

## **STRESZCZENIA**

Iwona CHMIELEWSKA, Katarzyna DOŁŻYK, Zenon SZYPCIO  
Politechnika Białostocka

### **SZACOWANIE OSIADAŃ FUNDAMENTÓW BEZPOŚREDNICH**

W pracy analizowano zagadnienie osiadań natychmiastowych fundamentów bezpośrednich. W stosowanej powszechnie metodzie według PN-81/B-03020 fundament traktuje się jako idealnie wiotki, a rozkład naprężeń w podłożu nie zależy od modułu odkształcenia  $E$  i współczynnika Poissona  $\nu$ . Taką procedurę obliczania osiadań dopuszcza również Eurokod 7. W pracy pokazano, że aktywna strefa podłoża ma miąższość  $5 \div 10B$  zależnie od kształtu fundamentu ( $L/B$ ). Zgodnie z praktyką przyjętą w wielu krajach, szacowanie osiadań fundamentu na niejednorodnym podłożu można wyznaczyć uśredniając moduł odkształcenia  $E$  w strefie aktywnej podłoża. Pomijanie w obliczeniach sztywności fundamentu prowadzi do znacznych błędów osiadań w punktach położonych blisko krawędzi i naroża fundamentu. Według Eurokodu 7 osiadania obliczone tradycyjnie mogą być traktowane jedynie jako pewne, górne oszacowanie.

### **ESTIMATION OF SHALLOW FOUNDATIONS SETTLEMENTS**

The present paper discusses an analysis of shallow foundations settlements. The settlement calculation procedure prescribed by the Polish standard PN-81/B03020 has been widely used by engineers for 30 years. According to the procedure in question, the stress in subsoil is calculated by the corner points method. Here, the settlement of foundation is a sum of settlements of each layer in the active zone. The above procedure is acceptable by Eurocode 7. The traditional procedure produces too low values of settlement of the edge and corner points. It is further shown in the paper that the active zone of subsoil measures 5 to 10 B depending on the foundation shape ( $L/B$ ). The paper also presents a homogenization procedure (i.e. calculation of weighted mean value of  $E$ ) applicable to layered subsoil that is widely used abroad. It has been observed that the use of a simple calculation procedure can produce only estimated values of settlements; engineering practice, however, proves that the estimated values are most often higher than the actual ones.

---

Katarzyna DOŁŻYK, Zenon SZYPCIO  
Politechnika Białostocka

## **STATECZNOŚĆ NA OBRÓT PŁYTOWO-KĄTOWYCH ŚCIAN OPOROWYCH**

W pracy analizowano stateczność na obrót płytowo-kątowych ścian oporowych. Rozważając stateczność na obrót ściany płytowo – kątowej pokazano, że obciążenie naziomu i wzrost poziomu zwierciadła wody gruntowej może być oddziaływaniem korzystnym i jednocześnie niekorzystnym w tej samej sytuacji obliczeniowej. Zatem projektant musi rozważyć sumaryczne oddziaływanie obciążenia zmiennego i wybrać odpowiednie współczynniki cząstkowe oddziaływań. Nie można podczas tych samych obliczeń traktować oddziaływań od obciążeń zmiennych jako korzystne i niekorzystne. Dla typowej ściany płytowo-kątowej przy weryfikacji stateczności na obrót obciążenie naziomu jest oddziaływaniem korzystnym, a wzrost poziomu zwierciadła wody gruntowej oddziaływaniem niekorzystnym. Ponadto pokazano, że w obliczeniach stateczności na obrót płytowo-kątowej ściany oporowej bezpieczniej zaprojektujemy konstrukcję rozważając stany GEO a nie stany EQU.

### **RESISTANCE TO TOPPLING OF CANTILEVER WALLS**

In the present paper resistance to toppling of typical cantilever walls with variable ground water level in the backfill is analysed. Eurocode 7 makes an important distinction between favourable (stabilizing) and unfavourable (destabilizing) actions, which is reflected in the values of partial factors applied to each type of action. For a T-shaped wall under discussion, variable actions can be at the same time both favourable and unfavourable, which can create certain problems to designers. It has been shown that in the case of toppling the variable load of surcharge has a global stabilizing effect, whilst a destabilizing effect is produced by the increase of water level. In the same calculations it is required to adopt one value of partial factors; actions cannot be both favourable and unfavourable. The verification of resistance to toppling offers safer solutions when it is calculated as GEO rather than EQU limit state.

---

Paweł FALACIŃSKI  
Politechnika Warszawska  
Wydział Inżynierii Środowiska

## **WPLYW RODZAJU PRÓBEK NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE ZAWIESIN TWARDNIEJĄCYCH**

Artykuł prezentuje analizę wpływu rodzaju zastosowanych próbek zawiesiny twardniejącej z dodatkiem popiołu fluidalnego z węgla kamiennego oraz brunatnego, dojrzewających w wodzie wodociągowej oraz w odciekach ze składowiska odpadów komunalnych, na wartość wytrzymałości na ściskanie.

## **INFLUENCE OF PARTICULAR SAMPLES ON STRENGTH PARAMETERS OF SELF-HARDENING SLURRY**

This paper presents an impact analysis exploring how compressive strength is influenced by different samples of self-hardening slurry. The samples of self-hardening slurry were made with addition of fluidal ash from black coal combustion and brown coal combustion. The samples were maturing in tap water and landfill leachate till the day of the tests.

---

Wojciech GOSK  
Politechnika Białostocka

## **ZASTOSOWANIE METODY STYCZNYCH DO IDENTYFIKACJI MODUŁU SZTYWNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO BADANEGO PŁYTĄ DYNAMICZNĄ ZFG-01**

W pracy opisano propozycję metody identyfikacji parametrów odkształceniowych podłoża piaszczystego poddanego badaniu lekką płytą dynamiczną ZFG-01. Identyfikacja modułu sztywności podłoża gruntowego została przeprowadzona na podstawie profilu przemieszczeń zarejestrowanych podczas testu udarowego. Wykorzystano założenie nieliniowości ośrodka w postaci przyjęcia zmiennego dynamicznego modułu sztywności. W pracy zastosowano autorski program obliczeniowy oparty na metodzie różnic skończonych umożliwiającą opis falowy zachowania się walcowej bryły gruntu obciążonej udarowo.

## **THE APPLICATION OF TANGENT METHOD FOR IDENTIFICATION OF STIFFNESS MODULUS OF A GROUND TESTED BY MEANS OF LIGHT WEIGHT DEFLECTOMETER ZFG-01**

The paper presents a method of identification of deformation parameters of sandy subsoil tested by means of ZFG-01 Light Weight Deflectometer. The identification of dynamic stiffness modulus of the ground was carried out on the basis of displacements recorded during impact test. It was assumed that nonlinearity of the ground was described by values, changing in time, of the dynamic stiffness modulus. The identification was carried out by an original calculation program which enables the description of wave propagation in a cylindrical soil solid.

---

Marzena KŁOS, Zenon WASZCZYSZYN  
Politechnika Rzeszowska

Marek SŁOŃSKI  
Politechnika Krakowska

## **ZASTOSOWANIE METODY GAUSSOWSKIEGO PROCESU DO IDENTYFIKACJI CHARAKTERYSTYK ZAGĘSZCZENIA GRUNTÓW ZIARNISTYCH**

W pracy zastosowano metodę bayesowską Gaussowskiego Procesu (GP). Metoda wyróżnia się brakiem wektora wag i użyciem funkcji kernelowskich oraz macierzy kowariancji w przestrzeni danych wejściowych. Dzięki temu w GP można było formułować stosunkowo proste algorytmy i procedury komputerowe. GP zastosowano do identyfikacji dwóch charakterystyk zagęszczenia gruntów ziarnistych, tj. wilgotności optymalnej oraz maksymalnej gęstości objętościowej. Celem sprawdzenia numerycznej efektywności GP zastosowano ją do analizy nowych danych pomiarowych opisanych w [2], analizowanych w [4] za pomocą semi-baysowskiej sieci neuronowej (SBNN). Wykazano, że dokładność identyfikacji metodą GP jest porównywalna z zaletami SBNN.

### **APPLICATION OF GAUSSIAN PROCESS METHOD TO IDENTIFICATION OF COMPACTION CHARACTERISTICS IN GRANULAR SOILS**

In the paper the Gaussian Process (GP) model is discussed as a simple Bayesian for approach to identification analysis. In GP model the weight vector is not applied, which makes the algorithms and computational procedures simpler than those formulated in the Semi-Bayesian Neural Network (SBNN). In the paper it was numerically proved that the application of GP to the identification of compaction parameters for granular soils is numerically efficient, comparable for GP and SBNN applications.

---

Wojciech KOZŁOWSKI  
Politechnika Opolska

Andrzej SUROWIECKI  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu,

Adam BALAWEJDER  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## **ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ PŁYTY DENNEJ DWUKOMOROWEGO ZBIORNIKA ZAGŁĘBIONEGO W OŚRODKU GRUNTOWYM**

Omówiono problem wpływu wartości współczynnika sztywności podłoża gruntowego na zmienność wartości sił wewnętrznych i pionowych przemieszczeń w elementach zbiornika

wypełnionej wodą, pograżonego w ośrodku gruntowym. Wskazano miejsca, w których badane wielkości osiągają wartości ekstremalne. Model konstrukcji zbiornika opracowano w systemie numerycznym. Analizie poddano również związek gęstości siatki podziału badanego układu konstrukcyjnego na elementy skończone z dokładnością wyników obliczeń.

### **DISPLACEMENT ANALYSIS BOTTOM PLATE OF DUAL-CHAMBER RESERVOIR SUNKEN IN THE GROUND MEDIUM**

There were discussed the problem influence the value of ground stiffness coefficient of variation values of internal forces and vertical displacements in the elements of the tank filled with water, immersed in the ground medium. There were pointed out the places where the size of the test reach extreme values. Model tank design was developed in the numerical system. There were analyzed the relationship of density distribution of the test grid structural system of finite elements with an accuracy of calculation results..

---

Zygmunt MEYER, Grzegorz SZMECHEL  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

### **METODA INTERPRETACJI TESTÓW STATYCZNYCH OBCIĄŻEŃ PALI PREFABRYKOWANYCH**

W pracy przedstawiono metodę interpretacji krzywych obciążenie-osiadanie uzyskanych ze statycznych obciążeń próbnych pali w zakresie ograniczonych obciążeń. Podstawowym problemem w wymiarowaniu pali, jest określenie nośności granicznej na podstawie danych z testów statycznych, które obejmują jedynie początek krzywej Q-S. Założenia podstawowe opierają się na nieliniowym rozwiązaniu  $S(N)$ . Badania przeprowadzone nad parametrami tego równania pozwoliło wykazać, że dla celów praktycznych można przyjąć liniową zależność  $\kappa = \kappa(N_{gr})$ . Metoda pozwala określić nośność graniczną pala z dostateczną dokładnością dla celów inżynierskich.

### **INTERPRETATION METHOD OF STATIC PILE TESTS**

The aim of the paper is to show a method of interpretation of load settlement curves obtained from static pile load test for limited loads. The main problem in calculation of a pile is to determine the bearing capacity using data from static tests. Usually settlement curve covers only the beginning of the real capacity of the pile. Basic assumptions are based on the non-linear solution  $S(N)$ . The studies conducted on the parameters of this equation have permitted to show that for practical purposes linear relationship  $\kappa = \kappa(N_{gr})$  can be adopted. The method allows determination of pile limit load capacity with sufficient accuracy for engineering purposes.

---

Rafał OSSOWSKI, Zbigniew SIKORA  
Politechnika Gdańska

## **PERSPEKTYWY ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW ANTROPOGENICZNYCH W KONTEKŚCIE ZIELONEJ GEOTECHNIKI**

W artykule przedstawiono analizę możliwości zastosowań materiałów antropogenicznych w szeroko pojętej działalności inżynierii geotechnicznej w Polsce i korzyści z obniżenia emisyjności CO<sub>2</sub>, dzięki stosowaniu tych materiałów. Zgodnie z ustaleniami protokołu z Kioto 2005 oraz postanowieniami tzw. „Energy Roadmap 2050” materiały tego rodzaju będą miały w niedługiej perspektywie priorytet aplikacyjny względem kruszyw naturalnych [1]. Przedstawiono przykłady obliczania emisji CO<sub>2</sub> dla konstrukcji geotechnicznych oraz sugestie odpowiednich działań zmierzających do wdrożenia proponowanych rozwiązań. Na koniec zaprezentowano przykłady wdrożeniowe technologii z zastosowaniem materiałów antropogenicznych oraz krótki opis eksperymentu prowadzonego w skali naturalnej.

