miejskich, albo też wybrać się na przejażdżkę rowerową nowymi ścieżkami, które właśnie powstały. - Dwa lata temu nie mieliśmy ich wcale, a teraz mamy prawie 16-kilometrową sieć bezpiecznych, wydzielonych ścieżek rowerowych - podkreśla Zbigniew Szaleniec, burmistrz Czeladzi. W ostatnich dniach kończyły się odbiory i usuwane były wszystkie usterki na wykonanych ścieżkach rowerowych. Pojawiło się również właściwe, pionowe i poziome oznakowanie ścieżek i przejazdów przez przejścia uliczne (...).

Budowa S1: GDDKiA zaprasza firmy do negocjacji. Chce powierzyć budowę obwodnicy Bierunia wykonawcy sąsiedniego odcinka ekspresówki

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 7.04.2021

Konsorcjum firm Porr i Mota-Engil Central Europe, budujące 15-kilometrowy odcinek S1 Oświęcim - Dankowice, dostało od Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad zaproszenie do udziału w negocjacjach, dotyczących budowy kolejnej części tej ekspresówki. Chodzi o możliwość udzielenia zamówienia z wolnej ręki na budowę fragmentu S1, pomiędzy węzłami Bieruń i Oświęcim wraz z obwodnicą Bierunia. To odcinek sąsiadujący z inwestycją realizowaną przez wspomniane konsorcjum

(...). To najprostsze i jednocześnie, co ważne, najszybsze rozwiązanie patowej sytuacji, jaka nastąpiła po unieważnieniu przetargu na budowę 13-kilometrowego odcinka S1 między Mysłowicami i Oświęcimiem. Chińczycy, choć dali jedyną, mieszczącą się budżecie GDDKiA ofertę, zostali z przetargu wykluczeni z powodów proceduralnych (...).

Opole. Rozpoczęto budowę nowego mostu kolejowego przez Odrę. Powstaje kolejny peron, remontowane są torowiska

Sławomir Draguła, nto.pl, 8.04.2021

Przebudowa odcinka Opole Zachodnie – Opole Główne - Opole Groszowice wraz z budową nowego mostu nad Odrą zakończy się w 2023 roku. Budowa przyczółków to pierwsze prace przy nowym moście kolejowym przez Odrę w Opolu. Przeprawa o długości 180 metrów będzie miała trzy metalowe kratownicowe przęsła i dwie żelbetowe podpory. Obiekt umożliwi przejazd składów pasażerskich z prędkością do 160 km/h. Będą mogły kursować także ciężkie składy towarowe o nacisku do 221 kN na oś (...). Inwestycja PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. pomiędzy Opolem Głównym a Opolem Zachodnim poza mostem nad Odrą obejmuje także modernizację trzech innych kolejowych przepraw: nad Młynówką, Kanałem Ulgi oraz nad Suchodołem. Ponadto zaplanowano prace na trzech wiaduktach: nad ul. Powstańców Śląskich, ul. Krapkowicką i ul. Prószkowską. Cały czas budowany jest też nowy peron 1a na stacji Opole Główne. Powstała już konstrukcja platformy o długości 150 metrów i wysokości 76 centymetrów. Po ułożeniu nawierzchni z płyt, zamontowana zostanie 75 metrów wiata, nawiązująca stylistyką do charakteru stacji (...).

Obwodnica piastowska Opola ma być poszerzona do końca wakacji. Jakie trudnienia?

Piotr Guzik, nto.pl, 8.04.2021

W drugiej połowie kwietnia rozpocząć ma się rozbudowa obwodnicy piastowskiej Opola. Na odcinku pomiędzy węzłem na ul. Niemożlińskiej a estakadą nad ul. Wrocławską powstanie dodatkowa jezdnia z dwoma pasami ruchu. Obwodnica piastowska została oddana

do użytku pod koniec 2019 roku. Droga łącząca obwodnicę północną Opola z węzłem na ul. Niemożlińskiej. Trasa mająca około 4 kilometrów długości na odcinku od obwodnicy północnej do zjazdu z estakady na ul. Wrocławską ma po dwa pasy ruchu w obu kierunkach. Dalej jest to już jednak trasa węższa - ma jedną, dwukierunkową jezdnię. Ta sytuacja budziła zresztą pewne wątpliwości kierowców - że pomimo tego, iż inwestycja kosztowała blisko 120 mln zł, droga nie jest w pełni dwujezdniowa. Miasto odpowiadało, że podbudowa drugiej jezdni została zrealizowana i jej dokończenie będzie możliwe po pozyskaniu dodatkowych pieniędzy. Te - około 10 mln zł z Unii Europejskiej - Opole otrzymało na początku roku (...).

Ponad 2 lata opóźnień w dwa miesiące. MPK podało dane za początek roku

Marcin Kruk, Gazeta Wrocławska, 9.04.2021

Z jaką średnią prędkością jeżdżą tramwaje, a z jaką autobusy? Ile minut opóźnienia łapie każdy pojazd MPK? Jak często dochodzi do awarii? MPK Wrocław przedstawiło statystyki za początek roku 2021. Od początku roku 2021 do końca lutego minęło 58 dni, a autobusy i tramwaje wrocławskiego MPK zdążyły w tym czasie spóźnić się łącznie o ponad dwa lata. Według informacji udostępnionej przez miejskiego przewoźnika, każdy autobus i tramwaj odjeżdża z przystanku ze średnim opóźnieniem wynoszącym 2 minuty. Przy ponad 550 tysiącach kursów w tym czasie daje to 769 dni spóźnienia. Z odpowiedzi MPK Wrocław na interpelację radnego Roberta Grzechnika wynika, że autobusy przewoźnika jeżdżą w tym roku ze średnią prędkością komunikacyjną 21,3 km/h, a tramwaje z prędkością 17,7 km/h (...).

Obwodnica Psiego Pola. Kiedy powstanie wyczekiwana droga?

Marcin Kruk, Gazeta Wrocławska, 9.04.2021

Droga łącząca ul. Krzywoustego i Litewską wyczekiwana jest od lat. Teraz upomnieli się o nią deweloperzy i rozpoczęły się prace projektowe. Kiedy ruszy budowa? Obwodnica Psiego Pola pozwalająca odkorkować centrum osiedla i rondo Lotników Polskich miała przebie-

gać obecną ulicą polną wzdłuż rzeki Widawy od ul. Krzywoustego do ul. Litewskiej. O budowę od lat zabiegają mieszkańcy, którzy w 2017 r. złożyli nawet petycję z podpisami ponad 1000 osób w sprawie budowy mierzącej około 1700 metrów drogi w urzędzie miasta. Odcinek obwodnicy Psiego Pola poprowadzony ul. Nowoliteńską został ujęty w Wieloletniej Prognozie Finansowej Wrocławia (...). Obecnie trwają prace nad projektem. Ma on być gotowy do końca roku 2022, a budowa obwodnicy Psiego Pola planowana jest na 2023 r.

Pociąg z Wrocławia do Jelcza-Laskowice dopiero pod koniec roku

Konrad Bałajewicz, Gazeta Wrocławska, 2.04.2021

Zgodnie z wcześniejszymi zapowiedziami PKP PLK, po 21 latach, w połowie tego roku mieliśmy pojechać pociągiem zmodernizowaną trasą z Jelcza Miłoszyc do Wrocławia. Niestety, nie pojedziemy. Modernizacja linii kolejowej 292 zakończy się z ponaddwuletnim opóźnieniem. Miała być już przejezdna we wrześniu 2019 r. W marcu zakończyły się prace na odcinku Wrocław Sołtysowice - Wrocław Swojczyce. Od kwietnia 2021 r. tą trasą będą mogły jechać pociągi towarowe, a od czerwca także - osobowe. Trudno jednak spodziewać się uruchomienia połączeń tylko do Swojczyc. Dalej pociąg nie pojedzie, bo na odcinku od Swojczyc do Jelcza-Laskowic muszą zostać wykonane prace dodatkowe związane z wymianą szyn (...).

Łódzkie MPK wzbogaci się o ekologiczny i komfortowy tabor. Autobusy na baterie będą kursować po Łodzi!

Magdalena Rubaszewska, Dziennik Łódzki, 8.04.2021

17 elektrycznych autobusów marki Volvo wyjedzie w pierwszy kwartał 2022 roku na linie, których trasy przebiegają przez centrum Łodzi. Zgodnie z ustawą o elektromobilności do 2028 roku autobusy elektryczne mają stanowić 30 procent miejskiej floty autobusowej. Tego typu tabor nie emituje szkodliwych substancji do atmosfery, przyczyniając się tym do polepszenia jakości powietrza w miastach. Pojazdy są ciche, mniej hałaśliwe niż te o na-

pędzie konwencjonalnym. Ma to szczególne znaczenie w miejscach o dużym natężeniu ruchu, czyli właśnie w centrach miast. Elektryczne pojazdy rzadziej się psują niż te z silnikiem spalinowym, m.in. ze względu na prostszy układ napędowy (...). Koszt zakupu to 64,53 mln zł, z tego dofinansowanie unijne wynosi 45 mln zł.

Sześć elektrobusów z panelami na dachu dla Szczecina. Przyjadą do nas z Solarisa

Marek Jaszczynski, gs24.pl, 9.04.2021

Przedstawiciele firmy Solaris podpisali w Szczecinie umowę na dostawę sześciu elektrycznych solarisów. Zgodnie z wymogami przetargu, pojazdy zostaną dostarczone do Szczecina w ciągu 12 miesięcy od podpisania umowy. Łączna wartość zamówienia to ponad 16,5 mln złotych. W ubiegłym roku firma Solaris wygrała w Szczecinie przetarg na dostawę 8 sztuk przegubowych autobusów elektrycznych Urbino. Oferta firmy była również najlepsza w przetargu na dostawę 6 autobusów bateryjnych o długości 12 metrów. Solarisy Urbino electric dla Szczecina będą wyposażone w baterie Solaris High Power o łącznej pojemności ponad 120 kWh (...).

Do 30 września na państwowych autostradach będą obowiązywały dwa systemy poboru opłat równocześnie

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 18.04.2021

W Sejmie odbyło się w środę pierwsze czytanie ustawy o autostradach płatnych i nowym systemie poboru opłat na państwowych odcinkach autostrad. Co nowego można znaleźć w rządowym projekcie? Na przykład wysokość mandatów za brak opłaty, czy nieczytelne tablice. Niewykluczone też, do czego przychyliła się Ministerstwo Finansów, że opóźni się o kilka miesięcy wyłączenie istniejącego systemu ViaTOLL. W nowych przepisach jest także mowa o tym, że Krajowa Administracja Skarbowa jest otwarta na rozmowy z konsorcjami, którzy chcieliby wdrożyć nowy system na swoich odcinkach. Nowy system poboru opłat na około 261 km państwowych autostrad (A4 i A2) ma wejść w życie w czerwcu 2021 roku. Wówczas miał zostać wyłączony,

obecnie funkcjonujący, system poboru opłat viaTOLL. Nowy miał od czerwca obowiązywać tylko samochody ciężarowe o masie powyżej 3,5 t. Auta osobowe będą się musiały do niego stosować od grudnia 2021 roku (...).

