

## **STRESZCZENIA**

Dariusz HEIM, Marcin JANICKI  
Politechnika Łódzka

### **OBLICZENIOWA OCENA PARAMETRÓW KOMFORTU CIEPLNEGO W POMIESZCZENIACH OBUDOWANYCH FASADĄ PODWÓJNĄ**

W pracy omówiono metody oceny komfortu cieplnego w pomieszczeniach oddzielonych od środowiska zewnętrznego podwójną, szklaną fasadą (*ang. Double Skin Facade DSF*). Omówiono dwa podstawowe wskaźniki stosowane przy ocenie jakości środowiska wewnętrznego: PMV (*ang. Predicted Mean Vote*) i PPD (*ang. Percentage of People Dissatisfied*). Parametry niezbędne do wyznaczenia wskaźników oceny komfortu obliczono metodami symulacyjnymi. Przeanalizowano 3 przypadki rozwiązania fasady podwójnej. Przypadki zróżnicowano z uwagi na stałe parametry przegród transparentnych: przepuszczalność, absorpcję i odbicie całkowitego promieniowania słonecznego, jak i zmienne wynikające z zastosowania urządzeń chroniących przed przegrzewaniem. Obiekt zamodelowano w programie ESP-r, dzieląc analizowany budynek na podobszary. Obliczenia transportu ciepła dokonano Metodą Objętości Skończonych (*ang. Control Volume Method*) przy założeniu dynamicznych warunków dla wymiany masy w samej fasadzie Metodą Sieciową (*ang. Air Flow Network*). Uzyskane wyniki pozwoliły na przeanalizowanie wpływu różnych rozwiązań fasady na omówione w pracy parametry komfortu cieplnego.

### **COMPUTATIONAL ASSESSMENT OF THERMAL COMFORT IN ROOMS BORDERED WITH DOUBLE SKIN FACADE**

The paper discusses methods for assessing thermal comfort in rooms separated from the external environment by a double glass facade. The two main parameters used to assess the quality of the indoor environment: PMV (Predicted Mean Vote) and PPD (Percentage of People Dissatisfied) are discussed. The parameters are necessary to determine the comfort evaluation indices calculated with simulation methods. Three cases of double façade solutions were analysed. The building was modelled in the dynamic integrated energy modelling tool ESP-r using Control Volume Method. The exchange of mass in the façade was modelled with Air Flow Network method. The results allowed an analysis of the impact of various solutions on the façade on the comfort parameters in rooms.

---

Dariusz HEIM, Eliza SZCZEPAŃSKA  
Politechnika Łódzka

## **WYKORZYSTANIE ŚWIATŁA SŁONECZNEGO W OKRESACH O WYSOKIM STOPNIU ZACHMURZENIA – WALIDACJA MODELU OBLICZENIOWEGO**

W pracy omówiono wyniki pomiarów i obliczeń symulacyjnych przeprowadzonych dla wybranych dni z okresu od marca 2011 do lutego 2012, charakteryzujących się silnie zachmurzonym nieboskłonem. Pomiary wykonano przy użyciu Helioboxu, autorskiego urządzenia pomiarowego do oceny rozkładu natężenia oświetlenia w pomieszczeniach, o stałej geometrii i zmiennych parametrach materiałowych. Symulacji dokonano metodą Wstecznego Śledzenia Promienia, przy użyciu programu Desktop Radiance. Pomiary przeprowadzono dla rzeczywistych warunków pogodowych oraz modelu pomieszczenia wykonanego w skali. Jako kryterium wyboru nieboskłonu przyjęto wartość luminancji zenitu w porównaniu do modelu nieboskłonu zachmurzony wg CIE. Porównując wyniki pomiarów oraz symulacji oszacowano różnicę wynikającą z przyjęcia standardowego nieboskłonu na rozkład oświetlenia we wnętrzu pomieszczenia.

### **DAYLIGHT UTILISATION UNDER CLOUDY WEATHER CONDITIONS – VALIDATION OF CALCULATION METHOD**

The main purpose of the present paper is experimental validation of numerical results for cloudy weather conditions. Experiments were conducted using original measurement device – Heliobox. Analyses were carried out for a simple, built in scale, geometry model. Daylight distribution in Heliobox was estimated for overcast sky conditions, during cloudy days of selected months between March 2011 and February 2012. Sky luminance distribution was determined separately using photometric techniques. Additionally, zenith luminance and daylight illuminance (on a horizontal surface) outside the building was monitored during experiment. Finally, the simulation and measurement results were compared. The presented results were obtained in the research project “*Walidacja metody TDI oceny oświetlenia wnętrza światłem dziennym*”.