### **APPLICATION OF ANTHROPOGENIC MATERIALS - PERSPECTIVES IN CONTEXT OF GREEN GEOTECHNICS**

Perspectives of anthropogenic materials application in geotechnical engineering and their advantages in the sense of carbon dioxide reduction are discussed. According to regulations of the Kyoto Protocol 2005 and EU agreement “Energy Roadmap 2050” recycled materials have higher usage priority than natural ones. Principles of CO<sub>2</sub> emission calculation for geotechnical construction are given as well as some suggestions of future actions towards implementation of the proposed techniques. Examples of anthropogenic materials in full-scale application and a short description of a planned experiment are presented.

---

Adam PINKOWSKI, Kazimierz GWIZDAŁA  
Politechnika Gdańska

## **WPŁYW INIEKCJI CEMENTOWYCH NA OSIADANIE I NOŚNOŚĆ PALI WIELKOŚREDNICOWYCH W GLINIE**

Zastosowanie iniekcji cementowej pod podstawami pali wierconych ma istotny wpływ na redukcję osiadań oraz zwiększenie nośności, szczególnie w gruntach spoistych. W referacie przedstawiono analizę wyników próbných obciążeń statycznych siedmiu pali wielkośrednicowych, posadowionych na glinie. Wszystkie pale z analizowanej grupy należą do jednego przedsięwzięcia inżynierskiego w północnej Polsce. We wszystkich zastosowano iniekcję według rozwiązania Katedry Geotechniki Politechniki Gdańskiej.

## **IMPACT OF GROUT INJECTION UNDER THE BASES OF LARGE DIAMETER BORED PILES ON THEIR CAPACITY AND SETTLEMENT IN CLAY**

Application of grouting under the base of bored piles by the technology proposed by Geotechnical Department of Gdańsk Technical University has a significant impact on settlement reduction and piles bearing capacity increase, especially in cohesive soils.

In the present paper seven in situ tests conducted in northern Poland together with an analysis of the results regarding base-grouting are presented.

The average WX factor value for pile bases capacity increase for the group of analysed piles was 3.50.

Settlement reduction was also calculated. For load value of  $N = 0.5 \times N_g$ , where  $N_g$  is the ultimate capacity of not injected pile, the average settlement reduction ( $S_0/S$ ) was 3.1.

---

Grzegorz STRAŻ  
Politechnika Rzeszowska

## **O PRZEWODNOŚCI HYDRAULICZNEJ WYBRANEGO TORFU Z REJONU RZESZOWA**

Podstawą do rozpatrywania gruntów w kategoriach możliwości wykorzystania do celów budowlanych jest znajomość ich parametrów geotechnicznych. Dotyczy to również gruntów organicznych, których przydatność do fundamentowania jest bardzo ograniczona, a które bardzo często zalegają w sąsiedztwie istniejących lub nowolokalizowanych budynków czy konstrukcji inżynierskich. Fakt ten powoduje, iż mogą pośrednio oddziaływać na te budowle, poprzez wpływ na lokalne warunki gruntowo-wodne. Zmiany zawilgocenia wywołane uprzywilejowanymi drogami filtracji, występujące w gruntach o dużej zawartości części organicznych, mogą powodować zmiany właściwości przylegających gruntów nośnych, a tym w konsekwencji zmianę parametrów wytrzymałościowych gruntu pod istniejącymi lub projektowanymi fundamentami. Zdolność torfu do przepuszczania wody, przede wszystkim ze względu na jego wyjątkową genezę, budowę i strukturę, może być zróżnicowana w zależności od kierunku jej przepływu. Wynika stąd konieczność rozpoznania gruntów organicznych również w tym aspekcie.

W pracy zaprezentowano rezultaty badań laboratoryjnych, których celem było określenie wodoprzepuszczalności lokalnie zalegającego torfu [1]. Do eksperymentu wykorzystano zaawansowany zestaw do badań trójosiowych gruntu firmy GDS Instruments Ltd., pozwalający na precyzyjne programowanie oraz bieżący monitoring prowadzonych testów. Zastosowana aparatura umożliwiła określenie współczynnika filtracji badanego torfu dwiema różnymi metodami: przy stałym przepływie (*Constant Flow*) oraz przy stałym gradiencie hydraulicznym (*Constant Head*) [2,3]. Z uwagi na przewidywaną anizotropię rozpatrywanego ośrodka gruntowego, opisane badania przeprowadzono wyłącznie na walcowych próbkach o nienaruszonej strukturze, pobranych w układzie prostopadłym i równoległym do rozpatrywanej warstwy torfu.

## **ON HYDRAULIC CONDUCTIVITY OF SELECTED PEAT FROM RZESZÓW AREA**

The paper presents results of laboratory tests aiming at determining permeability coefficient of selected peat from the Rzeszów area. The tests were conducted by means of an advanced

set for triaxial tests by GDS Instruments Ltd. on samples of undisturbed structure and diameter of 38 and 50 mm, collected at the depth of 1.35m below ground level, horizontal and vertical to the stratum. Two research methods were applied: *Constant Head* and *Constant Flow*. The result of the tests is determination of the values of permeability coefficient, depending on applied normal stress, selected test method, and direction of peat sampling to the stratum deposit. The tests showed that the peat has relatively low permeability, as the calculated values of filtration coefficients oscillated between  $10^{-6}$  and  $10^{-10}$  m/s. It was also proved that the peat has anisotropic features.

---

Grzegorz STRAŻ  
Politechnika Rzeszowska

## **O WYZNACZANIU EDMOMETRYCZNYCH MODUŁÓW ŚCISLIWOŚCI GRUNTÓW SŁABONOŚNYCH NA PRZYKŁADZIE NAMUŁU Z RZESZOWA**

Namuły stanowią specyficzną grupę gruntów, cechującą się właściwościami charakterystycznymi zarówno dla gruntów mineralnych, jak i wysokoorganicznych, np. torfów, gdyż ich szkielet gruntowy może zawierać od 5% do 30% substancji organicznych [1]. Wiąże się z tym ich wyjątkowo duża odkształcalność pod wpływem obciążenia i mała wytrzymałość na ścinanie w porównaniu z gruntami mineralnymi, stąd też grunty te najczęściej traktowane są jako grunty słabe, co zdaniem autora nie w każdym przypadku jest właściwe. Dlatego w niniejszej pracy podjęto tematykę badań lokalnie występującego namułu w aspekcie określenia jego właściwości odkształceniowych poprzez wyznaczenie edometrycznych modułów ścisłości i odprężenia.

Badania przeprowadzono wyłącznie na próbkach o nienaruszonej strukturze, wykorzystując w tym celu zespół niezależnych edometrów sprzężonych z automatycznym systemem gromadzenia danych GEOLAB. Analizując wyniki badań, podjęto próby ustalenia zależności pomiędzy wartościami uzyskanych modułów a przyrostem naprężeń normalnych w zakresie od 0 do 400 kPa. Z uwagi na charakterystyczne właściwości badanego ośrodka gruntowego, określono również współczynniki zmienności oznaczanych parametrów.

## **ON DETERMINING OEDOMETRIC MODULI OF SOFT SOILS COMPRESSION ON THE EXAMPLE OF ORGANIC MUD FROM RZESZÓW**

The paper presents results of laboratory tests aimed at determining compression parameters of the local organic mud. The tests were conducted exclusively on samples of intact structure, collected from the middle of a selected stratum. The result of the research is definition of geotechnical parameters of the selected organic mud from Rzeszów in the form of specific values of oedometric moduli of primary loading, unloading and reloading. Correlations between the values of the obtained parameters and normal strains were also determined. The tests confirmed a high non-homogeneity level of the soil, which is reflected by the values of the variation coefficients calculated for each normal stress increase. It was observed that as normal stress increases, values of oedometric moduli of secondary loading stabilize, which may be of utmost importance in designing foundations for this type of substrate.

---



Andrzej SUROWIECKI  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu  
Wojciech KOZŁOWSKI  
Politechnika Opolska  
Marcin WASIAK  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## **ANALIZA NUMERYCZNA STANU NAPRĘŻEŃ PODKŁADU KOLEJOWEGO W FUNKCJI PARAMETRÓW PODŁOŻA**

Tematem referatu jest jakość współdziałania podstawowych elementów nawierzchni kolejowej. Przedmiotem analizy jest płaski stan naprężeń normalnych i stycznych w podkładzie kolejowym, pograżonym w warstwie podsypki tłuczniowej o ustalonej grubości. Określono wartości i rozkład naprężeń, przy założeniu zmiennych parametrów dotyczących: materiału, z którego jest wykonany podkład oraz podłoża tworzonego przez podsypkę tłuczniową. Symulację eksploatacyjnego obciążenia teoretycznych modeli podkładów posadowionych na podsypce wykonano w programie numerycznym.

### **NUMERICAL ANALYSIS OF STRESS STATE OF RAILWAY SLEEPER IN THE VARIABLE CONDITIONS OF SUPPORT**

There were analyzed state of the normal and shearing stress state in the railway sleeper, immersed in the broken stone backfill layer fixed thickness and unchanging characteristics of endurance. There were specified values and stress distribution, assuming the variables: material, it was made of foundation and ground created by the broken stone ballast. Operational load simulation situated on ballasted sleepers were made in the numerical program.

---

Zenon SZYPCIO  
Politechnika Białostocka

## **WSPÓŁCZYNNIKI PARCIA I ODPORU DLA MAŁYCH WARTOŚCI KĄTA $\nu$**

W pracy przedstawiono graniczne wartości współczynników parcia i oporu obliczone ze wzorów podanych w Eurokodzie 7 i Müller-Breslau-Sokołowskiego. Wartości współczynników parcia i oporu Müller-Breslau-Sokołowskiego otrzymano korzystając z programu GEO 5. Eurokod 7 proponuje stosowanie podanych wzorów tylko dla dodatnich wartości kąta wypukłości  $\nu$ , gdy w obszarze uplastycznienia nie ma linii nieciągłości naprężeń. W pracy pokazano, że dla bezwzględnie małych wartości kąta  $\nu$ , najczęściej spotykanych w inżynierskiej praktyce, można stosować wzory podane w Eurokodzie 7 również dla ujemnych wartości kąta wypukłości  $\nu$ . Różne wartości współczynników parcia i oporu otrzymane z różnych teorii zależą głównie od wartości kąta tarcia wewnętrznego  $\varphi$  i kąta tarcia gruntu o konstruk-

cję  $\delta$ , a nie od znaku kąta wypukłości  $\nu$ . Nawet dla dodatnich wartości kąta  $\nu$  różnice są znaczne i w wielu przypadkach, szczególnie odporu, mogą prowadzić do zmniejszenia bezpieczeństwa projektowanej konstrukcji. Współczynniki parcia i odporu mogą być określone wzorami podanymi w Eurokodzie 7 tylko dla bezwzględnie małych wartości kąta  $\nu$ , niezależnie od znaku.

---

## **ACTIVE AND PASSIVE EARTH PRESSURE COEFFICIENTS FOR LOW VALUE OF ANGLE $\nu$**

The present paper analyses the calculation methods of active and passive earth pressure coefficients. It is shown that the values of active and passive earth pressure coefficients may differ depending on the adopted calculation method. In the typical engineering cases active and passive earth pressure coefficients are calculated using such formulas as given by Eurocode 7 and the Müller-Breslau-Sokołowski theory. The values obtained according to the Müller-Breslau-Sokołowski method were calculated by GEO 5 software. The paper shows that the difference between Eurocode 7 and the Müller-Breslau-Sokołowski formulas (the latter of which is treated here as the referential one) depends on the values of soil resistance angle ( $\varphi$ ) and wall friction ( $\delta$ ) to a far larger extent than it depends on the value of convexity angle ( $\nu$ ). For low absolute values of  $\nu$ , irrespective of the sign, the values of active and passive earth pressure coefficients are close to coefficient values calculated by the Müller-Breslau-Sokołowski formulas.