Pierwszy autobus elektryczny dla MPK Częstochowa zjechał z taśmy produkcyjnej. To Autosan

Bartłomiej Romanek, Dziennik Zachodni, 15.04.2021

Do końca roku do Częstochowy dotrą wszystkie z 15 zamówionych przez miasto, w pełni elektrycznych autobusów miejskich. Pierwsze egzemplarze rozpoczną kursy jeszcze w tym miesiącu. To Autosany. Z taśmy produkcyjnej polskiej fabryki Autosan zjechał właśnie pierwszy, gotowy egzemplarz autobusu elektrycznego zamówionego przez częstochowskie MPK. Najpierw auto w biało-czerwonych barwach częstochowskiej komunikacji miejskiej będzie testowane na drogach Podkarpacia. Komplet 15 autobusów elektrycznych, zamówionych u sanockiego producenta (w ramach programu Lepsza Komunikacja w Częstochowie), pojawi się na ulicach miasta w tym roku. Pierwsze gotowe do obsługi pasażerów pojazdy z zakontraktowanej floty zostaną dostarczone do siedziby MPK do końca kwietnia (...).

Obwodnica Niemodlina. Ruszyły prace budowlane po zimowej przerwie. Powstają jezdnie, węzły, mosty i wiadukty. Kiedy pojedziemy nową drogą?

Sławomir Draguła, nto.pl, 17.04.2021

Nowa droga wyprowadzi ruch tranzytowy z Niemodlina i Sosnowki a przypomnijmy, że droga krajowa 46 na odcinku Opole - Nysa, jest jedną z najbardziej ruchliwych i niebezpiecznych w województwie opolskim. Jak informuje opolski oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, zaawansowanie budowy obwodnicy Niemodlina w ciągu drogi krajowej nr 46 wynosi już 70 procent. Po okresie zimowym wykonawcy kontynuują prace związane z budową konstrukcji drogi, na niektórych odcinkach kładziony jest też już asfalt, ruszyły prace brukarskie, montaż ekranów akustycznych i oświetlenia (...).

Wielka inwestycja kolejowa na torach z Opola do Kędzierzyna-Koźla. Ruszyły kolejne etapy prac

Sławomir Draguła, nto.pl, 13.04.2021

Ruszył remont czwartego peronu na stacji w Kędzierzynie-Koźlu, budowane są też nowe mosty i wiadukty, wymieniane tory i sieć trakcyjna. Inwestycja jest częścią większego projektu, czyli przebudowy linii kolejowej E30 pomiędzy Kędzierzyna-Koźlem a Opolem. Jej koszt to ponad 400 mln złotych. Inwestycja dofinansowana jest przez Unię Europejską. Na stacji w Kędzierzynie-Koźlu przebudowano już perony nr 2 i 3, powoli dobiega też do końca remont pierwszego. Wykonawca prac wszedł też na peron czwarty. Została już tam zdarta jego stara nawierzchnia i zdemontowane torowiska (...). Modernizacja odcinka Kędzierzyna-Koźle – Opole-Groszowice zakończy się w czwartym kwartale 2021 roku. Przebudowane tory, nowe rozjazdy i sieć trakcyjna oraz zamontowane nowe urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego umożliwią prowadzenie pociągów z prędkością do 160 km/h, a czas przejazdu z Opola do Kędzierzyna skróci się o połowę - z 50 do nawet 25 minut. Koszt wszystkich prac to 412 mln złotych (...).

Kosmonautów idzie do remontu. Wrocław może podpisać umowę z wykonawcą

map, Gazeta Wrocławska, 14.04.2021

Wrocławskie Inwestycje mogą podpisać umowę z nowym wykonawcą na budowę Osi Zachodniej. Nowa droga odkorkuje dojazd do Leśnicy? Wrocławskie Inwestycje pochwaliły się w środę (14 kwietnia) pozytywną decyzją, którą wydał Urząd Zamówień Publicznych po przeprowadzonej kontroli dokumentów, dzięki której mogą podpisać umowę z wykonawcą na budowę Osi Zachodniej Wrocławia (...). Inwestor zmienił wykonawcę w lutym tego roku. Firma Bickhardt Bau Polska może już przystąpić do przygotowania dokumentów oraz umowy, która zostanie podpisana w ciągu kilku tygodni. Potem konsorcjum będzie miało 24 miesiące na zrealizowanie prac. Wartość tej inwestycji to ponad 181 mln zł (...).

Analiza schematu powłoki zintegrowanej z posadowieniem na palach w mostowym obiekcie gruntowo-powłokowym

Scheme analysis of the structure founded on the piles in soil-steel bridge



Czesław Machelski

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział
Budownictwa Lądowego i
Wodnego; Katedra Dróg, Mostów,
Kolei i Lotnisk

czeslaw.machelski@pwr.edu.pl



Jan Bernard Michalski

Dr inż.

EKSPERT sp. z o.o.

benitamichalska@onet.pl

Streszczenie: W obiektach gruntowo-powłokowych z reguły stosuje się betonowe, masywne konstrukcje w postaci łąw fundamentowych. Gdy posadowienie powłoki jest w rynience określany jest schemat statyczny jako łuk przegubowo nieprzesuwny. W nielicznych przypadkach wybudowano powłoki z blachy falistej na podatnym posadowieniu. Przykłady zrealizowanych obiektów w Polsce omówiono w pracy. Podatne podparcie stalowej powłoki ułatwia powstanie naturalnego sklepienia w zasypce gruntowej. W tym przypadku istotny jest kształt powłoki zbliżony do łuku parabolicznego. Zasadniczym przypadkiem analizowanym w pracy jest powłoka zintegrowana z podparciem na palach z rur stalowych. Charakteryzuje się ona zmiennym schematem statycznym wynikającym z poziomu utwierdzenia. Wykorzystując wyniki pomiarów geodezyjnych wykonywanych na budowanym obiekcie ustalano schemat przemieszczeń. Na tej podstawie w modelu powłoki szacowano zakres zmian wypiętrzenia powłoki w trakcie układania zasypki.

Słowa kluczowe: Konstrukcje gruntowo-powłokowe; Podatne posadowienia; Schemat statyczny; Badania

Abstract: In soil-steel bridges usually the massive concrete foundation is being applied. When the structure is mounted in the gutter, the static models defined as non-sliding joint arch. In a few cases only, the corrugated steel structures are founded on a flexible foundation. The examples of such objects executed in Poland were described in this article. The flexible foundation of the steel structure helps to form a natural vault in the backfill. The shape of the structure, similar to parabolic arch, is relevant in this case. The essential case being analyzed here, is the structure founded on the piles made of steel pipes. It is characterized by variable static scheme resulting from the level of connection. The displacement scheme was established using the results of geodetic measurements performed on the constructed bridge. On this basis, the range of changes in the uplift of the structure during backfilling, was estimated in the structure model

Keywords: Soil-steel bridges; Flexible foundation; Static scheme; Investigation

Rodzaje posadowień powłok z blach falistych

Bezpośrednie posadowienia dotyczą wyłącznie powłok wykonanych ze stalowych blach falistych o przekroju zamkniętym (eliptycznym, kroplistym, gruszkowym). W takich sytuacjach stosuje się podsypkę piaskową pod dolną częścią powłoki. W przypadku obiektów o większych gabarytach wykonuje się podłoże z kruszywa, na którym realizuje się profilowanie właściwej warstwy kontaktowej zasypki z powłoką.

Bezpośrednie posadowienie można zastosować również w przypadku czynnego cieku wodnego. W [1] omówiono technologię budowy przepustu zlokalizowanego w ciągu drogi

Niemodlin - Lewin Brzeski. Przeszkodę stanowił kanał charakteryzujący się stałym, ale wysokim stanem wody przy bardzo małym spadku hydraulicznym. Przepust o szerokości 3 m został wykonano ze stalowej powłoki z blachy falistej MP 150x50x5 mm. Rurę skręcano z arkuszy blachy w pobliżu miejsca jej wbudowania a po zmontowaniu całej konstrukcji stalowej, włożono ją do kanału, jak na rys. 1. W takim przypadku powłok o kształcie rurowym istotna jest deformacja geometrii wzdłuż jej osi podłużnej.

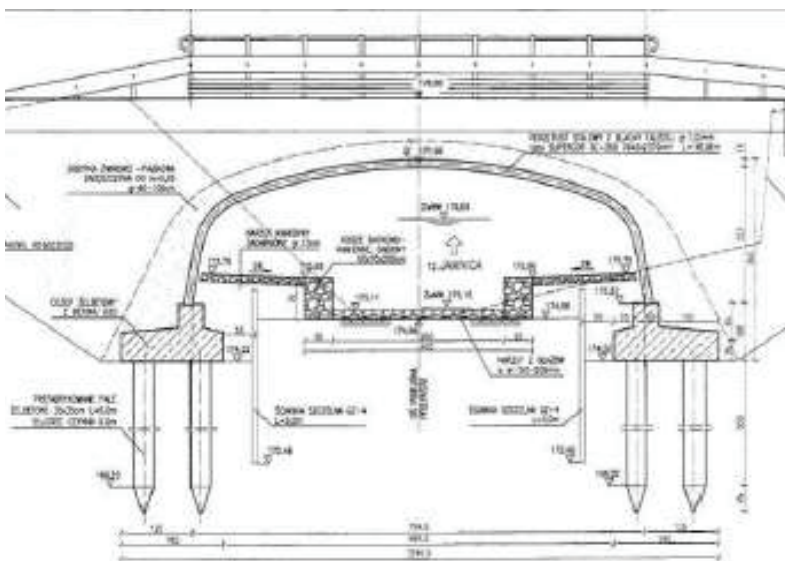
W przypadku powłok o przekroju otwartym najczęściej spotykane jest posadowienie na fundamencie żelbetowym. Takie fundamenty mogą być również realizowane z zastosowaniem

prefabrykacji. Istotne w analizowanym rodzaju konstrukcji jest osadzenie powłoki w rynience z kształtownika stalowego, mocowanie jej przy użyciu śrub. Stosowane jest również gniazdo wykształcone w górnej części podpory betonowej. Do tej grupy zalicza się również podparcia na masywnych łąwach zwieńczających pale żelbetowe [2, 3], jak na rys. 2. Wspólną cechą tych konstrukcji jest połączenie powłoki z fundamentem w sposób tworzący schemat podparcia jako przegubowy i nieprzesuwny.

Klasyczne, sztywne posadowienie powłoki na masywnych fundamentach może być odpowiednie w przypadku powłok dużych rozpiętości. W przypadku małych obiektów wystarczające jest



1. Realizacja budowy obiektu w cieku wodnym



2. Podparcie powłoki na fundamencie z zastosowaniem pali żelbetowych



3. Konstrukcja powłoki z podparciem na blasze falistej [5]

podatne podparcia jak w przykładach podanych niżej. Wynika ono z małych wartości pionowych reakcji podporowych przy znacznie większych oddziaływaniach bocznych. W obiekcie wybudowanym w Biernacicach [4]

wykonano ciekłą ścianę, z użebrowaniem na przedłużeniu pali żelbetowych. Ściany boczne są podatną częścią konstrukcji obiektu. Zatem układ konstrukcyjny jest mieszany – części dolnej wykonana z betonu a w górnej

zastosowano klasyczną powłokę z blachy falistej. Gdy oparcie powłoki zrealizowano w rynience można zaliczyć do typowych obiektów gruntowo-powłokowych o schemacie przegubowym nieprzesuwym.