Eurocode 7 recommends its formula only for the positive value of  $\nu$ , the negative values excluded. It is shown in the present study that for the positive value of  $\nu$  the difference may be very high, especially for passive earth pressure. In the author's opinion, Eurocode 7 formula can be used in everyday engineering practice for low absolute values of  $\nu$ , irrespective of the sign.

---

Krzysztof TROJNAR  
Politechnika Rzeszowska

## **WSTĘPNA ANALIZA POSADOWIENIA EKRAŃÓW AKUSTYCZNYCH NA PALACH WEDŁUG RÓŻNYCH METOD OBLICZENIOWYCH**

Porównano ze sobą wyniki obliczeń zginanego pala, stanowiącego fundament ekranu akustycznego, wykonane pięcioma metodami. Analiza wyników umożliwiła sformułowanie wniosków dotyczących przydatności niektórych stosowanych w kraju metod do projektowania fundamentów palowych ekranów akustycznych. Efekty obliczeń wskazują, że wyniki uzyskane dla tych samych konstrukcji fundamentów przy użyciu różnych metod mogą różnić się kilkukrotnie.

## **PRELIMINARY ANALYSIS OF THE NOISE BARRIERS ON PILES**

## **ACCORDING VARIOUS CALCULATION METHODS**

The design procedures of noise barriers walls are based on the criterion of ground ultimate limit state (ULS) and do not define the limits of horizontal displacement of piles (SLS). Five methods of calculations of noise barrier on piles showed that the results obtained using several test methods can vary considerably. The best method of calculating noise barriers walls on piles is needed. The study shows some recommendations for methods of calculating piles on lateral load.

---

Lidia WANIK, Joanna BZÓWKA  
Politechnika Śląska

## **WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA GEOMETRIĘ KOLUMN INIEKCYJNYCH**

W artykule przedstawiono wpływ rodzaju i stanu gruntu, systemu iniekcji oraz parametrów technologicznych iniekcji strumieniowej na geometrię i kształt kolumn iniekcyjnych.

## **INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON JET GROUTING COLUMNS GEOMETRY**

The presented examples show that type and state of the soil, jet grouting system and technological parameters of jet grouting technique influence the shape and geometry of jet grouting columns.

The authors hope to create a data base with the information of subsoil conditions in which jet grouting columns are created, technological parameters of jet grouting system used, the data of the shape and geometry of jet grouting columns (after excavation of jet grouting columns) and the values of soilcrete strength parameters that will help engineers in better estimation of the shape and geometry of jet grouting columns.

---

Krzysztof WILK  
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

## **BADANIA LOKALNYCH ODKSZTAŁCEŃ PRÓBEK GRUNTÓW MADOWYCH**

W pracy zaprezentowane zostały wyniki badań deformacji próbek gruntu testowanych w komorze aparatu trójosiowego ściskania. Pomiary prowadzone w zestawie trójosiowym firmy GDS Instruments Ltd. dotyczyły odkształceń lokalnych, tj. zmniejszenia wysokości oraz zwiększenia średnicy badanych próbek wskutek działania ustalonej wartości dewiatora naprężenia  $q$ . Ponieważ doświadczenia dotyczyły gruntu o niejednorodnej budowie – gruntów spoistych, powstałych w wyniku akumulacji rzecznej – rozproszenie wyników badań należy uznać za akceptowalne. W pracy wskazano na szereg trudności związanych z prowadzeniem

pomiarów odkształceń lokalnych, jak również wymieniono wiele niezależnych przyczyn wpływających na rezultaty wykonywanych doświadczeń. Poza powyższym interpretacja i praktyczne zastosowanie wyników badań budzi mnóstwo wątpliwości związanych z odmiennością warunków badania w komorze aparatu trójosiowego ściskania i warunkami występującymi "in situ".

### **RESEARCH OF LOCAL STRAIN OF FEN SOIL SAMPLES**

Results of deformation of soil samples tested in a triaxial apparatus chamber are presented. Measurements conducted in the GDS Instruments Ltd. triaxial set were related to the local strain, i.e. height reduction and diameter increase of the samples, as a result of stress action of deformed deviator  $q$ . The dispersion of obtained test results should be regarded as acceptable because the experiments were done for heterogeneous soils – cohesive soils of river origin. Many difficulties connected with realization of local strain measurement have been pointed out. The author has also paid attention to some independent causes affecting the tests results. Interpretation and application of the results in engineering practice is questionable in range of difference between conditions of testing in a triaxial apparatus chamber and "in situ" conditions.

---

Jerzy Antoni ŻURAŃSKI, Andrzej SOBOLEWSKI  
Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

### **PRÓBA PROBABILISTYCZNEJ OCENY GŁĘBOKOŚCI PRZEMARZANIA GRUNTU**

W artykule przedstawiono próbę zastosowania rachunku prawdopodobieństwa do prognozowania głębokości przemarzania gruntu. Omówiono pokrótce czynniki wpływające na przemarzanie gruntu oraz technikę pomiarów temperatury gruntu wykonywanych przez stacje meteorologiczne Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Podano zasady wyznaczania położenia izotermi zerowej w gruncie stosowane przez IMGW – PIB. Na przykładach danych pomiarowych z pięciu stacji meteorologicznych, położonych w różnych regionach Polski, przedstawiono metodę i wyniki probabilistycznego ujęcia położenia izotermi zerowej w gruncie. Otrzymane wyniki porównano z postanowieniami obecnej normy [1] i zaproponowano dalszy tok postępowania.

### **AN ATTEMPT AT PROBABILISTIC ASSESSMENT OF SOIL FREEZING DEPTH**

The paper deals with the probabilistic method of soil freezing depth assessment. Yearly (winter) maxima of zero centigrade isotherm position were approximated by Gumbel probability distribution. Its parameters were estimated using the maximum likelihood method. The results obtained on the basis of data from five meteorological stations and 30 to 50 years of observations, called characteristic values of 50-year return period, are not the same as given in the Polish Standard. The need of recalculation the data from all meteorological stations in Poland is pointed out.

---

Marek BAUER

## **OCENA WARUNKÓW PRZEJAZDU AUTOBUSÓW PO WYDZIELONYCH PASACH**

W referacie przedstawiono znaczenie wydzielonych pasów autobusowych jako rozwiązania sprzyjającego zwiększeniu atrakcyjności komunikacji zbiorowej. Omówiono przyczyny zróżnicowania prędkości autobusów na wydzielonych pasach autobusowych. Przedstawiono wyniki własnych badań czasu przejazdu po odcinkach z pasami autobusowymi. W efekcie przeprowadzonych analiz określono potencjalne możliwości funkcjonalnych pasów w warunkach miejskich.

### **EVALUATION OF BUS LANES OPERATION**

The paper presents the importance of separated bus lanes as a solution favourable to increasing the attractiveness of public transport. The variability of bus velocities has been analysed and their causes discussed. The results of measurements taken by the author of bus lanes operation have been presented. As a final result, comparison of running time results in situation with or without stopping on signalized intersection have been discussed.

---

Lesław BICHAJŁO  
Politechnika Rzeszowska

## **OBSERWACJA DROGI I ZWIĄZANE Z NIĄ STANY UWAGI WZROKOWEJ KIEROWCÓW**

W referacie omówiono przebieg zmian uwagi wzrokowej kierowców związany ze zmienną liczbą bodźców wzrokowych ważnych z punktu widzenia prawidłowego prowadzenia pojazdu. Wskazano na różne możliwe tryby uwagi wzrokowej, uwypuklając problem możliwego jej blokowania przez bodźce wymagające niestandardowej reakcji kierowcy. Odniesiono się także do najczęstszych dystraktorów uwagi wzrokowej.

### **VISUAL ROAD OBSERVATION AND ASSOCIATED VISUAL ATTENTION MODES**

The paper discusses changes in visual attention of drivers associated with a variable number of visual stimuli that are important for correct driving. The author pointed out at various possible modes of visual attention, highlighting the problem of possible blocking of stimuli that require driver's non-standard reaction.

---

Lesław BICHAJŁO, Mateusz SZARATA

## **ATRAKCYJNOŚĆ ROWERU MIEJSKIEGO JAKO ŚRODKA LOKOMOCJI NA PRZYKŁADZIE RZESZOWA**

W artykule omówiono przebieg i wyniki pomiarów czasu podróży rowerem miejskim, autobusem komunikacji miejskiej i samochodem osobowym pomiędzy punktem zlokalizowanym w miasteczku akademickim a wytypowanymi trzema punktami w centrum miasta. Mierzono całkowity czas podróży (łącznie z czasem dojścia, poszukiwaniem miejsca parkingowego) z wyodrębnieniem czasu jazdy zadanyim środkiem lokomocji. Poprzez takie badania oceniano atrakcyjność roweru miejskiego jako alternatywnego środka transportu.

### **URBAN BIKE ATTRACTIVENESS ON RZESZOW EXAMPLE**

The paper demonstrates travel time changes between several places in the city of Rzeszów depending on type of locomotion. The travel time between selected important places in the city was measured for a car, bus and city bike. The city bike can be a good alternative for car and bus travel because the travel time by bike is comparable to car travel time and shorter than bus travel time.

---

Marcin BUDZYŃSKI  
Politechnika Gdańska

## **KONCEPCJA METODY OCENY ZAGROZEŃ W RUCHU DROGOWYM**

Sieć drogowa w Polsce, pomimo przekształceń, ciągle jeszcze w wielu przypadkach nie odpowiada oczekiwanym standardom bezpieczeństwa, jednocześnie brak tych standardów rzadko jest podawany jako przyczyna wypadków drogowych. Brak formalnie określonych standardów bezpieczeństwa wiąże się z występowaniem mankamentów na sieci dróg, które bezpośrednio zagrażają uczestnikom ruchu drogowego lub sprzyjają popełnianym przez tych uczestników błędom. Konieczne jest zatem poszukiwanie i opracowanie zależności pomiędzy źródłami zagrożenia w ruchu drogowym, a stratami osobowymi i ekonomicznymi wypadków drogowych. Zależności te będą opisane za pomocą modeli matematycznych umożliwiających symulowanie wpływu zmienności wybranego zbioru źródeł zagrożenia na wybrane skutki wypadków drogowych na odcinkach sieci dróg.

### **CONCEPT OF RISK ASSESSMENT METHODOLOGIES IN TRAFFIC**

The road network in Poland does not correspond to the expected standards of safety, the lack of these standards is rarely given as the cause of road accidents. There are no formally defined safety standards associated with numerous shortcomings of road network, which directly threatens road users or encourage such participants to commit errors. It is therefore necessary

to seek and develop relationships between sources of risk in traffic, and personal and economic losses of road accidents. These relationships are described using mathematical models to simulate the effect of variation of a set of sources of threat on some consequences of road accidents on sections of road network.

---

Anna CHOMICZ-KOWALSKA  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

## **OCENA ODPORNOŚCI NA ODDZIAŁYWANIE WODY I MROZU RECYKLOWANYCH MIESZANEK PODBUDOWY W ASPEKCIE RODZAJU ASFALTU SPIENIONEGO**

Zakres badań laboratoryjnych obejmował ocenę właściwości mechanicznych recyklowanych mieszanek oraz ich odporności na oddziaływanie wody i mrozu w zależności od rodzaju asfaltu poddanego spienieniu. W badaniach użyto dwa rodzaje asfaltów (85N, 50/70), których zawartość w recyklowanym materiale wynosiła od 2,0% do 3,5% przy wzroście o 0,5%. W celu ustalenia wpływu rodzaju asfaltu stosowanego do produkcji piany asfaltowej na właściwości mieszanek podbudowy oznaczono wytrzymałość na pośrednie rozciąganie (przed i po nasączeniu wodą) oraz zbadano moduły sztywności sprężystej w pośrednim rozciąganiu w trzech temperaturach (-10°C, 0°C, 25°C). Ocenę odporności na oddziaływanie wody i mrozu oznaczono na podstawie wskaźnika TSR oraz według zmodyfikowanej metody AASHTO T283. Badania podstawowych właściwości oraz w zakresie wodo- i mrozoodporności ujawniły korzystniejszy wpływ asfaltu spienionego wytworzonego na bazie asfaltu 85N (Nynas Nyfoam 85) na uzyskane wyniki badań recyklowanych mieszanek podbudowy niż stosowanie asfaltu 50/70 do technologii spieniania.