Na rys. 3 przedstawiono przykład zintegrowanego połączenia powłoki z elementem posadowienia w postaci blachy falistej [5]. Cała, lekka konstrukcja stalowa ustawiana jest na podłożu z podsypki żwirowej. Przykład analizowanego rodzaju posadowienia zastosowano w obiekcie wybudowanym w Mikołajkach [6].

Zintegrowane podparcie powłoki na pionowej ścianie z blachy falistej, jak na rys. 4 zaprojektowano w obiekcie usytuowanym w ciągu drogi lokalnej o małym natężeniu ruchu, ale dla dużych ciężarów pojazdów, w Bartnicy koło Nowej Rudy [7]. W przekroju poprzecznym konstrukcja tworzy schemat łuku w kształcie połowy koła o średnicy 5,0 m. Zaprojektowano powłokę z blachy MP 150x50x5. Powłoka zanurzona jest w gruncie rodzimym na głębokość ok. 1 m. Istotnym elementem konstrukcji podparcia jest w tym przypadku ostroga wykonana z blachy falistej. Ostroga mocowana jest do powłoki z użyciem śrub, takich jakie służą do scalania arkuszy blachy falistej. Opiera się ona na betonie o niskiej wytrzymałości – ma ona zabezpieczyć powłokę przed osiadaniem. Zatem taki układ można kwalifikować jako konstrukcję z blachy zanurzonej w ośrodku gruntowym.

Posadowienia na palach w obiektach gruntowo-powłokowych jest rzadko stosowane. Punktowe podparcie powłoki, zastosowano w obiekcie tymczasowym, jak na rys. 5. Wybudowano go na drodze krajowej nr 8, na trasie Wrocław – Kłodzko w okolicy miejscowości Niemcza [8]. W tym przypadku rynienka z kształtownika stalowego stanowiła zwieńczenie pali wbitych w grunt rodzimy. Rozstaw pali ze stalowych kształtowników wynosił 3,1 m. Szczególnym przypadkiem jest zastosowanie powłoki ze stalowej blachy płaskiej o grubości $t = 23$ mm. W przekroju poprzecznym powłoka jest o kształcie połowy koła i rozpiętości $L = 5,25$ m. W schemacie statycznym



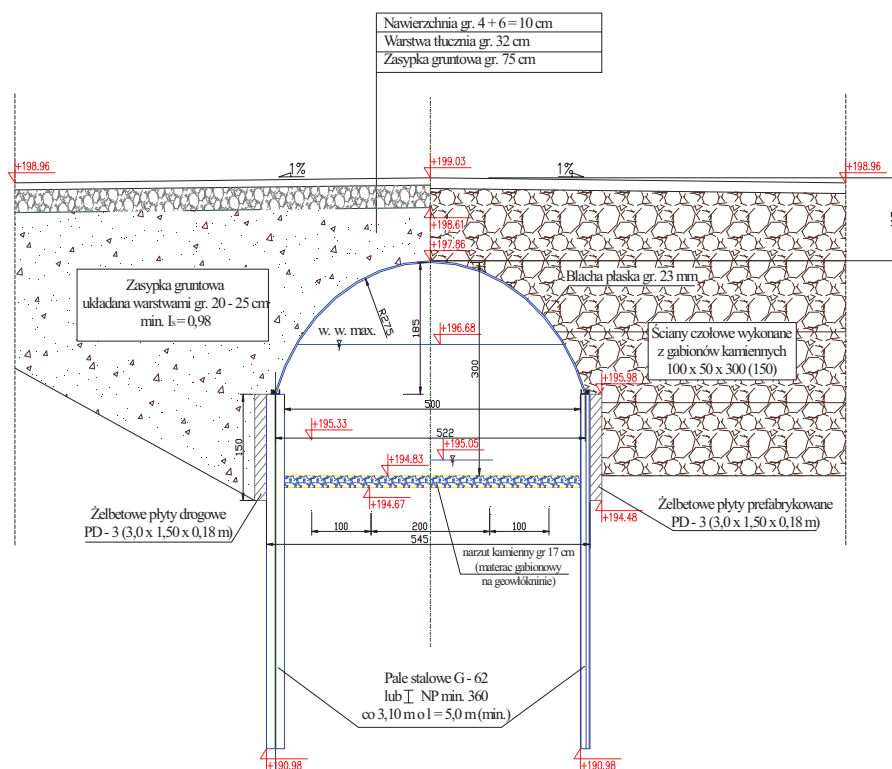
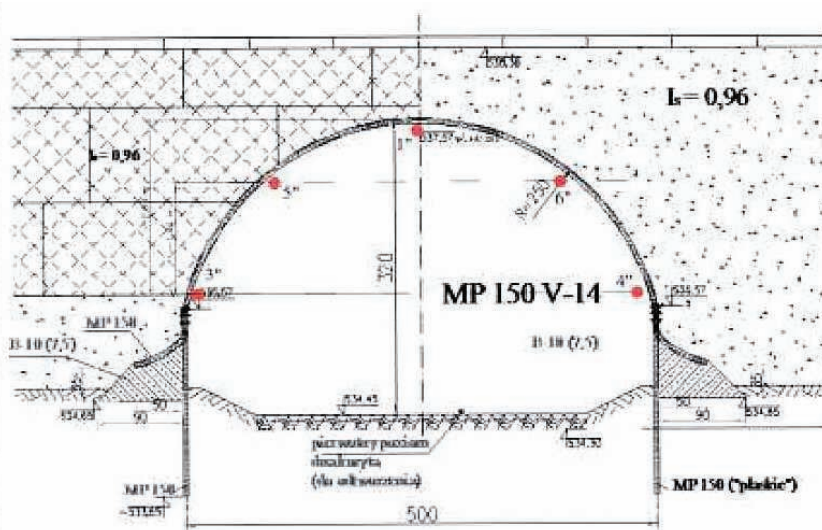
4. Powłoka posadowiona na ścianie z blachy falistej, z ostrogą

przegubowego podparcia powstaje możliwość przemieszczeń poziomych wynikających z podatności pali i efektu parcia gruntu oraz siły rozporu pochodzącej od powłoki.

Zintegrowane posadowienie powłoki z palami

Konstrukcją analizowaną w pracy jest obiekt wybudowany w Świdnicy [8] nad linią kolejową, jak na rys. 6. Powłokę obiektu gruntowo-powłokowego wykonano ze stalowej blachy falistej typu MP 200x55x5,5. W przekroju poprzecznym pasma obwodowego powłoki widoczny jest złożony kształt w postaci łuku kołowego o rozpiętości $L = 10,05$ m i promieniu krzywizny $R = 8,984$ m oraz w narożu $R_n = 1,335$ m. W częściach bocznych powłoka przechodzi w pochylone, prawie proste ściany połączone w sposób sztywny z palami wykonanymi z rur stalowych 300x5 mm, rozmieszczonych co 2,5 m. W części przejściowej konstrukcji występuje dwustronna powłoka, obejmująca górny odcinek rury. Ten fragment pomiędzy blachami falistymi stanowił szalunek do wypełnienia betonem. W ten sposób utworzono zintegrowanie połączenie powłoki z palami stalowymi.

Schemat statyczny powłoki w Świdnicy jest złożony bowiem podparcie na palach jest zintegrowane z powłoką. Istotnym problemem, rozpatrywanym w pracy jest ustalenie poziomu zamocowania powłoki w palach. Na rys. 7



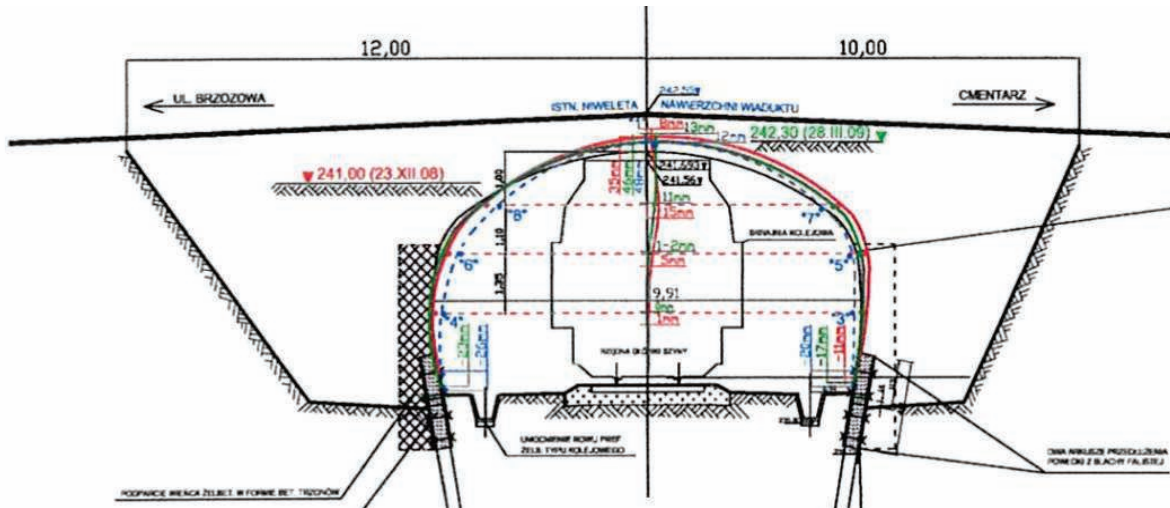
5. Powłoka z blachy płaskiej posadowiona na palach

przedstawiono schemat deformacji pasma obwodowego powłoki podczas układania zasyпки gruntowej. W analizowanej konstrukcji dogodne jest przyjęcie poziomu odniesienia (układu współrzędnych) w kluczu powłoki. W tym schemacie punkt 0 zmienia swoje położenie w trakcie budowy i eksploatacji.

Podczas budowy, czyli w okresie układania zasyпки gruntowej występują największe przemieszczenia powłoki, jako skutek oddziaływania gruntu. Do obserwacji zmiany deformacji powłoki

wykorzystano w pracy techniki geodezyjne z bazą pomiarowa, usytuowana po obydwu stronach powłoki. Na podstawie tych przemieszczeń utworzono wykresy przedstawione na rys. 8 gdzie zmiennym parametrem jest poziom zasyпки z jako pionowa współrzędna liczona od klucza powłoki. Zatem gdy $z < 0$ zasyпка układana jest poniżej klucza powłoki. Podczas budowy zalecana jest symetria układu co uwzględniono na rys. 7.

Wypiętrzenie klucza powłoki $w(K)$ jest dodatnie (skierowane na zewnątrz,



6. Obiekt w Świdnicy o konstrukcji powłoki zintegrowanej z palami

zgodnie z osią z) natomiast zwężenia u są ujemne (skierowane do wnętrza), jak na rys. 7. Na wykresach nie zamieszczono pionowych składowych przemieszczeń punktów 1, 2 z uwagi na bardzo małe wartości. Charakterystyczną cechą tych wyników jest przyrost przemieszczeń poziomych punktów 1, 2, 3 gdy budowany jest naziom nad powłoką ($z > 0$). Istotne jest to, że powłoka nie doznaje redukcji zwężenia podczas układania naziomu. Zatem występuje przewaga oddziaływania parcia na ściany boczne w stosunku do siły rozporu łuku, czyli części górnej powłoki. Widoczna w tych pomiarach jest zmiana przemieszczenia u_3 gdy zasypka przekracza poziom punktu pomiarowego 3. W przypadku powłok o kształcie łukowym, posadowionych na masywnym fundamencie zwykle przemieszczenia poziome są znacznie zredukowane gdy poziom zasypki zbliża się do klucza (czyli gdy $z \approx 0$).

Szacowanie poziomu zamocowania powłoki

Wyniki pomiarów podane na rys. 8 wykorzystano do określenia linii przemieszczeń pasma obwodowego powłoki podanych na rys. 9. Przemieszczenia na tych wykresach są skierowane radialnie (prostopadle) do linii pasma obwodowego powłoki - oznaczono je jako r na rys. 7. W tym przypadku położenie punktów pomiarowych określono jak odległość od klucza s ale liczoną wzdłuż osi pasma obwodowego powłoki. W przypadku części o kształcie

wycinka koła wartość s wyznaczana jest z zależności geometrycznej, podanej na rys. 7, jako

$$s = \varphi \cdot R. \quad (1)$$

We wzorze (1) przyjęto założenie, że zmiana promienia krzywizny podczas budowy jest mała a więc zachodzi zależność $R \approx R_{uw}$.

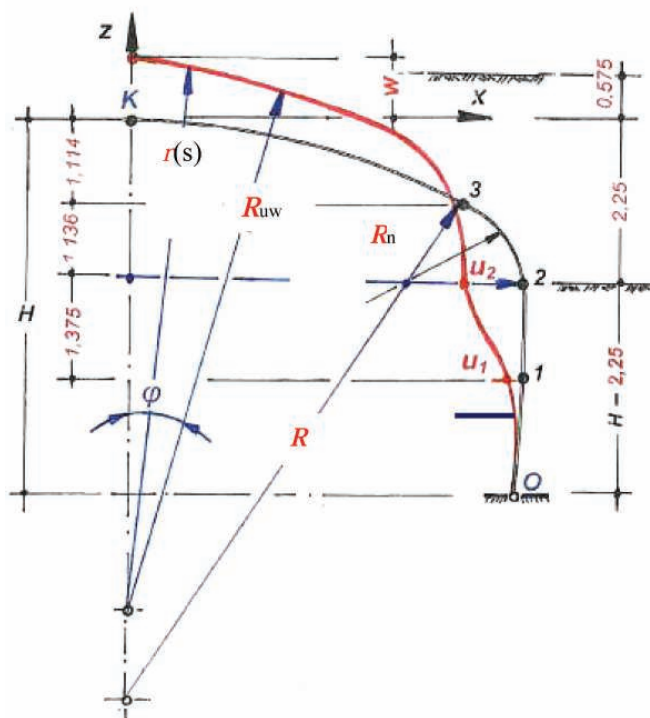
Położenia punktów pomiarowych na paśmie obwodowym są następujące: $s_K = 0$, $s_3 = 4,521$ m, $s_2 = 5,908$ m i $s_1 = 7,283$ m. Na podstawie wykresów podanych na rys. 9 szacowano miejsce, w którym występuje $r = 0$, oznaczone jest jako s_0 . Na tej podstawie określa się położenie zamocowania powłoki a więc wysokość powłoki H , przyjmowa-

ną w schemacie statycznym zależy od wartości s_0 , jak we wzorze

$$H = (s_0 - s_2) + 2,25. \quad (2)$$

W legendzie wykresów podano poziom zasypki gruntu z odniesiony do klucza powłoki.

Wszystkie wykresy układają się w sposób charakterystyczny. Wraz z przyrostem grubości zasypki gruntu obniżeniu podlega punkt 0 z rys. 7. W przypadku układania naziomu, nad częścią krzywoliniową powłoki wartość H wyraźnie wzrasta. Wynika to z przyrostu zwężenia co należy traktować jako przewagę parcia na ściany boczne nad siłą rozporu części łukowej powłoki. Przyrosty wypiętrzenia są większe niż



7. Geometria pasma obwodowego powłoki w Świdnicy

spotykane w powłokach o kształcie łukowym podpartych w masywnym fundamencie. Przy małej grubości zasypki z poziomem dochodzącym do punktu 1 można przyjmować $H = 4,5$ m ($s_0 = 8,2$ m).

Skuteczność oddziaływania gruntu na powłokę

Zmiana schematu statycznego, czyli miejsca zamocowania powłoki w posadowieniu wpływa na efektywność oddziaływania gruntu na powłokę (s). Ujmuje to linia wpływu wypiętrzenia klucza powłoki przedstawiona na rys. 10. Rozpatrzono tam trzy poziomy utwierdzenia, określone w wysokości powłoki H jako pionowej odległości klucza od miejsca zamocowania. Na osi poziomej wykresów podano s jako odległość analizowanego punktu od klucza powłoki a w legendzie wartości H . Zmiany wysokości powłoki H powodują zmiany funkcji wpływu wypiętrzenia przedstawione na rys. 10. Oczywiście zmiany tych rzędnych są płynne jako zależności od grubości zasypki z .

Rzędne linii wpływu wypiętrzenia klucza powłoki jako skutek parcia gruntu o kierunku radialnym $p(s)$ obliczono z wykorzystaniem programu MES i schematu prętowego powłoki, jak na rys. 7. Z tych obliczeń, przy przyjęciu siły pionowej $P = 1$, jako wypadkowego oddziaływania gruntu na klucz powłoki i wykorzystaniu zasady wzajemności przemieszczeń Bettiego uzyskano funkcję wpływu $f(s)$. Składa się ona z bezwymiarowej funkcji $a(s)$ i statycznej charakterystyki sztywności giętej łuku $a \cdot R^3/EI$ jak we wzorze

$$f(s) = \frac{a(s)}{2} \cdot \frac{a \cdot R^3}{EI} \quad (3)$$

W obliczeniach zakłada się symetrię oddziaływania gruntu po obydwu stronach powłoki stąd mnożnik 1/2 we wzorze (3). W przypadku analizowanej powłoki w Świdnicy czynnik stały wynosi

$$\frac{a \cdot R^3}{2EI} = \frac{8,987^3}{2 \cdot 5144} = 0,7055 \frac{1}{kPa} \quad (4)$$

Jako sztywność na zginanie powłoki $EI = 514,4$ kNm²/m przyjęto wycinek blachy falistej typu MP 200×55×5,5

o szerokości jednostkowej gdy $I/a = 2,5093 \cdot 10^{-6}$ m⁴/m oraz $E = 205 \cdot 10^6$ kN/m². Stąd oddziaływanie gruntu o kierunku radialnym (czyli prostopadłym do powłoki) jest w postaci p [kPa], a wypiętrzenie otrzymuje się ze wzoru

$$w(z) = \int_{s_z}^{s_0} p(s) \cdot f(s) \cdot ds = \frac{a \cdot R^3}{2EI} \int_{s_z}^{s_0} p(s) \cdot f(s) \cdot ds \quad (5)$$

w zależności od poziomu gruntu z . W (5) całkowanie rozpoczyna się od punktu początkowego s_z czyli styku zasypki z powłoką gdzie $p(s) = 0$. W przypadku realizacji naziomu, gdy zasypka układa się nad powłoką $p(s) > 0$ ale $s_z = 0$. Wartość s_0 zależy od grubości zasypki, ujęta jest we wzorze (2).

Zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki

Zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki, jak na rys. 7 jest charakterystyką geometrii powłoki obiektu. W przypadku geometrii projektowej zachodzi zależność ujęta we wzorze

$$R = \frac{F^2 + C^2}{2F} \quad (6)$$

gdzie położenie punktu 3, zgodnie z rys. 7 przyjmują wartości $F = -z_3$ oraz $C = x_3$. Po uwzględnieniu przemieszczeń u i w tego punktu w wyniku pomiarów geodezyjnych występuje zmiana promienia krzywizny w kluczu powłoki, określona jak we wzorze

$$R_{uw} = \frac{(F+w)^2 + (C-u)^2}{2(F+w)} \quad (7)$$

W tym przypadku przemieszczenia u i w są odniesione są do klucza powłoki. Przyjmując wyniki pomiarów z okresu rozpoczęcia użytkowania obiektu, zgodnie z danymi przedstawionymi na rys. 11, z poziomu pomiarowego 7-8 wartości przemieszczeń przyjmowane we wzorze (7) są następujące:

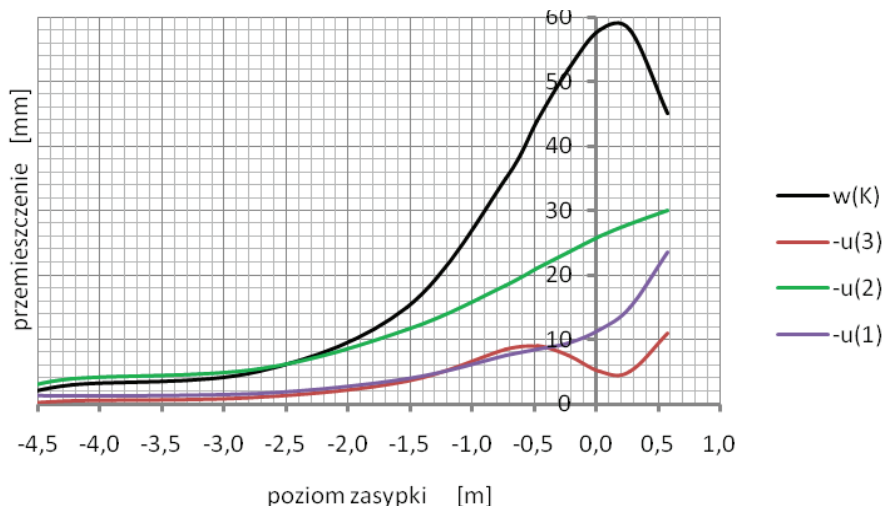
$$w = 43 + 13/2 = 52,5 \text{ mm} \quad (8)$$

oraz

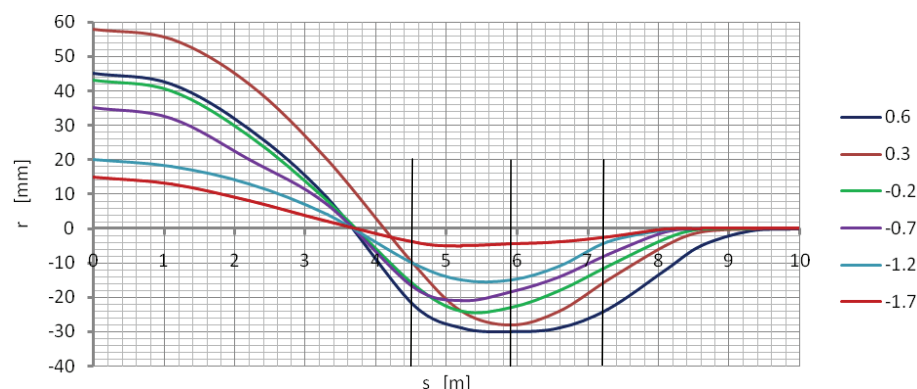
$$u = (20 - 3)/2 = 8,5 \text{ mm} \quad (9)$$