## **EVALUATION OF WATER AND FROST RESISTANCE OF BASE COURSE MIXES IN COLD RECYCLING TECHNOLOGY WITH DIFFERENT KIND OF FOAMED BITUMEN**

Range of laboratory tests covered evaluation of mechanical properties of cold recycled mixes and their resistance to water and frost, depending on the type of foamed bitumen. The study used two types of bitumen (85N, 50/70), whose amounts were added to the recycled material in range between 2.0% and 3.5% with 0.5% steps. In order to determine the impact of the type of bitumen used to produce bituminous foam on the properties of base mixtures indirect tensile strength (before and after soaking in water) was determined and indirect tensile strength modulus at three temperatures (-10°C, 0°C, 25°C) examined. The resistance to the effect of water and frost was determined based on TSR index and in accordance with the modified method of AASHTO T283. Tests on basic properties and water and frost resistance revealed a beneficial influence of the foamed bitumen manufactured from bitumen 85N on properties of cold recycled mixtures in comparison with using 50/70 bitumen.

---

Mariusz DUDEK<sup>1</sup>

## **WYBRANE ASPEKTY BADAŃ MIEJSKIEGO RUCHU REKREACYJNEGO NA PRZYKŁADZIE KRAKOWA**

Ruch rekreacyjny w polskich miastach nie był dotychczas objęty bardziej szczegółowymi badaniami. Tymczasem jego znaczenie coraz bardziej rośnie i jest on coraz bardziej dokładnie uwzględniany w przeprowadzanych badaniach, co pokazano na przykładzie miast niemieckich i szwajcarskich. Następnie w oparciu o badania przeprowadzone w wybranych obszarach rekreacyjnych Krakowa przedstawione zostaną wyniki podobnych badań dla warunków polskich oraz zarysowane zostaną kierunki dalszych badań w dziedzinie ruchu rekreacyjnego. Znajomość tej kategorii ruchu stanowi przesłankę dla prawidłowego kształtowania rozwiązań komunikacyjnych wokół obszarów wrażliwych i cennych przyrodniczo.

### **SELECTED ASPECTS OF URBAN RECREATIONAL TRAFFIC ON THE EXAMPLE OF KRAKOW**

Leisure time related traffic has not so far been investigated in detail in Polish cities. Its significance is rising and it is more and more thoroughly taken into account in the research, which has been demonstrated on the example of German and Swiss cities. Subsequently, on the base of research done in selected recreational areas in Krakow, similar corresponding results for Polish cities will be presented and the areas for further activities will be indicated. Identification of recreational traffic is crucial for development of proper transportation solution in neighborhood of environmentally sensitive and valuable areas.

---

Paweł GIERASIMIUK, Władysław GARDZIEJCZYK  
Politechnika Białostocka

## **MAKROTEKSTURA NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH – WYBRANE ASPEKTY JEJ OCENY**

Makrotekstura nawierzchni ma wpływ na bezpieczeństwo ruchu, opór toczenia i hałas pojazdów samochodowych. Wraz z mikroteksturą decyduje o właściwościach przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych, w szczególności przy wyższych prędkościach pojazdów samochodowych. Prawidłowa ocena makrotekstury pozwoli na modelowanie zjawisk w płaszczyźnie opona/nawierzchnia. W artykule przedstawiono wyniki badania makrotekstury w warunkach laboratoryjnych, na płytach wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do warstwy ścieralnej. Pokazano parametry umożliwiające jej ocenę, a głównie średnią głębokość tekstury (MTD) i średnią głębokość profilu nierówności (MPD) oraz wskazano na możliwość wykorzystania w tym celu analizy widmowej nierówności nawierzchni.



## **ASPHALT PAVEMENTS MACROTEXTURE - SELECTED ASPECTS OF ITS ASSESSMENT**

Macrotecture affects road safety, rolling resistance and road noise. Along with microtexture it determines skid resistance of pavements, particularly at higher speeds. The correct assessment of macrotecture will enable a simulation of phenomena on the tyre/pavement plane. The article presents test results of pavement macrotecture in a laboratory on plates made of asphalt mixtures used in wearing course. It also points to the parameters which enable the assessment of macrotecture and mainly to mean texture depth (MTD) and mean profile depth (MPD).

---

Jarosław GÓRSZCZYK, Konrad MALICKI  
Politechnika Krakowska

## **TRWAŁOŚĆ ZMĘCZENIOWA POŁĄCZEŃ WARSTW ASFALTOWYCH W BADANIACH LABORATORYJNYCH**

Brak właściwego związania międzywarstwowego powoduje znaczny spadek trwałości zmęczeniowej nawierzchni drogowej. Warstwy asfaltowe pracują w tych warunkach oddzielnie, co powoduje niekorzystne zmiany w rozkładach naprężeń i odkształceń w konstrukcji nawierzchni, prowadzące do przedwczesnego jej uszkodzenia. Standardowym rozwiązaniem jest tutaj zastosowanie skropienia międzywarstwowego jako warstwy szczepnej zapewniającej współpracę warstw pod obciążeniem. W referacie podjęto problem wpływu warunków związania na trwałość zmęczeniową połączenia międzywarstwowego w asfaltowej nawierzchni drogowej. Dodatkowo do układu warstw asfaltowych wprowadzono geosyntetyczną warstwę pośrednią, która przy spełnieniu określonych wymagań (sztywność geosyntetyku, sztywność połączenia, lokalizacja geosyntetyku w układzie warstw asfaltowych) przedłuża trwałość zmęczeniową konstrukcji. Dla zastosowanych materiałów wykonano laboratoryjne badania ścinania cyklicznego połączeń między warstwą ścieralną i wiążącą. Równolegle przeprowadzono analizy numeryczne z wykorzystaniem MES, które obejmowały symulację testu ścinania próbki z mieszanki mineralno-asfaltowej w aparacie Leutnera.

## **FATIGUE LIFE OF ASPHALT INTERLAYER BONDING IN LABORATORY TESTS**

The lack of proper interlayer bonding causes a significant decrease of asphalt pavement durability. In this case bituminous layers work separately, which induces negative changes of values and stress distributions in pavement structure. Therefore, it is important to know which material provides optimum interlayer bonding conditions.

In the paper the authors undertake the problem of interlayer bonding to show their influence on the strength and durability of interlayer bonding in an asphalt layers system. Modified bituminous emulsion and geosynthetic interlayer in an asphalt layers system have been applied at the contact surface of the layers. To determine the distribution of shear stresses in a specimen and

to evaluate the range of shear stress required to describe the work of bonding in tested specimen numerical analyses using the finite element method (FEM) were performed. The paper presents the results and conclusions from fatigue tests carried out for different ways of interlayer bonding applied in the tests.

---

Marcin GRYGIEREK  
Politechnika Śląska

## **ZMIANY SZTYWNOŚCI WARSTWY Z KRUSZYWA PODDANEJ ZRÓŻNICOWANYM WPLYWOM EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ**

Podziemnej eksploatacji górniczej towarzyszy deformacja górotworu, powodująca na powierzchni terenu występowanie poziomych jednostkowych odkształceń o charakterze rozluźnienia lub zagęszczenia. W obszarach tych może dochodzić do redukcji lub wzrostu sztywności warstw nawierzchni. Przeprowadzone terenowe obserwacje przedstawiają skalę zmian sztywności warstwy kruszywa poddanej rozluźnieniu (eksploatacja ściany 1), a następnie dogęszczeniu (eksploatacja ściany 2). Wykorzystano wyniki pomiarów geodezyjnych, badań ugięciomierzem dynamicznym FWD oraz analizę tzw. obliczeń odwrotnych (identyfikacja modułów).

## **CHANGES IN THE STIFFNESS OF UNBOUND BASE COURSE SUBJECTED TO DIFFERENTIATED INFLUENCES OF MINING WORKS**

Mining exploitation can bring about loosening or compression on ground surface, which can result in an increase or decrease of pavement layers stiffness. Consecutive mining exploitation processes frequently lead to road pavements layers both loosening and compacting. The site tests carried out indicate the scale of changes of aggregate layer stiffness subjected to loosening (mining of longwall 1) and then compacting (mining of longwall 2). The results of geodesic surveying and falling weight deflectometer tests (FWD) were applied as well as the results of converse calculations.

---

Marek IWAŃSKI  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

## **WPLYW WAPNA HYDRATYZOWANEGO NA PARAMETRY EKSPLOATACYJNE NAWIERZCHNI Z WARSTWĄ ŚCIERALNĄ SMA**

W Kielcach w 1999 roku została wykonana warstwa ścieralna nawierzchni z mieszanki SMA w składzie której stosowano organiczny środek adhezyjny oraz wbudowano na odcinku doświadczalnym mieszankę SMA z wapnem hydratyzowanym w ilości 30% w składzie mączki wapiennej, które spełniało rolę mineralnego środka adhezyjnego. Na etapie projektowania

mieszanki SMA w celu optymalizacji jej właściwości wykonano badania z zawartością 0, 10, 20, 30, 40 i 50 % wapna hydratyzowanego. Modyfikowano również asfalt D70 (obecnie 50/70) polimerem SBS w ilości 2, 4 i 6 %. Nawierzchnię SMA w czasie jej eksploatacji poddano ciągłej obserwacji w zakresie parametrów użytkowych (stan nawierzchni, równość podłużna, deformacje trwałe, szorstkość, głębokość tekstury). Po 12 latach eksploatacji na podstawie pobranych prób dokonano ceny odporności nawierzchni na deformacje trwałe oraz oddziaływanie wody (wskaźnik TSR). Stwierdzono korzystny wpływ wapna hydratyzowanego na oceniane właściwości eksploatacyjne nawierzchni z warstwą ścierną SMA.

### **INFLUENCE OF HYDRATED LIME ON SERVICE PARAMETERS OF SMA WEARING LAYER**

In Kielce in 1999, a wearing course layer using SMA mixture was placed. The SMA mixture contained two types of adhesive agents: a liquid fatty amine acid and hydrated lime added to the filler in the amount of 30 % by weight. In the design stage an optimization process was carried out, aiming at the application of a dosage of 0, 10, 20, 30, 40 and 50% of hydrated lime. Bitumen D70 (currently 50/70) was also modified with SBS polymer, in the amount of 2, 4, and 6%. During exploitation SMA pavement was monitored for such parameters as surface condition, evenness, permanent deformation, roughness and texture. After twelve years of operation time measurements of resistance to permanent deformation and detrimental effect of water (coefficient TSR) were taken. In conclusion, favourable influence of hydrated lime on pavement performance of SMA wearing layer was found.

---

Marek IWAŃSKI, Przemysław BUCZYŃSKI  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

### **WPLYW PYŁÓW MINERALNYCH NA MODUŁ SZTYWNOŚCI PODBUDOWY Z ASFALTEM SPIENIONYM**

Celem badań była ocena wpływu ilości i rodzaju pyłów na zmianę modułu sztywności sprężystej podbudowy z asfaltem spienionym w aspekcie temperatur. Jako lepiszcze zastosowano asfalt 85 N (Nynas - Nyfoam 85) w ilości 4,0%. W badaniach przedstawiono zróżnicowanie pyłów mineralnych, po przez określenie właściwości funkcjonalnych oraz cech strukturalnych pyłów mineralnych pochodzenia gabrowego oraz kwarcytowego. Kolejny etap pracy obejmował projekt recyklowanej mieszanki z asfaltem spienionym oraz pyłami mineralnymi w ilości 5%, 10%, 15% oraz 20%. Finalny efekt pracy pozwala stwierdzić wpływ zastosowanego rodzaju oraz ilości pyłów mineralnych na zmianę modułu sztywności sprężystej w pośrednim rozciąganiu na próbkach cylindrycznych (IT-CY). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem koncentracji pyłów mineralnych w podbudowie wzrasta wartość modułu sztywności sprężystej.