Wobec tego promień krzywizny wynosi

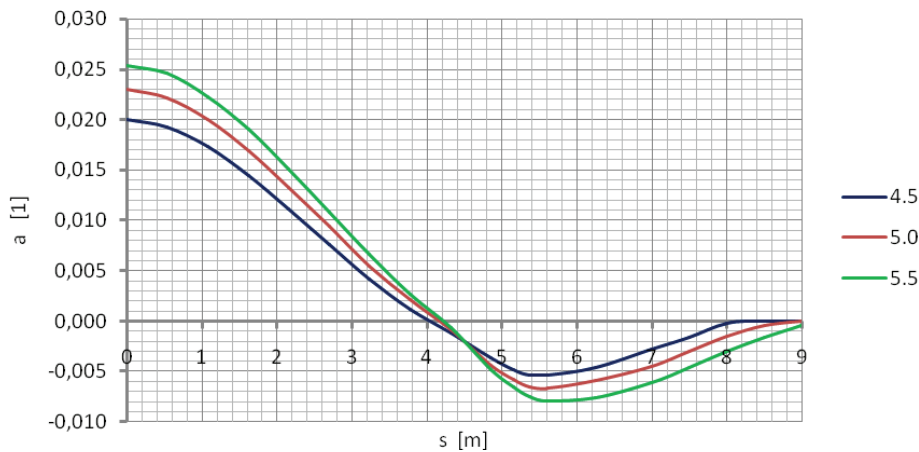
$$R_{uw} = \frac{(1,114 + 0,0525)^2 + (4,333 - 0,0085)^2}{2 \cdot 1,1665} = 8,599 \quad (10)$$



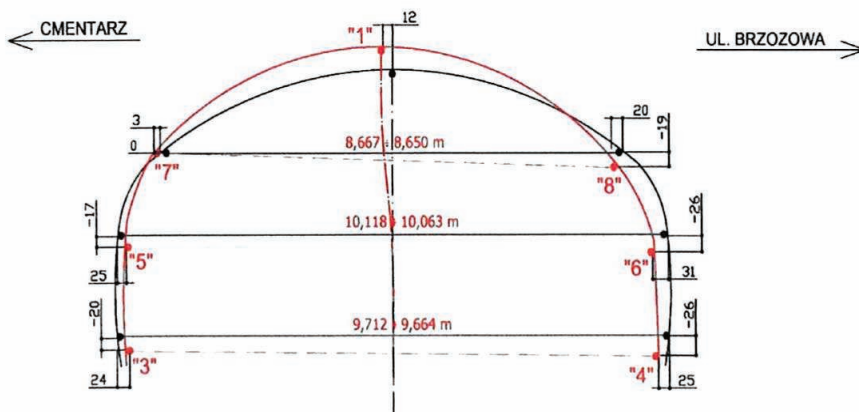
8. Zmiany przemieszczeń punktów pomiarowych podczas układania zasypki



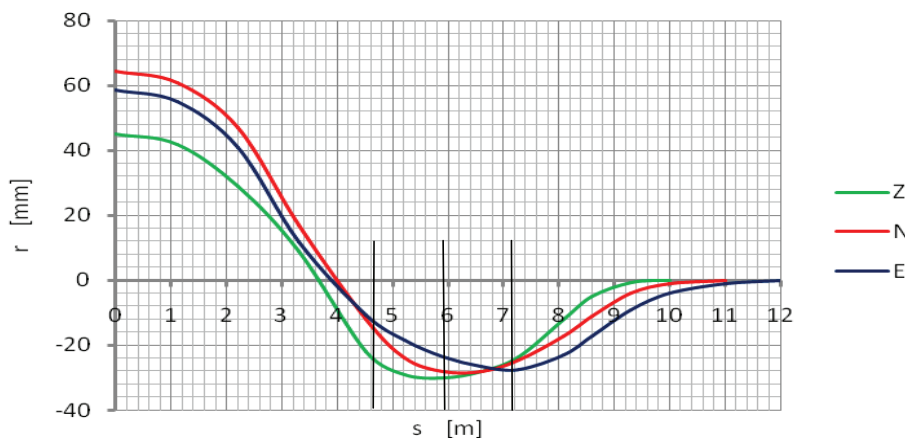
9. Linie przemieszczeń o kierunku radialnym pasma obwodowego powłoki



10. Linie wpływu wypiętrzenia jako wynik obliczeń MES. W legendzie wysokość powłoki H



11. Schemat deformacji pasma obwodowego powłoki po wykonaniu nawierzchni



12. Linie przemieszczeń pasma obwodowego powłoki w zależności od poziomu gruntu

Zatem promień krzywizny uległ zmianie o 4,3%. Jest to wartość mała w porównaniu do występujących w klasycznych powłokach o kształcie łukowym. W powłokach o kształcie skrzynkowym zmiany $R_{uw}(z)$ zmieniają inaczej niż w powłokach o kształcie łukowym [9].

Zmiana poziomu zamocowania powłoki podczas użytkowania obiektu

Przedstawione na rys. 9 wykresy przemieszczeń osi powłoki dotyczą fazy

budowy. Z nich wynikał coraz niższy poziom utwardzenia powłoki w podporze słupowej. Na rys. 12 przedstawiono dalszy przebieg tych przemieszczeń skierowanych prostopadłe do pasma obwodowego, czyli radialnie. Jako Z oznaczono sytuację gdy zakończono układanie zasypki ($z = 0,575$ m), ujętą na rys. 9. Po ułożeniu nawierzchni, w fazie oznaczonej jako N nastąpił przyrost przemieszczeń, zgodnie z wynikami podanymi na rys. 11. Istotna jest w tym przypadku przewaga sił parcia gruntu na ściany boczne powłoki

ki nad siłą rozporu od części łukowej powłoki. Po trzech latach eksploatacji obiektu, przy niewielkim udziale obciążeń ruchomych wystąpiła redukcja przemieszczeń widoczna na wykresie oznaczonym jako E. Zatem zmienia się oddziaływanie gruntu na powłokę co obserwuje się jako obniżanie się poziomu utwardzenia powłoki. W tym przypadku można go szacować (z ekstrapolacji wyników pomiarów) na poziomie $so \approx 11,5$ m a więc gdy $H \approx 8$ m. Na tym poziomie występują wyłącznie pale z rur stalowych. Spadek wypiętrzenia przy przyroście wysokości powłoki wskazuje na redukcję sił parcia gruntu na ściany boczne. Takie zjawisko jest to obserwowane w obiektach gruntowo-powłokowych również z wykorzystaniem presjometrów [10].

Podsumowanie

Stosowanie rynienki i masywnych fundamentów pozwala na spełnienie warunków podparcia powłok w postaci schematu przegubowego i nieprzesuw nego. W wielu wynikach badań [9] przedstawiono przykłady występowania ograniczonej swobody obrotu powłoki w miejscu podparcia. Obserwowane są wówczas momenty zginające w miejscu podparcia wynikające z częściowego utwardzenia. Efekt ten może być częściej spotykany w przypadku powłok o wysokiej fali. Bowiem podparcie powłoki w rynience może być realizowane na zewnętrznej lub wewnętrznej grzbiecie fali a nie na jej środkowej części. Gdy wypełnia się betonem strefę kontaktową powłoki z podporą to prowadzi do braku swobody obrotu powłoki w fundamencie a więc odejścia od schematu przegubowego.

W przypadku powłoki zintegrowanej z podparciem na palach istotne staje się określenie schematu statycznego. Z analiz przedstawionych w pracy w fazie budowy miejsce zamocowania blachy falistej zależy od poziomu zasypki. W końcowej stanie budowy ważne znaczenie ma grubość naziomu. Przy małym naziomie, jak w analizowanym przykładzie przeważa parcie gruntu na ściany boczne. Dopiero przy

wysokim naziemnie zaczyna przeważać siła rozporu w łukowej części powłoki. W trakcie eksploatacji obiektu poziom zamocowania powłoki w dalszym ciągu wzrasta. Zatem przy redukcji przemieszczeń powłoki widoczna jest redukcja oddziaływania gruntu.

Podatne podparcie stalowej powłoki ułatwia powstanie naturalnego sklepienia w zasypce gruntowej i w rodzimym ośrodku gruntowym. W tym przypadku istotny jest kształt powłoki – zbliżony do łuku parabolicznego. W przypadku pali stalowych ważne może być osiadanie podpory. W palach żelbetonowych opór poboczny jest znacznie większy [11]. ◀

Materiały źródłowe

[1] Machelski C., Michalski J.B.: Podatne posadowienia obiektów gruntowo-powłokowych. *Obiekty Inżynierskie*. nr 1/2009, s. 51-55

[2] Zawieja A, Burek A., Sobala D.: As fast as possible – of a bridge in difficult atmospheric conditions. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2012, p. 147-156

[3] Graczyk M, Woch M., Skulski B.: Construction of railway bridges made of flexible structural structural plate. Live load test. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2017, p. 117-124

[4] Wysokowski A, Mońka M., Howis J.: Foundation of flexible structures – developmental trends. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2017, p. 363-373.

[5] 5. Machelski C., Mońka M.: Prognosis and measurements of deformation of soil-steel structure settled on steel corrugated plate foundations. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2012, p. 147-156.

[6] 6. Machelski C., Michalski J.B.: Posadowienie mostu gruntowo-po-

włokowego na ścianie z ostrogą. *Mosty*. nr 3/2008, s. 68-71.

[7] Machelski C., Michalski J.B., Michalski B.: Efektywny most objazdowy gruntowo-powłokowy. *Inżynieria i Budownictwo*. nr 1/2006, s. 11-13.

[8] Michalski J.B.: Posadowienie na rurach stalowych wiaduktu gruntowo-powłokowego w Świdnicy. *Obiekty Inżynierskie*. nr 3/2009, s. 18-27.

[9] Machelski C.: Badanie mostowych konstrukcji gruntowo-powłokowych. *Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne*, Wrocław 2020.

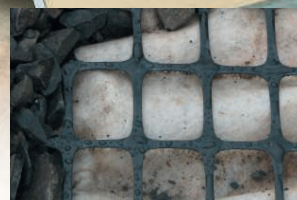
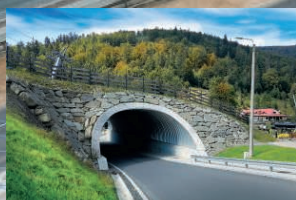
[10] Vaslestad J., Kunecki B., Johansen T.H.: Twenty one years pressure measurements on buried flexible steel structure. *Archives of Institute of Civil Engineering*. 2007, p. 233-244.

[11] Gwizdała K., Kowalski J. R.: *Prefabrykowane pale wbijane*. Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2005.

REKLAMA



INNOVATIVE INFRASTRUCTURE



- Konstrukcje ze stalowych blach falistych
- Konstrukcje inżynierskie z żelbetonowych elementów prefabrykowanych
- Rury stalowe spiralnie karbowane
- Rury przepustowe z PP i HDPE
- System kanalizacji deszczowej i sanitarnej

- Ściany oporowe z gruntu zbrojonego
- Zbiorniki retencyjne
- Geosyntetyki
- Mosty kratowe
- Gabiony
- Płotki ochronno-naprowadzające dla pławów

ViaCon Polska Sp. z o.o., ul. Przemysłowa 6, 64-130 Rydzyna, tel.: +48 65 525 45 45 • office@viacon.pl • www.viacon.pl

Application of rubber dust in modified asphalts for SMA mixtures

Zastosowanie miazgu gumowego w asfaltach modyfikowanych dla mieszanek typu SMA



Lukasz Skotnicki

Dr inż.

Politechnika Wroclawska, Wydział
Budownictwa Lądowego i
Wodnego; Katedra Dróg, Mostów,
Kolei i Lotnisk

lukasz.skotnicki@pwr.edu.pl

Abstract: The experimental investigation described in the paper refers to the properties of asphalts and asphalt mixtures with addition of rubber wastes. The influence of rubber additive, on rheological properties, viscosity, penetration, softening point of the asphalts were analyzed. An innovative technique based on the combined use of microscopic observations was developed. Tests results were compared to the conventional asphalts. Positive effects of modification were recorded. Two types of asphalt mixtures were prepared on the same mineral aggregate. For reference a Stone Matrix Asphalt (SMA) was used with polymer modified (PM) asphalt 45/80-55. Then the Stone Matrix Asphalt was prepared on the base of asphalt-rubber (45/80-55 AR). These materials were tested on rutting and water and frost resistant. The results indicated that the SMA mixtures prepared on the base of rubber modified asphalt exhibit greater resistance to permanent deformation, at elevated temperatures and greater water and frost resistance than the conventional SMA mixtures. Tests results were compared to technical requirements for SMA layers. It was found that this type of asphalt mixture can be successfully used in road surfaces, especially exposed to freezing.

Keywords: Asphalt mixture; SMA mixture; rubber asphalt; Recycling; Dynamic viscosity

Streszczenie: Opisane w artykule badania eksperymentalne dotyczą właściwości asfaltów i mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem odpadów gumowych. Przeanalizowano wpływ dodatku gumowego na właściwości reologiczne, lepkość, penetrację, temperaturę mięknięcia asfaltów. Wprowadzono innowacyjną technikę opartą na połączonym wykorzystaniu obserwacji mikroskopowych. Wyniki badań porównano z asfaltami konwencjonalnymi. Zaobserwowano pozytywne efekty modyfikacji asfaltu miazgiem gumowym. Na tym samym kruszywie mineralnym przygotowano dwa rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych. Jako odniesienie użyto mieszanki typu SMA z asfaltem modyfikowanym polimerami (PM 45 / 80-55). Następnie przygotowano mieszankę typu SMA na bazie asfaltu modyfikowanego z dodatkiem miazgu gumowego (PM 45 / 80-55 AR). Materiały te zostały przetestowane pod kątem koleinowania oraz odporności na działanie wody i mrozu. Wyniki wskazały, że mieszanki SMA przygotowane na bazie asfaltu modyfikowanego gumą wykazują większą odporność na odkształcenia trwałe w podwyższonych temperaturach oraz większą odporność na wodę i mróz niż konwencjonalne mieszanki typu SMA. Wyniki testów porównano z wymaganiami technicznymi dla warstw SMA. Stwierdzono, że tego typu mieszanka mineralno-asfaltowa może być z powodzeniem stosowana w nawierzchniach drogowych, szczególnie narażonych na przemarzanie.

Słowa kluczowe: Mieszanka mineralno-asfaltowa; Mieszanka typu SMA; Asfalt gumowy; Recykling; Lepkość dynamiczna

Introduction

The continuous increase in car traffic forces the use of road surfaces, made of high-resistance materials, to adverse loads. One of the ways to improve the properties of MMA is the use of modified bituminous binders. In connection with the end of a life span of car tires, the question arises what to do with such exploited materials. The issue of the re-use of waste materials (recycling) is a topic increasingly common in construction technology [1, 2, 8, 13, 14, 23].

This is also the case with rubber materials [5, 6, 11]. The reuse of waste materials significantly contributes to reducing the consumption of natural resources. In addition, the use of rubber waste leads to a practical solution to the environmental problem: it reduces the negative impact on the environment and reduces the emission of harmful greenhouse gases. The economic benefits obtained in this way cannot be overestimated.

The asphalt-rubber binders are increasingly used for the construction of road and airport pavements.

Rubber modified asphalt technology originates from the USA. In 1940, Rubber Reclaiming Company launched a product called Ramflex, which was a dry additive of processed rubber used for road asphalt. In the 1960s, Charles McDonald introduced the rubber modified asphalt called Overflex [24]. The technology of rubber modified asphalt in Poland was carried out, among others [4, 15, 21]. The first attempts to use rubber dust for modification of mineral-bituminous mixtures were most often experiments on a laboratory scale

and concerned on the technology of rubber modified asphalt using the "dry" method [10].

SMA mixtures were originally developed in the 1960s in Germany in road constructions with high-traffic volume. These type of asphalt mixture has high content of asphalt binder and gap coarse aggregate gradation. From this reason it should be composed with stabilizing additives such as cellulose fibers or mineral fibers [17]. The rubber modifying of SMA mixtures can bring positive effects on the strength parameters of these mixtures and also on their stability during the transport and embedding process.

The first applications of the asphalt-rubber binder were in the US highway industry [12], mainly concerned the covering of damaged (cracked) concrete cement pavement.

The used rubber granulate can be introduced into the mineral-bituminous mix with two methods: dry process and wet process [22].

The dry process consists of adding mineral granulate with grain size up to 2.0 mm in an amount of about 2-3%. As a result, we get a mineral-bituminous mixture with rubber grit inclusions. The addition of rubber reduces the stiffness of the mix thanks to which it increases its resistance to cracking. Despite the simplicity of the modification process itself, the dry process is not very popular because we get a mineral-bituminous mixture which is difficult to thicken (rubber granulate behaves elastically during thickening) which causes loosening of the mix structure. The result is a high content of free space in the mixture, significant absorbability, and low frost resistance.

The wet process is based on the earlier modification of the bitumen binder with a rubber granulate and the introduction of a finished asphalt-rubber binder into the mineral mix. The effect of the modification depends on the granulation of the rubber granulate, the amount of added rubber, the method of combi-

ning asphalt with rubber (temperature and mixing intensity), the time of mixing, the time of "maturing" of the new binder. Rubber granules are dosed in an amount of 10 to 20% in relation to the binder. Too much rubber granulate, especially on harder asphalts, results in a bituminous mineral mix with difficult workability during embedding.

Typical road asphalts are suitable for modification, however, it should be remembered that the addition of rubber granulate changes the properties of the binder. The type of binder used depends on the type of mineral-bituminous mix in which the asphalt-rubber binder will be used. The basic tests of the asphalt-rubber binder are viscosity, penetration at 25°C, softening point according to R&B (Ring and Ball method) and elastic recovery at 25°C.

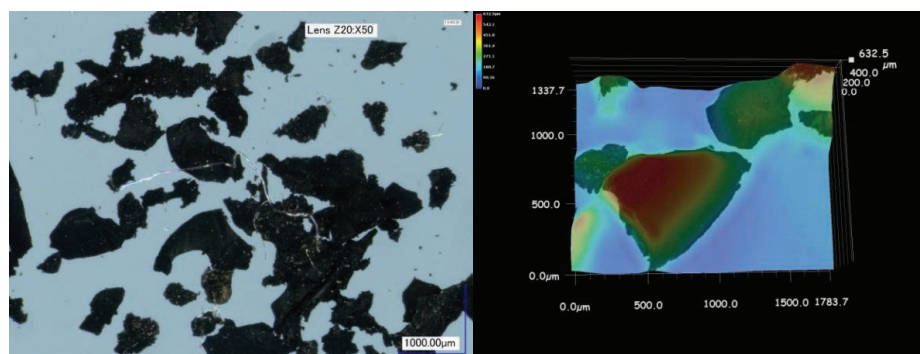
The use of rubber modification

results in changes in the rheological properties of road asphalts [7, 18].

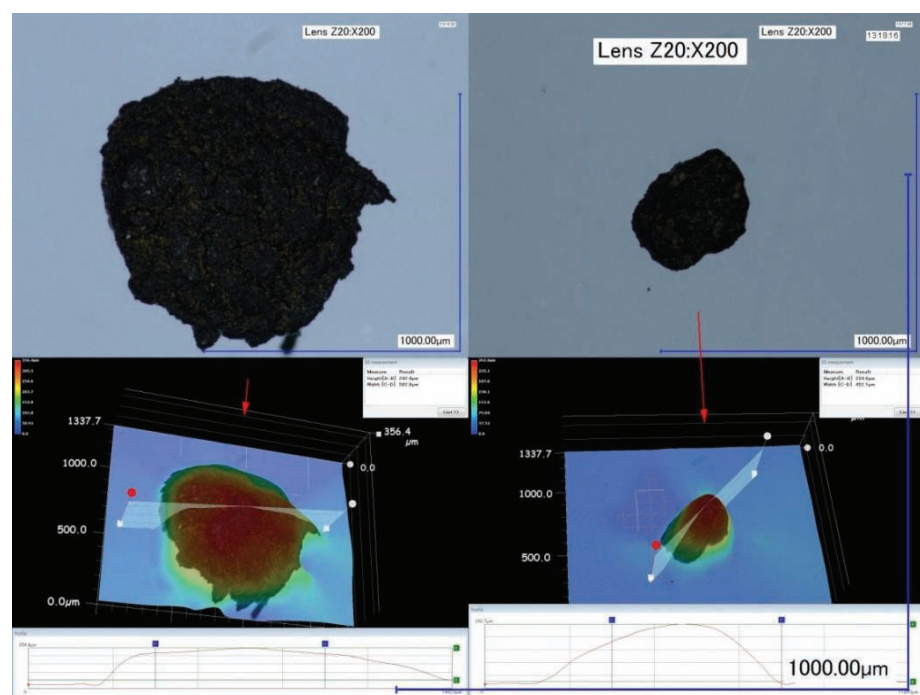
The grinding of rubber from used car tires is based on mechanical cutting and grinding, and the obtained product contains rubber, fabric, and metal. Grinding can be carried out by the cryogenic method or in normal atmospheric conditions [9].

Materials and methods

Scanning electron microscope (SEM) analysis showed that the crumpled rubber (CR) has different surface depending on grinding method. An example of rubber after crushing in multiple magnifications – cryogenic method, is shown in Figure 1. Rubber granules having a regular graining (so-called crumb rubber [19], rubber dust or rubber powder), shredded at room temperature, are also often used to modify



1. Dimensions and shape of rubber grains shredded by the cryogenic method



2. The view of rubber dust grains

the asphalt - Figure 2. The subject of this work was the analysis of the modification of an asphalt binder with a rubber dust.

The research program analyzed the impact of the use of rubber modification on the properties of bituminous binders and asphalt mixtures by the wet process. The tests took into account modified bitumen 45/80-55 and analogous with the addition of rubber marked 45/80-55 AR. Studies show that the optimal addition of rubber at around 10% percent gives positive effects on the properties of future MMA mixtures [20].

All examinations were carried according to standard procedures which are used in European road laboratories (European standards EN). First stage of tests was to define basic properties of asphalts. Three general tests for asphalts were carried:

- softening temperature test according to EN 1427,
- penetration test according to EN 1426,
- dynamic viscosity test according to EN 13302.