### **INFLUENCE OF MINERAL FINES ON RESILIENT MODULUS OF ELASTICITY OF SUB-BASE WITH FOAMED BITUMEN**

The aim of the study was to evaluate the effect of temperature on changing resilient modulus of elasticity modulus of sub-base layer with foamed bitumen and mineral fines. The asphalt binder

marked 85 N in the amount of 4.0% was used. The study covers determination of functional and structural properties of mineral fines from gabbro and quartzite. The next stage of work concerned a design of recycled foamed bitumen mixes with mineral fines in the amount of 5%, 10%, 15% and 20% by weight of mineral mix. The final result of the work demonstrated the influence of different types of fines and mineral fines on resilient modulus of elasticity in aspect of temperature. The tests were carried out by means indirect tensile methods (IT-CY). It was found that with increasing concentration of mineral fines in the sub-base there was an increase of resilient modulus of elasticity. On the other hand, an increase in temperature caused reduction of resilient modulus of elasticity.

---

Kazimierz JAMROZ  
Politechnika Gdańska

## **KONCEPCJA SYSTEMU ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM RUCHU DROGOWEGO W POLSCE**

W pracy przedstawiono koncepcję systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego złożonego z czterech podsystemów: instytucjonalnego, funkcjonalnego, profilaktyki i reagowania oraz zarządzania. Następnie opisano system zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego składającego się z: kadr, narzędzi oddziaływania, narzędzi wspomagania i metod zarządzania. Na tym tle przedstawiono propozycję budowy takiego systemu w Polsce.

## **CONCEPT OF ROAD SAFETY SYSTEM IN POLAND**

The paper presents a concept of a road safety management system consisting of four subsystems: institutional, functional, prevention and response and management. A system of road safety management consisting of: human resources, impact tools, support tools and management methods has been described. Against this background, a proposal to build such a system in Poland has been presented.

---

Janusz KAWECKI, Krzysztof KOZIOŁ, Krzysztof STYPUŁA

## **PROGNOZOWANIE WPLYWU DRGAŃ NA BUDYNKI I LUDZI W BUDYNKACH PRZY PROJEKTOWANIU DRÓG PRZECHODZĄCYCH PRZEZ MAŁE MIEJSCOWOŚCI**

W referacie przedstawiono procedurę umożliwiającą prognozowanie oddziaływania na budynki i ludzi w budynkach drgań generowanych ruchem pojazdów na drogach przechodzących przez małe miejscowości. Opisano procedury uwzględniające sytuacje występujące podczas budowy oraz eksploatacji przejść drogowych. Podano wnioski wynikające z realizacji obszernego projektu badawczego rozwojowego nr R10 008 02 na temat: „Identyfikacja i pro-

gnozowanie zakresu oddziaływań środowiskowych ruchu pojazdów na przejściach dróg przez małe miejscowości”.

### **PREDICTION OF VIBRATIONS IMPACT ON BUILDINGS AND PEOPLE IN BUILDINGS IN DESIGNING ROADS PASSING THROUGH SMALL COMMUNITIES**

The paper presents a procedure to allow prediction of vibration impact on buildings and people in buildings generated by the movement of vehicles on roads passing through small communities. Also procedures of prediction of the vibrations effect on buildings caused during road construction by vibratory rollers are described.

The conclusions of comprehensive development of research project No. R10 008 02 " Identification and predicting of the scope of environmental effects of vehicle traffic on the road passing through small communities" implementation are given.

It was found that in designing a road it is possible to disregard vibration impact on buildings covered by SWD-I scale if their distance from the lane is greater than 15m. With regard to buildings covered by SWD-II scale the distance is greater than 10m.

---

Mariusz KIEĆ  
Politechnika Krakowska

### **WPLYW TYPU ZABUDOWY NA BEZPIECZEŃSTWO RUCHU NA DROGACH PRZECHODZĄCYCH PRZEZ MAŁE MIEJSCOWOŚCI**

W artykule przedstawiono sposób oszacowania stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego na odcinkach przejść drogowych przez miejscowości za pomocą zmiennej jakościowej typu zabudowy. Zmienna ta pozwala zastąpić wiele zmiennych charakteryzujących miejscowość poprzez tylko jedną zmienną niezależną. W tym celu stworzono typologię form zagospodarowania otoczenia drogi. Statystyczną istotność czynników wpływających na klasyfikowane typy zabudowy wykazano za pomocą analizy dyskryminacyjnej. Aby ocenić wpływ typu zabudowy na bezpieczeństwo ruchu drogowego zbudowano uogólnione modele regresyjne szacowania zdarzeń drogowych. Przedstawione związki typu zabudowy z jej oddziaływaniem na ruch drogowy na drodze nadrzędnej ujęte w postaci zależności funkcyjnych, można wykorzystać w pracach planistycznych w ramach weryfikacji zmian zagospodarowania otoczenia dróg, a także jako narzędzie analiz efektywności projektowanych zmian dostępności do dróg.

### **IMPACT OF ROAD SURROUNDINGS DEVELOPMENT TYPES ON ROAD SAFETY ON ROADS THROUGH SMALL VILLAGES**

The paper presents an assessment of road safety on roads through built-up areas with application of only one qualitative variable (type of development). This variable can replace many of variables describing road surroundings development of a built-up area. Therefore a typology of forms of road surrounding development is proposed. Statistical significance of the factors af-

fecting types of development is classified using discriminant analyses. To assess the impact of development type on road safety, accident prediction models are developed applying generalized regression models. The presented results can be used in the process of land use planning especially in case of road surroundings development, as well as a tool for analyses of the effectiveness of modification in access to roads.

---

Paweł KOSSAKOWSKI  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

## **EKRAN AKUSTYCZNY O KONSTRUKCJI STALOWEJ Z WYPEŁNIENIEM ZIEMNYM**

Problematyka prezentowana w artykule związana jest z ochroną przed hałasem spowodowanym ruchem drogowym. W pracy przedstawiono nowatorskie jak na warunki krajowe, rozwiązanie ekranu akustycznego o konstrukcji stalowej z wypełnieniem ziemnym, który wykonano w ramach przebudowy ulicy Krakowskiej w Kielcach. Omówiono lokalizację ekranu z uwagi na uwarunkowania akustyczne, przyjęte rozwiązania materiałowe oraz uzyskane parametry akustyczne. W szczególowy sposób przedstawiono konstrukcję ekranu, procedurę prowadzenia obliczeń statyczno-wytrzymałościowych przewidywanych przez normy, jak również zastosowane rozwiązania szczegółowe, w tym bezfundamentowy sposób posadowienia ekranu na podbudowie tłuczniowej. Z uwagi na pozytywne wyniki w zakresie współczynnika izolacyjności akustycznej wykonanego ekranu, który o ponad 20 % przewyższa wymagania normowe, wydaje się, że w istotny sposób zredukowane zostaną uciążliwości akustyczne spowodowane hałasem drogowym w rejonie ulicy Krakowskiej w Kielcach.

## **STEEL NOISE BARRIER WITH GROUND FILLING**

The paper presents problems connected with noise hazard due to road traffic. Different types of noise barriers used as basic solution for the protection against road noise are discussed. An innovative, as for the national conditions, solution of a steel noise barrier with ground filling, which was made during the modernization of Krakowska street in Kielce, is presented. The location, construction and acoustic parameters of the noise barrier are discussed.

---

Jan B. KRÓL, Piotr RADZISZEWSKI, Karol KOWALSKI  
Politechnika Warszawska

Piotr ŚWIEŻEWSKI  
Mostostal Warszawa S.A.

## **WŁAŚCIWOŚCI NISKOTEMPERATUROWE LEPISZCZY ASFALTOWYCH Z DODATKIEM PARAFIN NOWEJ GENERACJI**

Jedną z metod obniżenia temperatury technologicznej wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej jest zastosowanie dodatków parafinowych modyfikujących właściwości lepiszcza asfaltowego. Modyfikator parafinowy powoduje obniżenie lepkości lepiszcza co pozwala prowadzić efektywne otaczanie kruszywa lepiszczem w obniżonej temperaturze technologicznej. W referacie przedstawiono wyniki badań drogowych lepiszczy asfaltowych z dodatkami parafinowymi nowej generacji stosowanych w technologii WMA (ang. warm mix asphalt) w aspekcie właściwości niskotemperaturowych. Modyfikacja lepiszczy dodatkami parafinowymi w technologii WMA jest rozwiązaniem ekologicznym, poprawia komfort pracy robotników na budowie, umożliwia wydłużenie sezonu budowlanego oraz pozwala na transport mieszanki na większe odległości, natomiast nie powinna w znacznym stopniu pogarszać właściwości technicznych i użytkowych lepiszczy. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że większość dostępnych na rynku dodatków parafinowych nie powoduje znaczącego pogorszenia właściwości niskotemperaturowych lepiszczy asfaltowych. Zaobserwowano jednak, że dodatki parafinowe wpływają na większe usztywnienie lepiszczy w wyniku procesu starzenia.

### **LOW TEMPERATURE PROPERTIES OF BITUMEN MODIFIED WITH NEW GENERATION OF THE PARAFFIN ADDITIVES**

Using paraffin additives is one of the ways to decrease production temperature of hot mix asphalt (HMA). Paraffin modifier decreases binder viscosity thereby increases the effectiveness of covering a mineral mixture with a binder at lower temperature.

In the paper properties of bituminous binders modified with new generation paraffin additives are presented. WMA (Warm Mix Asphalt) modifiers are characterised together with their influence on low temperature properties of the binder.

Warm Mix Asphalt technology is ecological and improves the working environment during production and paving. Beneficial extension of the construction season and hauling distance are also possible but it cannot decrease the properties of final bituminous materials.

Based on the obtained results, decreasing of low temperature properties of bituminous binder modified by paraffin additives has not been observed. It was concluded that paraffin additives harden binders during ageing process.

---

Grzegorz MAZUREK  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

## **ODPORNOŚĆ BETONU ASFALTOWEGO MODYFIKOWANEGO WOSKIEM SYNTETYCZNYM NA DEFORMACJE TRWAŁE**

Celem badań była analiza wpływu nowoczesnego wosku syntetycznego F-T na deformacje trwałe betonu asfaltowego. Na wstępie wykonano badania oddziaływania modyfikatora na właściwości asfaltu 35/50, obejmujące takie cechy jak penetracja, temperatura mięknięcia (indeks penetracji), temperatura łamliwości. Ocena odkształcalności betonu asfaltowego wykonano przy wykorzystaniu oznaczenia pełzania dynamicznego ze skrepowaniem bocznym oraz testów koleinowania. Badania ujawniły efekt usztywnienia asfaltu poprzez wzrost koncentracji wosku syntetycznego F-T. Usztywnienie asfaltu w sposób bezpośredni rzutowało na obniżenie wielkości deformacji betonu asfaltowego. Wzrost koncentracji wosku syntetycznego F-T umożliwia również obniżenie temperatury zagęszczania betonu asfaltowego o około 30°C.

### **DEFORMATION RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE MODIFIED WITH SYNTHETIC WAX**

The purpose of research was an analysis of the effect of modern synthetic wax F-T on permanent deformation in asphalt concrete. First, the evaluation of synthetic wax F-T effect on neat bitumen 35/50 was carried out. Next, bitumen properties were analysed: penetration, softening point (penetration index), and breaking point temperature. The evaluation of deformation in asphalt concrete was made by means of dynamic creep with lateral confinement and rutting test. The study revealed the effect of stiffening of bitumen as the synthetic wax F-T content increased. Bitumen stiffening directly affected reduction of deformation in asphalt concrete. Synthetic wax F-T concentration increase enables compaction temperature reduction about 30°C.