These tests allowed to estimate, if modified asphalt may be used to make SMA mixtures.

Second stage of the experimental program, were tests of SMA mixtures. The mixtures were designed according to boundary grading curves – for aggregate, and design criteria, adequately to SMA demands [16]. The mixing process was carried on with guidelines presented in EN 12697-35. A compacting method was adapted to particular test samples, according to EN 13108-5 and EN 13108-20. After the compacting process, tests for SMA mixtures were carried. In the experimental program, following tests were used:

- durability on water and frost test according to EN 12697-12,
- rutting test according to EN 12697-22.

Results of all tests are presented further in this paper. The analysis of re-

sults can be helpful to enter the rubber modified mixtures to common road practice.

Results and discussion

Asphalt binders

At the beginning, the influence of the use of a rubber additive in an asphalt binder on penetration and the softening temperature was analyzed. These features are commonly used in the assessment of the suitability of bituminous binders for applications in selected layers of road surfaces. Penetration and softening temperature make it possible to assess the resistance of the future asphalt mixture to the formation of permanent deformation and low-temperature fractures. As a result of the test cycle, results for penetration were obtained - Table 1. The results of the softening point analysis of the bituminous binders used are listed in Table 2.

As a result of the experiment, it was found that the depth of penetration in the case of rubber modified asphalts is much lower than in the case of asphalt without a rubber additive. The results obtained are located in the lower part of the required range of penetration of modified asphalt. The R&B tests indicate that the rubber additive in the asphalt, which is sufficiently quantitative, does not cause major changes in the softening temperature compared to conventional modified binders. Obtained softening temperature results met the requirements for modified binders used for SMA layers according to [16].

In the dynamic viscosity tests, a Brookfield rotational viscometer was used. Four temperature levels were used to estimate the viscoelastic properties of the tested asphalts. The results of dynamic viscosity tests for rubber modified binder 45/80-55 AR are shown in Figures 3, 4, 5 and 6.

For polymer-modified asphalt, examples of viscosities are shown in Table 3 [3].

Tab. 1. Penetration of the asphalts

Asphalt type	Penetration at 25°C	
PMB 45/80-55	[0,1mm]	45 - 80
PMB 45/80-55 AR	[0,1mm]	49,0

Tab. 2. The R&B softening temperature

Asphalt type	Softening temperature [°C]
PMB 45/80-55	≥ 55
PMB 45/80-55 AR	55,8

Tab. 3. Dynamic viscosity of conventional modified asphalt

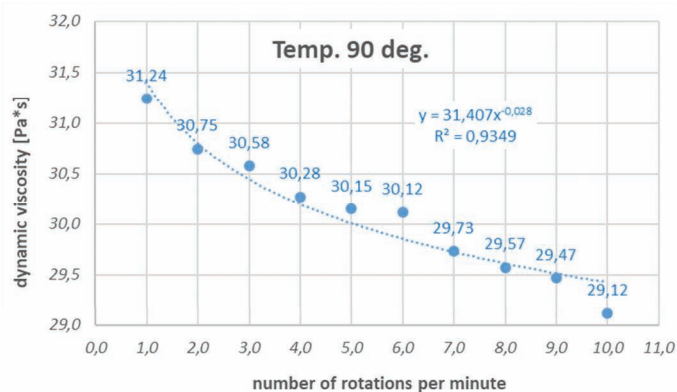
	Test temperature	Result	Unit
Dynamic viscosity	90°C	44,33	Pa*s
	135°C	1,12	Pa*s
	160°C	0,22	Pa*s

Tab. 4. The composition of mineral-asphalt mixtures

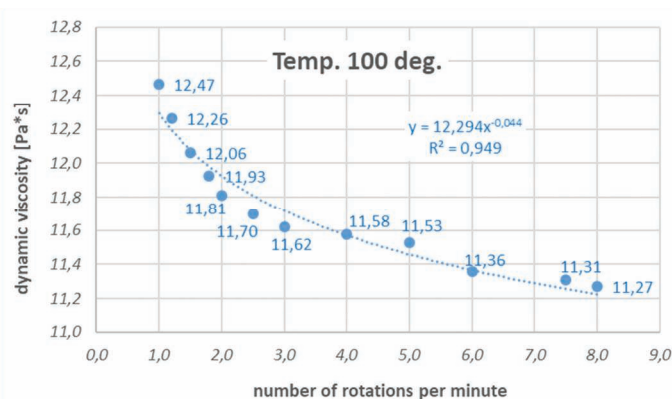
Component	Share in mineral mixture	Share in mineral-asphalt mixture
[-]	[%]	[%]
Filler	10,0	9,4
Fine broken aggregate 0/2	13,0	12,2
Coarse aggregate 2/5	11,0	10,3
Coarse aggregate 5/8	19,0	17,8
Coarse aggregate 8/11	47,0	44,1
Asphalt binder		6,2
Adhesive agent		0,3 % of asphalt
Stabilizing agent		0,45 % of MM

On the basis of the obtained research results, a relationship was developed showing the dynamic viscosity as a function of temperature for rubber modified asphalt, and this dependency was compared with the characteristic of a conventional asphalt binder 45/80-55 – Figure 7.

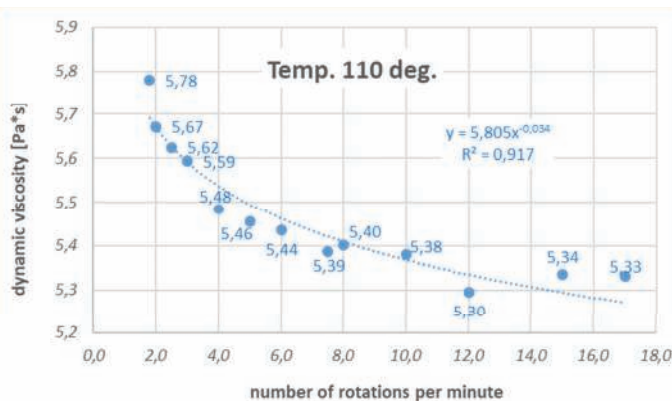
It was found that at low temperatures, the traditional polymer modified asphalt has a higher viscosity, while at higher operating temperatures, the analogous asphalt with the addition of rubber shows higher viscosity. Interestingly, asphalts exhibit comparable viscosity at a temperature close to the incorporation of the SMA mixture into the road surface (approx. 135-140°C). It can, therefore, be concluded that the use of a rubber additive in an asphalt bin-



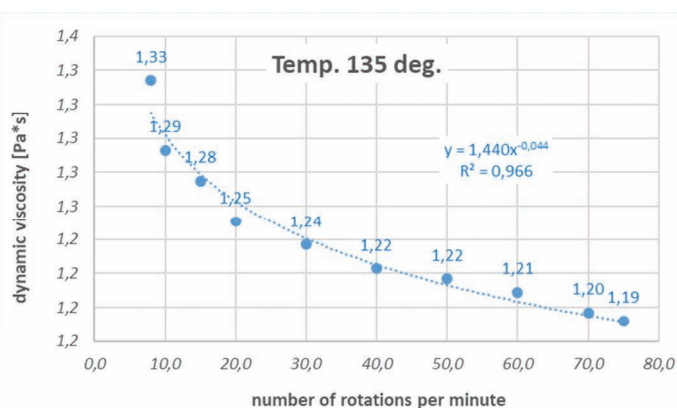
3. Asphalt dynamic viscosity at 90°C



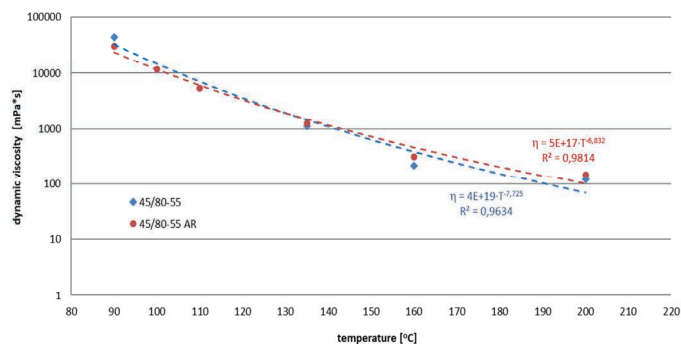
4. Asphalt dynamic viscosity at 100°C



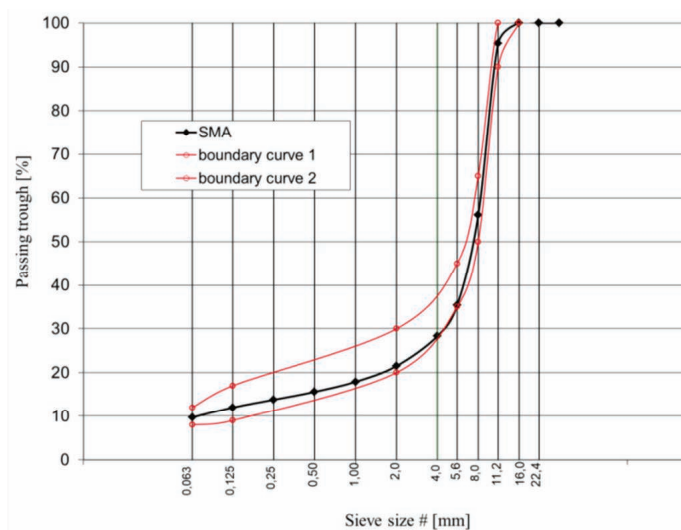
5. Asphalt dynamic viscosity at 110°C



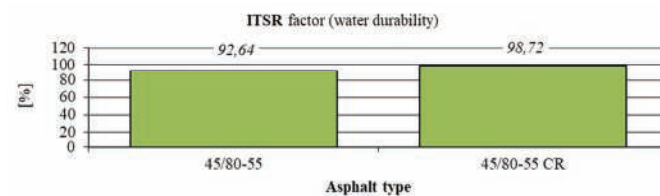
6. Asphalt dynamic viscosity at 135°C



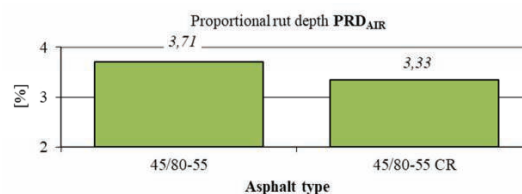
7. Asphalt dynamic viscosity as a function of temperature



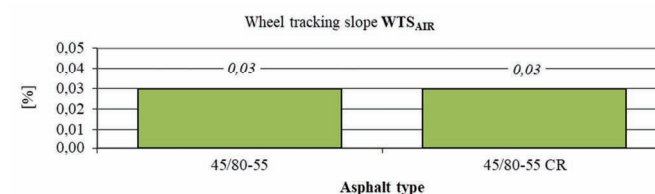
8. Grading curve of SMA mixtures



9. Change of MMA resistance to water



10. Rutting of SMA mixtures



11. Rutting of SMA mixtures cont

der will not worsen the compaction conditions of the asphalt mixture. Rubber modified asphalt can, therefore, be successfully used in the manufacture of SMA mixtures.

SMA mixtures

The aim of the laboratory tests was to compare the recipe of the SMA type mixture, with the addition of rubber dust, with a conventional mixture based on polymer modified asphalt. For comparative purposes, a study was carried out on the SMA mixture based on the frequently used modified asphalt 45/80-55, without the addition of rubber.