---

Paweł MIECZKOWSKI  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## **EFEKTYWNOŚĆ ZAGĘSZCZANIA GORĄCYCH MMA OCHŁADZANYCH WODĄ**

Mieszanki mineralno-asfaltowe (MMA) osiągają swoje docelowe właściwości po uzyskaniu wymaganej gęstości objętościowej. W skali technicznej powinien to zapewnić proces zagęszczania, który jest inicjowany już podczas rozkładania rozściełaczami (deska wibracyjna połączona z ubijakami), a właściwy poziom gwarantuje praca walców. Planowanie tych działań powinno uwzględniać zmiany lepkości lepiszcza, który to parametr jest zależny od temperatury. Wpływ na szybkość spadków temperatury w mieszance ma woda. Newralgicznym miejscem w konstrukcji ze względu na jej trwałość zmęczeniową jest spód warstw asfaltowych.



Praktyka wykonawcza pokazuje, że uzyskanie wymaganych gęstości w tym miejscu przekroju jest niejednokrotnie trudne do osiągnięcia, np. ze względu na zawilgocenie niezwiązanej warstwy podbudowy. Ten problem można jednak eliminować, podejmując pewne kroki na etapie projektowania układu warstw.

### **THE EFFECTIVENESS OF WATER COOLED HMA COMPACTION**

Water, which can be present in sub-base during the compacting stage of hot mix asphalt (HMA), can contribute to limitation of asphalt tensile stress resistance. Its main cause is increased voids content. It is the result of hastened cooling of the mix which is in direct contact with water. This hinders or prevents achieving required compaction in the lower part of the layer. Building with the mix while the moisture of the sub-base is low can limit this negative impact.

Actions mitigating the impact of water found in sub-base on the hot mix properties can be taken during the designing stage. It is especially important in view of to completion dates, which are decreasing. A collateral action can be using an additional, thin layer of fine-aggregate asphalt with soft bitumen that will not require heavy compaction. It will ensure perfect binding with another asphalt layer (load-bearing layer) and guarantee perfect voids content in the layer in its lower part. Additionally, it will protect the sub-base from too high moisture, which may lead to partial loss of its load-bearing capacity.

---

Andrzej PLEWA  
Politechnika Białostocka

### **OCENA TRWAŁOŚCI ZMĘCZENIOWEJ MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH O WYSOKIM MODULE SZTYWNOŚCI**

W artykule przedstawiono rezultaty badań odporności na zmęczenie mieszanek mineralno-asfaltowych typu AC WMS 16 i AC WMS 22. Badania trwałości zmęczeniowej wykonano metodą belki pryzmatycznej czteropunktowo zginanej (4PB-PR). Mieszanki mineralno-asfaltowe różnicowano ze względu na rodzaj zastosowanego lepiszcza: elastomeroasfalt, lepiszcze gumowo-asfaltowe oraz asfalt drogowy 20/30. Na podstawie rezultatów badań opracowano zależności funkcyjne między oznaczonymi odkształceniami postaciowymi, a trwałością zmęczeniową analizowanych mieszanek mineralno-asfaltowych.

W drugiej części artykułu przedstawiono wyniki obliczeń i analiz trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych o wydłużonym okresie eksploatacji z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych typu AC WMS.

### **ASSESSMENT OF FATIGUE LIFE OF MINERAL-ASPHALT MIXES OF HIGH STIFFNESS MODULUS**

The article presents the results of the analyses of fatigue life of pavement construction of extended service life with the use of mineral-asphalt mixes of high stiffness modulus

(AC WMS). The above analyses have been based on the results of tests on fatigue life of mineral-asphalt mixes of the type of AC WMS 16 and AC WMS 22 determined by the method of prismatic four-point bending (4PB-PR). Mineral-asphalt mixes have been diversified according to the type of asphalt: elastomeroasphalt, rubber-asphalt and asphalt 20/30. On the basis of the test results functional relations between the determined strains and fatigue life of the analysed mineral-asphalt mixes have been worked out.

---

Andrzej POŻARYCKI, Paweł RYDZEWSKI  
Politechnika Poznańska,

## **ELEMENTY PRZEKSZTAŁCEŃ OBRAZÓW CYFROWYCH W BAZACH DANYCH SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA NAWIERZCHNIAMI BITUMICZNYMI**

Praca obejmuje podstawowe zagadnienia związane z przekształceniami obrazów cyfrowych nawierzchni jezdni drogowych dla potrzeb identyfikacji i numerycznego modelowania uszkodzeń nawierzchni bitumicznych jezdni dróg. Przedstawiono charakterystykę parametru „stan powierzchni” oraz zarys metod rejestracji i przetwarzania danych w procesie oceny stanu technicznego nawierzchni w ramach systemów zarządzania nawierzchniami drogowymi.

### **DIGITAL IMAGE PROCESSING ISSUES IN DATABASES OF PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEMS**

The paper refers to basic transformations problems of pavement roadway digital images that are used for identification and numerical modelling of bituminous pavement roadways distresses. The description of “surface state” parameter has been introduced. The paper provides a framework for storing methods and transformations of data in the process of assessment of pavement technical state in pavement management systems.

---

Andrzej POŻARYCKI, Paweł RYDZEWSKI  
Politechnika Poznańska,  
Instytut Inżynierii Lądowej

## **METODA LOKALNYCH WZORCÓW BINARNYCH DO IDENTYFIKACJI USZKODZEŃ NAWIERZCHNI DROGOWYCH**

W pracy opisano wyniki eksperymentu numerycznego, w którym testowano metodę lokalnych wzorców binarnych (LBP) do identyfikacji uszkodzeń powierzchni jezdni bitumicznych utrwalonych na ortogonalnych obrazach cyfrowych. Wyniki analiz potwierdziły możliwość

wykorzystania tej metody, dla analizowanej populacji obrazów cyfrowych nawierzchni jezdni, przyjmując standardową wartość progową zalecaną w literaturze. Jednocześnie zauważa się, że potrzebę dodatkowych przekształceń końcowych obrazu cyfrowego z uszkodzeniami nawierzchni można zrealizować przy wykorzystaniu podstawowych przekształceń morfologicznych.

### **LOCAL BINARY PATTERN METHOD FOR IDENTIFICATION OF ROAD PAVEMENT DISTRESS**

The paper presents the results of a numerical experiment that was adopted to test the local binary pattern method (LBP) for bituminous pavement distress identification on orthogonal digital images. In the case of investigated images population, the analysis of results confirm the possibility of using the standard threshold value preferred in the literature. It also proved that necessity of additional post-processing of pavement distresses images can be performed by using basic morphological transformations.

---

Stanisław RADOSZ, Marian TRACZ  
Politechnika Krakowska

### **LOKALIZACJA ZABUDOWY WZGLĘDEM DRÓG W ASPEKCIE OCHRONY PRZED HAŁASEM**

W artykule zaprezentowano minimalne odległości zabudowy od dróg w aspekcie ochrony przed hałasem. Odległości te ustalono na podstawie dopuszczalnych poziomów hałasu i prognozy poziomu hałasu dla dróg w podziale na drogi krajowe międzynarodowe i pozostałe oraz drogi wojewódzkie. Do prognozy założono typowy odcinek drogi i średnie charakterystyki ruchu w 2010 roku. Odległości określono dla terenu otwartego, zabudowy jedno i pięciopiętrowej.

Przedstawione odległości lokalizacji zabudowy i terenów chronionych akustycznie względem dróg sprowadzone zostały do zasad ogólnych i konkretnych propozycji liczbowych opartych na aktualnych przepisach i obciążeniu dróg ruchem oraz przyjętych założeniach upraszczających. Celem autorów było wskazanie błędów popełnianych w Polsce przy zagospodarowaniu otoczenia dróg i płynących stąd zagrożeń dla środowiska, a także problemów dla drogownictwa i dostarczenie planistom, projektantom i zarządcom dróg uproszczonego narzędzia do unikania opisanych wyżej problemów.

### **LOCATION OF BUILDINGS RELATIVE TO ROADS WITH RESPECT TO NOISE PROTECTION**

Minimum distances of buildings from roads are presented with respect to protection against traffic noise. Such minimum distances were determined for an open area and for one- and five-storey buildings on the basis of the allowable noise levels and noise level predictions for national and regional roads. For such noise predictions, a typical road section and average 2010 traffic data were assumed.

The location distances of buildings and areas acoustically protected from the road are reduced to general principles illustrated with specific numerical data based on the current regulations. The purpose of these examples was to suggest elimination of mistakes in permissions for buildings location around the roads in Poland and their environment. The paper analyses consequences of building location to provide those who plan, design and manage roads with a simplified tool for avoiding such mistakes.

---

Piotr RADZISZEWSKI, Jerzy PIŁAT, Karol J. KOWALSKI, Jan B. KRÓL,  
Michał SARNOWSKI  
Politechnika Warszawska

## **ANALIZA LEPKOSPĘŻYSTYCH WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW I POLIMEROASFALTÓW**

Budowa nowoczesnych i trwałych nawierzchni asfaltowych wymaga stosowania wysokiej jakości lepiszczy asfaltowych oraz odpowiednich kruszyw, wypełniaczy i dodatków.

Celem artykułu jest analiza właściwości lepkospężystych asfaltów drogowych i polimeroasfaltów produkowanych w Polsce.

W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości normowych lepiszczy asfaltowych oraz badań reologicznych przeprowadzonych w szerokim zakresie temperatur eksploatacyjnych. Przedstawiono ponadto wyniki badań mikrostruktury asfaltów modyfikowanych. Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że lepiszcza asfaltowe spełniają wymagania normowe, mają jednak zróżnicowane właściwości reologiczne. Stwierdzono, że lepiszcza asfaltowe należące do określonej grupy twardości wykazują duże zróżnicowanie właściwości.

## **ANALYSIS OF VISCO-ELASTIC PROPERTIES OF BITUMEN AND POLYMER MODIFIED BITUMEN**

Construction of modern and durable asphalt pavements requires the use of high quality bitumens as well as aggregates, fillers and additives.

The goal of the paper was to analyse visco-elastic properties of bitumen and polymer modified bitumen currently produced in Poland.

This paper presents the results of basic and advanced rheological testing of bitumen specimens conducted in a wide temperature range. In addition, there are also presented results of the analysis of polymer modified bitumen microstructure. Based on the tests it was concluded that, in general, binders meet specification requirements. Bitumens, however, demonstrated diverse rheological properties. The results indicate that bitumens from the same hardness group show non-uniform properties.

---

Michał SARNOWSKI, Piotr RADZISZEWSKI, Jerzy PIŁAT, Karol KOWALSKI,  
Jan B. KRÓL  
Politechnika Warszawska  
Zbigniew KRUPA  
Polski Asfalt Sp. z o.o.

## **PORÓWNANIE REOLOGICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI LEPISZCZY GUMOWO-ASFALTOWYCH I POLIMEROASFALTÓW**

W referacie przedstawiono wyniki badań właściwości asfaltów drogowych modyfikowanych dodatkiem gumy pochodzącej ze zużytych opon samochodowych oraz porównawczo właściwości polimeroasfaltów. Ocenę właściwości lepiszczy przeprowadzono na podstawie badań normowych oraz badań reologicznych wykorzystujących zaawansowane metody badawcze wg Superpave. Na podstawie analizy porównawczej właściwości reologicznych lepiszczy modyfikowanych przed i po starzeniu krótkoterminowym metodą RTFO i długoterminowym metodą PAV, dokonano oceny odporności tych lepiszczy na starzenie. Wykazano, że możliwa jest modyfikacja asfaltu drogowego dodatkiem gumy tak, by właściwości lepiszczy gumowo-asfaltowych były porównywalne lub lepsze od właściwości polimeroasfaltów.

### **RUBBER AND POLYMER MODIFIED BITUMEN: COMPARISON OF RHEOLOGICAL PROPERTIES**

The paper presents rheological properties (after short- and long-term ageing) of crumb rubber and polymer modified bitumen used in road construction. In the study, in order to evaluate binder properties, highly precise methods, according to SUPERPAVE program, were employed.

The results of tests indicated that rubber modified bitumen is resistant to ageing. It was proved that asphalt rubber displays comparable or better properties compared with polymer modified bitumen.