As the superstructure of the mineral-asphalt mixtures, the volcanic aggregate was used, in the amounts shown in table 4. The filler was limestone flour. The addition of fibers stabilizing the structure of SMA, preventing excessive flow of the asphalt binder, during transport and installation of the mixture was also used. Two types of binders were implemented: conventional asphalt and asphalt with 10% rubber dust (to the weight of the binder). Rubber addition was replacing also the stabilizing fibers.

In the mineral-asphalt mixtures, an optimal grading curve was applied, located in the field of good grain size according to [16] – Figure 8.

In the asphalt mixtures research program, tests were used to assess the properties of SMA mixtures, while designing them and verifying correctness, used according to [16]. Basic research includes water resistance and resistance to permanent deformations – rutting.

The comparison of the properties

of the tested mineral-asphalt mixtures is presented in Figures 9 to 11.

During the laboratory tests, a significant improvement in the properties of mineral-asphalt mixtures was demonstrated after the use of a rubber modified binder. After applying this type of binder, a significant improvement in the resistance of MMA to water and frost was achieved. In the sensitivity test of water samples, an additional freezing cycle was applied. The resistance to rutting was also greater in the case of mixtures based on asphalt with the addition of rubber. The rutting speed was analogous for both types of mineral-asphalt mixtures. The addition of rubber will favorably affect the tested characteristics. The results of the analyses were compared with the technical requirements set for ordinary SMA mixtures – table 5.

MMA with the addition of rubber dust should be evaluated positively. The technical requirements for the tests have been met.

Conclusions

The results of asphalt binder tests show an improvement in the properties of the asphalt used after rubber modification. It was found that the stiffness in the lower temperature range, represented by the penetration parameter, in the case of rubber modified asphalts is higher than in the case of asphalts without a rubber additive. On the other hand, susceptibility in the upper temperature range, described by the softening temperature, for asphalts with a rubber additive is analogous in comparison to conventional modified binders. At low temperatures, the traditional polymer modified

asphalt has a higher viscosity, while at higher operating temperatures, the analogous asphalt with the addition of rubber shows higher viscosity. It is interesting to note that asphalts exhibit a comparable viscosity at a temperature close to the installation of the SMA mixture in the road surface (approx. 135-140°C).

As a result of the analysis, it was found that MMA containing rubber modified asphalt 45/80-55 AR meets the requirements of technical guidelines [16], and can be approved for use on road surfaces.

Tests of road material have been carried out and the analyzes allow to draw the following conclusions:

- The use of a rubber additive changes the properties of asphalt binders.
- There is a certain amount of rubber additive - about 10%, which allows optimal modification of asphalt binders.
- The use of the wet process gives positive results when it comes to the strength parameters of mineral-asphalt mixtures.
- The rubber modifying of SMA mixtures bring positive effects on stability (by reducing asphalt viscosity) during the transport and embedding.
- mineral mixtures with the addition of rubber dust, meet the design criteria for SMA layers and can be used in road construction.
- The reuse of waste materials can significantly reduce the consumption of natural resources.
- The use of rubber waste can reduce the negative impact on the environment and the emission of harmful greenhouse gases.

Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors. ◀

Tab. 5. Criteria for designing SMA mixtures [16]

Properties	Symbol	Unit	Result		Requirement
Resistance to rutting (small apparatus, 60 oC, 10000 cycles). The maximum proportional rut depth	PRDAIR	[%]	45/80-55	3,71	≤ 5,0
			45/80-55 AR	3,33	
Resistance to rutting (small apparatus, 60 oC, 10000 cycles). Wheel tracking slope (rutting speed).	WTSAIR	[mm/10 ³ cykl]	45/80-55	0,03	≤ 0,30
			45/80-55 AR	0,03	
Indirect tensile strength index (25°C, 1 freezing cycle, samples compacted 2*35 blows)	ITSR	[%]	45/80-55	92,64	≥ 90
			45/80-55 AR	98,72	

Source materials

- [1] Abu El-Maaty Behiry A. E., Utilization of cement treated recycled concrete aggregates as base or subbase layer in Egypt, *Ain Shams Engineering Journal* (2013) 4, 661–673, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2013.02.005>.
- [2] Amoussou R.I.H.D.T., Sasaki M., Shigeishi M., An Application of Pulsed Power Technology and Subcritical Water to the Recycling of Asphalt Concrete, *Procedia Engineering* 143 (2016), 1–9, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.001>.
- [3] Błażejowski K., Olszacki J., Pecia-kowski H., Asphalt guide, ORLEN Asfalt sp. z o.o., 2014.
- [4] Gawęł I., Kalabinska M., Pilat J., Road Asphalts, WKiŁ, Warsaw, 2001.
- [5] Gong J., Liu Y., Wang Q., Cai Z. Xi, J., Ding G., Xie H., Performance evaluation of warm mix asphalt additive modified epoxy asphalt rubbers, *Construction and Building Materials* 204 (2019), 288–295, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.197>.
- [6] Gupta T., Siddiqueb S., Sharma R. K., Chaudharyc S., Behaviour of waste rubber powder and hybrid rubber concrete in aggressive environment, *Construction and Building Materials* 217 (2019), 283–291, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.080>.
- [7] Hailong J., Guangtao G., Yong Z., Yinxi Z., Kang S., Yongzhong F., Improved properties of polystyrene-modified asphalt through dynamic vulcanization., *Polymer Testing* 21 (2002), 633–640, [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00135-0](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00135-0).
- [8] Jina R., Chenb Q., Investigation of concrete recycling in the U.S. construction industry, *Procedia Engineering* 118 (2015), 894 – 901, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.528>.
- [9] Khalilia M., Jadidia K., Karakouzia na M., Amirkhanianb S., Rheological properties of modified crumb rubber asphalt binder and selecting the best modified binder using AHP method, *Case Studies in Construction Materials* 11 (2019), e00276, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00276>.
- [10] Koba H., The influence of the rubber additive on asphalt mixtures properties, III International Conference: Durable and Safe Road Pavements, Kielce, 1997.
- [11] Krishnamoorthya R. R., Davida T. K., Bin Mastorb E.N. A., Nadarasac Ir. K., Repair of Deteriorating Pavement Using Recycle Concrete Materials, *Procedia Engineering* 142 (2016), 371 – 382, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.064>.
- [12] Lo Presti D., Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review, *Construction and Building Materials* 49 (2013), 863–881, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.007>.
- [13] Nováková I., Mikulica K., Properties of concrete with partial replacement of natural aggregate by recycled concrete aggregates from precast production, *Procedia Engineering* 151 (2016), 360 – 367, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.387>.
- [14] Ossa A., García J.L., Botero E., Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: A sustainable alternative for the pavement construction industry, *Journal of Cleaner Production* 135 (2016), 379–386, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.088>.
- [15] Radziszewski P., Kalabińska M., Piłat J., Using the rubber dust from old vehicle tires to asphalt modifications, *Elastomery* 4(5), (2001).
- [16] Road and Bridge Research Institute, Asphalt pavements on national roads, WT-2 2014, Asphalt mixtures, Technical requirements, Warsaw, 2014.
- [17] Sadeghian M., Namin M. L., Goli H., Evaluation of the fatigue failure and recovery of SMA mixtures with cellulose fiber and with SBS modifier, *Construction and Building Materials* 226 (2019), 818–826, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.308>.
- [18] Sienkiewicz M., Borzędowska-Labuda K., Zalewski S., Janik H., The effect of tyre rubber grinding method on the rubber-asphalt binder properties, *Construction and Building Materials* 154 (2017), 144–154, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.170>.
- [19] Singh B. B., Mohanty F., Das S.S., Swain S.K., Graphene sandwiched crumb rubber dispersed hot mix asphalt, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, Volume 7, Issue 5 (2020), 652–667, <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.02.003>.
- [20] Skotnicki Ł. Z., Koba H., Szydło A., The SMA mixtures with rubber asphalt, *Drogownictwo*, 65(11) (2010) 374–378.
- [21] Sybilski D., Application of the rubber wastes in road engineering, *Przegląd Budowlany* 5 (2009), 37–44.
- [22] Tahami S. A., Mirhosseini A. F., Dessouky S., Mork H., Kavussi A., The use of high content of fine crumb rubber in asphalt mixes using dry process, *Construction and Building Materials* 222 (2019), 643–653, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.180>.
- [23] Wagih A.M., El-Karmoty H.Z., Ebid M., Okba S. H., Recycled construction and demolition concrete waste as aggregate for structural concrete, *HBRC Journal* (2013) 9, 193–200, <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2013.08.007>.
- [24] Weidong C., Study on properties of recycled tire rubber modified asphalt mixtures using dry process, *Construction and Building Materials* 21 (2007), 1011–1015, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.02.004>.

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC

Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

REKLAMA



CZAS NA INNOWACYJNE BUDOWNICTWO

Oferujemy profesjonalne usługi z zakresu:

- budowy infrastruktury komunikacyjnej, sieci instalacyjnych i obiektów hydrotechnicznych,
- wykonywania pomiarów geodezyjnych, tworzenia map do celów projektowych, wytyczenia budynku i sieci.



W BUDOWNICTWIE WYBIERZ FIRME,
KTÓREJ MOŻESZ ZAUFAĆ

Zobacz, co już wybudowaliśmy
i dla kogo pracowaliśmy:
www.gm-roads.pl

Biuro:

ul. Krzemieniecka 47,
54-613 Wrocław

Budownictwo inżynieryjne:

tel.: (71) 300 12 40
e-mail: info@gm-roads.pl

Geodezja:

tel.: 697 660 932
e-mail: m.wozniak@gm-roads.com

Siedziba firmy:

ul. Wrocławska 41, Łańcuch
58-130 Żarów



REKMA Sp. z o.o.

ul. Szlachecka 7

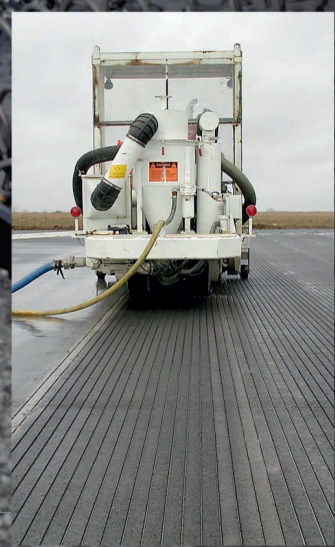
32-080 Brzezie

tel. +48 12/633 59 22

fax +48 12/397 52 20

www.rekma.pl

- Dylatacje bitumiczne EDM typ Rekma
- Dylatacje mechaniczno-asfaltowe
SILENT-JOINT^{RESA}
- Szczeliny dylatacyjne w nawierzchniach betonowych i asfaltowych
- Naprawa spękań nawierzchni
- Specjalistyczne cięcie nawierzchni betonowych i asfaltowych
- Wypełnianie szczelin dylatacyjnych w torowiskach tramwajowych
- Natrysk środkami hydrofobowymi i hydrofilowymi
- Rowkowanie (grooving) nawierzchni
- Specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- Kruszenie nawierzchni betonowych metodą ultradźwiękową – RMI



SPECJALISTYCZNE PRACE DROGOWE