---

Marcin STANIEK  
Politechnika Śląska

## **DIAGNOSTYKA STANU NAWIERZCHNI DROGOWEJ Z WYKORZYSTANIEM POMIARÓW STEREOSKOPOWYCH**

W pracy autor zaproponował technikę pomiaru stereoskopowego do opisu stanu nawierzchni drogowej. Zaproponował rozwiązanie diagnostyki stanu nawierzchni z pojazdem pomiarowym wyposażonym w system kamer cyfrowych. Wskazał wymagania dotyczące lokalizacji kamer na pojeździe pomiarowym. Określił uwarunkowania dotyczące dokładności pomiaru. Zaproponowany opis stanu nawierzchni drogowej jako powłoki punktów w przestrzeni trójwymiarowej będzie stanowił podstawową i precyzyjną informację do identyfikacji elementów

szczególnie niebezpiecznych na drodze m.in. takich jak wyboje, koleiny, deformacje przy których będzie dochodziło do utraty przyczepności pojazdu. Takie rozwiązanie pozwoli na identyfikację miejsc szczególnie niebezpiecznych wymagających natychmiastowych zabiegów remontowych.

### **PAVEMENT CONDITIONS DIAGNOSIS BY MEANS OF STEREOSCOPY MEASUREMENT**

The paper presents a measurement device for the diagnosis of pavement condition used both in the country and abroad. Some solutions applied in Poland according to SOSN have been presented. Advantages and disadvantages of the applied solutions have been shown.

The author suggests the method of stereoscopy measurement for pavement condition description. The principles of stereoscopic methods have been described. The solution to the problem of pavement condition diagnosis by means of a special vehicle equipped with stereovision cameras system has been proposed. The requirements concerning cameras location in special vehicles have been given. Finally, measurement accuracy has been determined.

---

Dariusz SYBILSKI  
Politechnika Lubelska

Igor RUTTMAR  
TPA Instytut Badań Technicznych Sp. z o.o.

Wojciech BAŃKOWSKI  
Politechnika Lubelska

### **NAWIERZCHNIE DROGOWE Z GRANULATEM GUMOWO- ASFALTOWYM – ANALIZA HAŁASU I WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH**

W artykule przedstawiono innowacyjny materiał i prostą technologię stosowania gumy ze zużytych opon samochodowych w nawierzchniach asfaltowych. Dotychczas stosowane skuteczne technologie modyfikacji asfaltu gumą metodą na mokro wymagają specjalnych, kosztownych instalacji. Prosta metoda na sucho nie przynosi istotnego efektu technicznego, bowiem granulaty gumy nie modyfikuje asfaltu, lecz jest częścią kruszywa w mieszance. Od 2005 r. w krajach europejskich wdrażane jest stosowanie nowego produktu – granulatu gumowo-asfaltowego tecRoad. Granulat ten jest asfaltem modyfikowanym gumą i ma postać proszku, który może być łatwo dodawany bezpośrednio do mieszanki mineralno-asfaltowej w mieszalniku otaczarki. Badania porównawcze w IBDiM lepiszczy asfaltowych modyfikowanych gumą lub polimerem SBS wykazały zbliżone właściwości reologiczne. Stosowanie dodatku gumy w nawierzchni asfaltowej zapewnia zwiększoną trwałość cichych nawierzchni wykonanych z mm-a z otwartą strukturą (PA) lub odpowiednią teksturą (BBTM). Potwierdzenie uzyskano w pierwszych zastosowaniach w Polsce.

## **ROAD PAVEMENTS WITH RUBBER-BITUMEN GRANULATE – NOISE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES ANALYSIS**

Innovative material and simple technology of application of crumb rubber from rubber tyres in asphalt road pavements is presented. The wet method technology applied up to now for modification of bitumen with crumb rubber requires special and expensive installation. The simple dry method does not provide effective result, while rubber granulate does not modify bitumen, and plays the role of aggregate. Since 2005, a new product – rubber-bitumen granulate – has been applied for road pavements. The granulate is rubber modified bitumen in powder form which may be easily added to asphalt mixture in a pug mill. Comparative laboratory tests on rubber modified bituminous binders or SBS polymer proved similar rheological properties of binders. Application of rubber additive to asphalt pavement provides a significant improvement of low noise asphalt pavement durability. It has been confirmed in the first applications in Poland.

---

Robert WARDEGA, Antoni SZYDŁO  
Politechnika Wrocławska

## **WIDMA OBCIĄŻEŃ NAWIERZCHNI DROGOWYCH**

W artykule przedstawiono widma obciążeń nawierzchni drogowych, uzyskane z systemu ważenia pojazdów WIM. Podano metodykę wykorzystania tych wyników w metodach wymiarowania nawierzchni, a w szczególności do określania liczby osi obliczeniowych. Wyznaczono współczynniki agresywności dla zaprezentowanych widm - rozkładów nacisków osi pojedynczych, podwójnych i potrójnych. Uzyskane wartości porównano z obowiązującą metodą wykorzystującą współczynniki przeliczeniowe sylwetek pojazdów na osie obliczeniowe. Omówiono różnice pomiędzy zaprezentowanymi metodami, ich wady i zalety.

## **PAVEMENT LOAD SPECTRA**

The article presents axle load spectra obtained from the WIM measurement system and the methodology used in pavement structure design, in determination of the number of ESAL in particular. Aggressiveness coefficients were calculated for the presented spectra – distribution of axle loads for single, double and triple axles. The values obtained were compared with the current method which uses conversion factors of vehicles profiles in ESAL. The differences between the presented methods, their advantages and disadvantages were discussed.

---

Marta WASILEWSKA, Władysław GARDZIEJCZYK  
Politechnika Białostocka

## **ANALIZA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA ZMIAN MIKROTEKSTURALNYCH POWIERZCHNI KRUSZYWA STOSOWANEGO DO WARSTWY ŚCIERALNEJ**

Zmiany mikrotekstury, które zachodzą na powierzchni ziaren w rzeczywistych warunkach ruchu, są związane z odpornością na czynniki polerujące kruszywa stosowanego do warstwy ścieralnej. Mają one wpływ na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych, a tym samym na bezpieczeństwo ruchu samochodowego. Metodą pośrednią oceny mikrotekstury nawierzchni jest wskaźnik polerowalności kruszywa PSV (Polished Stone Value), określany zgodnie z normą PN-EN 1097-8:2009. W artykule przedstawiono analizę zmian mikroteksturalnych na podstawie oceny ilościowej i jakościowej obrazów cyfrowych powierzchni kruszywa, wykonanych pod mikroskopem optycznym i skaningowym w poszczególnych etapach polerowania.

### **QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF MICROTTEXTURE CHANGES OF AGGREGATE SURFACE APPLIED FOR WEARING COURSE**

Changes of microtexture that occur on the surface of the grains in the actual traffic conditions are associated with the resistance of polishing aggregates used for wearing course. These changes affect the skid resistance of road pavement, and hence safety of road traffic. An indirect method of assessing pavement microtexture is PSV (Polished Stone Value), which have been used in compliance with PN-EN 1097-8: 2009. The article provides an analysis of microtexture changes on the basis of assessment of quantitative and qualitative digital images of surface of aggregates, taken under the optical and scanning microscope in polishing stages.

---

Jarosław WILANOWICZ, Wojciech GRABOWSKI, Marta ANDRZEJCZAK  
Politechnika Poznańska

## **WŁAŚCIWOŚCI STRUKTURALNE I FUNKCJONALNE POPIOŁÓW LOTNYCH JAKO WYPEŁNIACZY DO MIESZANEK MINERALNO – ASFALTOWYCH**

Praca przedstawia wyniki badań cech strukturalnych i właściwości funkcjonalnych popiołów lotnych z elektrowni opalanej węglem brunatnym. Głównym celem pracy jest poznanie właściwości strukturalnych i funkcjonalnych popiołów lotnych z punktu widzenia możliwości zastosowania ich jako wypełniaczy do mieszanek mineralno – asfaltowych (MMA). Analiza wyników badań m.in. uziarnienia, powierzchni właściwej, zawartości wolnych przestrzeni oraz przyrostu temperatury mięknięcia wg „PiK” wykazała, że analizowane popioły lotne nie spełniają wymagań jako wypełniacze do MMA, powodują zbyt duże oddziaływanie usztyw-



niające. Rezultaty badań wykazały też, że popioły te, jako wypełniacze mieszane, mogą spełniać wymagania stawiane wypełniaczom do MMA.

### **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF FLY ASHES AS FILLERS FOR USE IN HOT-MIX ASPHALT**

The paper presents the results of tests on the structural features and functional properties of fly ashes from a lignite-fired power plant. The main purpose of the study is to determine structural and functional properties of fly ashes from the perspective of their use as fillers for Hot-Mix Asphalt (HMA). The analysis of the results of such parameters as grain-size distribution, specific surface, air voids of dry compacted fillers and increase in the softening point using Ring & Ball method showed that the fly ashes studied did not meet the requirements as a filler for HMA (ashes cause excessive stiffening effect). The research results also showed that these ashes as “fillers mixed” can meet the requirements of fillers for HMA.

---

Krystian WOŹNIAK  
Politechnika Krakowska

### **KRYTERIUM HAŁASU W PROJEKTOWANIU WJAZDÓW Z DROGI DO EKROWANEJ ZABUDOWY**

W referacie przedstawiono badania klimatu akustycznego w obrębie wjazdów do posesji, gdy dla jej ochrony akustycznej konieczne jest zastosowanie ekranowania. Innym celem badania była ocena wpływu wzajemnej lokalizacji przerwy/wjazdu w ekranie i domu na klimat akustyczny wokół domu. Pierwsza część przedstawia empiryczne i symulacyjne badania wpływu przerwy w ekranie na klimat akustyczny ekranowanej posesji. Następnie opisane są możliwości poszukiwania optymalnej lokalizacji budynku i wjazdu w obrębie działki z zastosowaniem metody symulacji. Kolejna część opisuje wpływ lokalizacji ekranów dźwiękochłonnych i szerokości wjazdów na ograniczenia widoczności i bezpieczeństwo ruchu. Wnioski są związane z praktyką projektowania wjazdów do budynków i projektowania ekranów akustycznych w otoczeniu dróg.

### **NOISE CRITERION IN DESIGNING ENTRY GATES TO ESTATES SCREENED FROM ROADS**

The paper presents methodology for investigation of acoustic climate within lots along a road where the house and recreational area in its surrounding are located and are screened by noise barrier. Another aim of the study was to investigate impact of location of the gap in barrier with entry gate and a house on the acoustic climate around the house. The first part presents empirical and simulation investigations of gap impacts in a noise barrier on the acoustic field within the screened lot. Next, possibilities of searching for an optimal relative building/gate locations within the lot using the simulation method are described. Conclusions are related to practical design of access to buildings in road surroundings and design of noise barriers, also when several gates should be provided.

---

Andrzej ZALEWSKI

## **ZASADY PRZEKSZTAŁCEŃ ELEMENTÓW SIECI DROGOWEJ W ROZWIĄZANIACH USPOKOJENIA RUCHU W ASPEKCIE POTRZEB RÓŻNYCH UCZESTNIKÓW RUCHU**

Niniejszy referat ma charakter przeglądowy i omawia zagadnienie przekształceń elementów sieci drogowej w rozwiązaniach uspokojenia ruchu w potrzeb różnych uczestników ruchu. W referacie przedstawiono aspekty: obciążenia sieci drogowo – ulicznych, warunki drogowo – ruchowe na odcinkach ulic i skrzyżowaniach, propozycje ich przebudowy, warunki ruchu pieszego, rowerowego i środków transportu publicznego, a także warunki ruchu pojazdów zaopatrzenia ruchu pojazdów służb ratowniczych i komunalnych. Wprowadzenie koncepcji uspokojenia ruchu w obszarze lub na ciągu drogowo – ulicznym wymaga przekształceń w dostępności oraz przekształceń w sieci w obszarze uspokojenia, w tym dostosowanie fizyczne przekrojów, celem wymuszenia zmniejszenia prędkości. Ograniczenie prędkości nie zmniejsza znacząco przepustowości, a przez jej zmniejszenie jest możliwość poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu oraz warunków środowiska zamieszkania. Wprowadzenie uspokojenia ruchu wymaga poprawy warunków dla ruchu pieszego, rowerowego i transportu publicznego, aby zrekompensować użytkownikom ograniczenie dostępności dla samochodów osobowych.

### **PRINCIPLES OF TRANSFORMATION OF ROAD NETWORK ELEMENTS IN TRAFFIC CALMING SOLUTIONS IN ASPECT OF NEEDS OF DIFFERENT TRAFFIC PARTICIPANTS**

The paper is a review and discussion of problems of transformation of road network in traffic calming solutions related to the needs of different traffic participants. Changes of load traffic network, road traffic conditions on sections of streets and intersections, proposals for redevelopment, conditions for walking, cycling, public transport as well as traffic conditions for the supply of traffic and municipal emergency services in the context of traffic calming are presented. Implementation of the concept of traffic calming in the area or on road itinerary requires transformations in accessibility and transformations of the network in the area of calming, including adjustment of the physical cross sections, in order to force a reduction in speed. The speed limit does not reduce significantly the speed, and by its reduction is the possibility of improving traffic safety and environmental conditions of residence. The introduction of traffic calming needs to improve conditions for walking, cycling and public transport to compensate for users the limited access for cars.

---

Jacek CHRÓŚCIELEWSKI, Anna BANAŚ, Maciej MALINOWSKI,  
Mikołaj MIŚKIEWICZ  
Politechnika Gdańska

## **AWARIA WIADUKTU NAD AUTOSTRADĄ A2**

W pracy przedstawiono opis awarii i działań naprawczych drogowego wiaduktu po uderzeniu przejeżdżającej pod nim koparki. Zwrócono uwagę na skutki uderzenia, ich wpływ na wyężnienie konstrukcji. Przedstawiono wyniki teoretycznych analiz statyczno-wytrzymałościowych wiaduktu w stanie poawaryjnym. Omówiono sposób doraźnego zabezpieczenia i naprawy obiektu oraz warunki dalszej jego eksploatacji. Przedstawiono wyniki dodatkowych badań pod próbnym obciążeniem przeprowadzonych po naprawie konstrukcji.

### **DAMAGE OF ROAD VIADUCT ABOVE MOTORWAY A2**

The aim of his paper is to describe the damage of road viaduct caused by impact of digger. This paper presents a comprehensive overview of the effects of the impact and current technical condition of the viaduct. The results of theoretical static analysis after the failure are shown. Temporary preservation and the perspective of future exploitation are discussed. Finally results of verification load tests after repair of viaduct are present.

---

Marcin GÓRECKI  
Politechnika Lubelska

Grażyna ŁAGODA  
Politechnika Warszawska

Marek ŁAGODA  
Politechnika Lubelska, IBDiM

## **DŹWIGARY MOSTOWE ZE ŚRODNIKAMI Z BLACH FALISTYCH W ŚWIETLE BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH**

Wytyczne zawarte w normie PN-EN 1993-1-5 [4], dotyczące metod określania nośności ze względu na zginanie i ścinanie, opierają się między innymi na wielu wynikach otrzymywanych w drodze badań eksperymentalnych. Grubości środników badanych dźwigarów nie przekraczały 3,5 mm. Blachownice ze środnikami o takiej grubości stosowane są w budownictwie przemysłowym. Zastosowanie środnika falistego wiąże się ze zmniejszeniem ciężaru w stosunku do belek ze środnikiem płaskim przy zachowaniu nośności na tym samym poziomie. Tradycyjne budownictwo mostowe, wykorzystujące dźwigary stalowe ze środnikami z blach płaskich, wymaga stosowania dźwigarów o znacznie większej grubości środnika, często oszpeconego usztywniającymi żebrami.

W niniejszej pracy przedstawiono opis badań laboratoryjnych i komputerowych, przeprowadzonych na dźwigarach stalowych ze środnikiem falistym o grubości 7mm. Zaprezentowano również wyniki badań i wnioski końcowe.

## **BRIDGE GIRDERS WITH CORRUGATED WEBS IN THE LIGHT OF EXPERIMENTAL TESTS**

The guidelines included in PN-EN 1993-1-5 concerning methods of determining the carrying capacity on account of bending and shear, are based on experimental tests results. Web's thickness of inspected girders was less than 3.5 mm. Girder webs with such thickness are applied in industrial buildings. Application of corrugated web is connected with weight reduction towards beams with flat web at keeping the carrying capacity on the plateau. Traditional bridge structures using steel beams with a web of flat metal plates require applying girders with much of the largest web's thickness.

In the paper FEM analysis and results of laboratory tests conducted on steel beams with corrugated web thickness of 7 mm were presented. Findings and final conclusions were also given.

---

Maciej KULPA, Tomasz SIWOWSKI  
Politechnika Rzeszowska

## **WALIDACJA MODELI NUMERYCZNYCH TYPOWYCH WIADUKTÓW DROGOWYCH NA PODSTAWIE BADAŃ**

W pracy podjęto próbę oceny różnych sposobów modelowania numerycznego przeszęł wiaduktów drogowych, wykonanych z belek prefabrykowanych typu T. Do walidacji trzech modeli numerycznych o różnym stopniu dyskretyzacji posłużyły wyniki uzyskane z badań dziesięciu obiektów pod próbnym obciążeniem. W grupie badanych obiektów znajdowały się konstrukcje zarówno w ciągu jak i nad autostradami, o różnych szerokościach, zmiennych układach statycznych oraz zmiennych skosach skrzyżowania z osiami podparcia. Trzy modele numeryczne o różnym stopniu dyskretyzacji porównano z pracą rzeczywistych konstrukcji. W szczególności skupiono się na rozkładzie poprzecznym obciążenia i związanym z nim poziomem wyężenia wybranych belek. Wynik analizy wykazał, że zadowalający poziom zgodności symulacji numerycznej z rzeczywistością można osiągnąć już przy stosunkowo prostej dyskretyzacji przeszła, a nieznaczna modyfikacja modelu MES może prowadzić do poprawy tej zgodności.

## **THE VALIDATION OF NUMERICAL MODELS OF TYPICAL ROAD VIADUCTS BASED ON IN SITU TESTS**

The validation procedure of three numerical models of typical road viaducts made of typical precast beams has been presented. Each model was verified on the base of proof test results. The main goal of the comparison was to search for a FEM model as simple as possible, which could be used for simulation with accepted level of complexity and without much labour for designer. A proposal for modification of a simple grid model against the results obtained with much more complicated analysis has also been presented.

---

Tomasz MICHAŁOWSKI  
Politechnika Krakowska

## **PROBLEMY EKSPLOATACJI KŁADEK DLA PIESZYCH W POŁUDNIOWEJ POLSCE**

Omówione w artykule problemy wynikają z różnego rodzaju błędów projektowych, wieloletnich zaniedbań w kwestii remontów kładek oraz z klęsk żywiołowych. Doskonalsze metody analizy i projektowania pozwalają współcześnie wyeliminować typowe dla dawniej wznoszonych konstrukcji błędy. W nowo projektowanych kładkach odchodzi się od zbyt wiotkich przęseł; dosztywnia się też w czasie remontów starsze konstrukcje.

### **OPERATING PROBLEMS OF FOOTBRIDGES IN SOUTHERN POLAND**

There are many footbridges in southern Poland. It is a mountainous region, with fast-flowing rivers. Because of this, many of the footbridges are suspension, cable-stayed and ribbon footbridges.

Four types of operating problems are analysed in the paper: incorrect design – sometimes no professional designers took part in construction; correct estimation of wind load and dynamic effects of wind and moving pedestrians; long period without any repairs (many footbridges are damaged after several dozen years of use); floods. A few footbridges were severely damaged or destroyed during the flood in 2010.

At present, the new footbridges have a stiffer span than the older ones. Many old structures have been rebuilt. The missing bracings are added.

---

Janusz SZELKA

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu, Uniwersytet Zielonogórski

Zbigniew KAMYK

Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej we Wrocławiu

## **BUDOWA MOSTÓW OBJAZDOWYCH NA CZAS PRZEBUDOWY OBIEKTÓW DROGOWYCH**

Wojskowe konstrukcje składane, poza typowo militarnym zastosowaniem, mogą być wykorzystywane w czasie pokoju do budowy mostów doraźnych w sytuacjach kryzysowych (np. po przejściu fali powodziowej lub awarie i katastrofy mostów) oraz innych stanach wyższej konieczności (remonty i przebudowa mostów stałych). Konstrukcje składane charakteryzują się ograniczonym czasem eksploatacji, w porównaniu z konstrukcjami stałymi, ale stwarzają one możliwość szybkiego usprawnienia ruchu w warunkach rozbudowy infrastruktury drogowej mostów stałych. W tych sytuacjach zbudowanie tymczasowego (doraźnego) objazdu lub bezkolizyjnego skrzyżowania z konstrukcji składanych poprawia płynność ruchu i pozwala zyskać czas na zgromadzenie środków na budowę obiektu stałego. Ponadto dostosowane są one do obowiązujących obciążeń normatywnych przyjętych w gospodarce narodowej, przez co nie wymagają dodatkowego wzmocnienia jako mosty tymczasowe.

W artykule przedstawiono przykłady zastosowań konstrukcji składanych do budowy mostów objazdowych we Wrocławiu. Zaprezentowane konstrukcje mostów składanych (DMS-65, MS-54, MS 22-80, KD-66C) pozwalają na łatwy i szybki montaż przęseł i podpór w różnych układach konstrukcyjnych. W końcowej części opracowania podano perspektywy rozwoju tych konstrukcji.

## **ERECTION OF TEMPORARY BRIDGES FOR PERIOD OF ROAD WORKS**

Military foldable bridges, apart from usual military application, can be used in peacetime to erect temporary bridges in emergency situations (e.g. flood or failures and crashes of bridges) and in cases of absolute necessity (repairs and reconstruction of road bridges). Foldable structures have limited service life compared with fixed structures, their advantage lies in the improvement of traffic during the development of road infrastructure. In this situation the erection of a temporary detour or a separated intersection made of foldable structures improving the flow of traffic and acting as a temporary measure allowing for the materials to be collected for fixed constructions. They meet normative requirements defined by economical procedures. These structures do not require additional reinforcement as temporary bridges.

The paper describes some selected applications of collapsible structures to erect temporary bridges in Wrocław. The presented structures (DMS-65, MS-54, MS 22-80, KD-66C) allow for quick and easy assembly of bridge spans and supports. In the conclusion development perspectives of said constructions are given.

---

Wojciech TROCHYMIAK, Radosław OLESZEK, Przemysław MOSSAKOWSKI  
Politechnika Warszawska

## **ANALIZA MOSTÓW KOLEJOWYCH Z BELEK LW 1200 W CELU DOSTOSOWANIA LINII CMK DO DUŻYCH PRĘDKOŚCI**

W referacie przedstawiono przykład analizy statycznej i dynamicznej konstrukcji nośnej, kolejowych obiektów inżynierskich, usytuowanych w ciągu Centralnej Magistrali Kolejowej (CMK), wykonanych z żelbetowych, prefabrykowanych belek typu LW1200, w celu dostosowania ich do prędkości 300 km/h. W szerszym kontekście możliwości adaptacji istniejących obiektów analizowano na podstawie oceny zgodności z aktualnymi przepisami, badań materiałowych, oceny stanu technicznego obiektów, porównawczych analiz statycznych i analiz dynamicznych (odpowiedź dynamiczna konstrukcji) wykonanych za pomocą modułu *DYNA* programu *SOFiSTiK*. Otrzymane wyniki analiz umożliwiły ocenę kilku obiektów o analogicznej konstrukcji nośnej.

## **ANALYSIS OF RAILWAY BRIDGES MADE OF LW1200 BEAMS IN ORDER TO ACCOMMODAT CMK RAILWAY LINE TO HIGH-SPEED RAILWAY**

The paper presents an example of the analysis of a load-bearing structure made of prefabricated reinforced concrete beams of LW 1200 type which is present in the engineering railway facilities situated on the CMK railway line. The analysis is performed from the point of view of accommodating these facilities to train speeds of 300 kph.

---