---

Marcin KONIORCZYK, Witold GRYMIN, Piotr KONCA, Dariusz GAWIN  
Politechnika Łódzka

## **TRANSPORT I KRYSTALIZACJA SOLI PODCZAS WYSYCHANIA MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH**

W referacie przedstawiono model matematyczny procesów higro-chemo-termo-mechanicznych zachodzących w porowatych materiałach budowlanych, zawierających sól podczas ich wysychania. Sól obecna w porach materiałów budowlanych zmienia ich strukturę wewnętrzną. Kryształy soli zajmują część porów, zmniejszając tym samym efektywną porowa-

tość oraz przepuszczalność właściwą. Materiały zawierające sól charakteryzują się wyższą wilgotnością niż te same materiały bez soli. Podczas badań eksperymentalnych przeanalizowano wpływ soli na izotermy desorpcji wilgoci wybranych materiałów budowlanych. W matematycznym opisie zjawisk transportowych uwzględniono kinetykę przemiany fazowej soli, która modelowana jest za pomocą nierównowagowej izotermy Freundlicha. Ciśnienie krystalizacji soli zależy od stopnia przesylenia roztworu, które jest funkcją aktywności jonowej elektrolitu. Aktywność jonowa wyznaczona jest przy zastosowaniu modelu Pitzera, który uwzględnia zarówno oddziaływania krótkiego, jak również długiego zasięgu. Ciśnienie krystalizacji uwzględnione jest jako dodatkowe obciążenie wewnętrzne działające na szkielet ośrodka. Stosując metodę elementów skończonych i metodę różnic skończonych rozwiązano równania rządzące modelem oraz opracowano program komputerowy, za pomocą którego wykonano symulacje transportu masy oraz krystalizacji soli podczas izotermicznego wysychania wybranych materiałów budowlanych.

### **SALT TRANSPORT AND CRYSTALLIZATION IN BUILDING MATERIALS DURING DRYING**

A mathematical model of chemo-hydro-thermo-mechanical behaviour of porous building materials considering salt transport and crystallization during drying of building materials is presented. The experimental study concerns the influence of salt contained in the pores on the effective porosity, intrinsic permeability and desorption isotherms of two building materials. An additional pressure due to salt crystallization is taken into account by means of the effective stress principle. The Pitzer ion interaction model and the Freundlich non-equilibrium isotherms are used to define the kinetics of salt crystallization/dissolution. The solution properties and magnitude of crystallization pressure depend on the internal pore structure of the material. The model equations are solved by means of the finite element and finite difference method. Using the developed software the drying process of some building materials and potential damage due to salt crystallization is analysed.

---

Jan KUBIK, Andrzej KUCHARCZYK  
Politechnika Opolska

### **PRZEPIŁY WY WILGOCI W ZASOLONEJ CERAMICE BUDOWLANEJ**

W referacie zaproponowano model matematyczny procesu suszenia ceramiki budowlanej nasączonej roztworami soli. Przedstawiano również wyniki badań laboratoryjnych suszenia ceramiki nasyconej wodą destylowaną oraz wodnymi roztworami siarczanu glinu.

### **MOISTURE FLOWS IN SALTETED BUILDING CERAMICS**

In this paper the mathematical model of drying of building ceramics saturated with salt solutions was proposed. The laboratory investigations of drying of ceramics saturated with distilled water and aqueous solutions of aluminum sulphate was also presented.

---

Jadwiga ŚWIRSKA-PERKOWSKA, Zbigniew PERKOWSKI  
Politechnika Opolska

## **WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA DYFUZJI WILGOCI ZA POMOCĄ ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH**

W pracy przedstawiono badania eksperymentalne kinetyki sorpcji próbek z normowej zaprawy cementowej i betonu komórkowego, wykonanych w kształcie beleczek o wymiarach  $\sim 4\text{cm} \times 4\text{cm} \times 16\text{cm}$ . Próbki sorbowały wilgoć z otoczenia przez jedną powierzchnię czołową tak, aby warunki eksperymentu odpowiadały jednowymiarowemu przypadkowi dyfuzji. W trakcie eksperymentu rejestrowano zmiany w czasie wskazań dwóch wag, na których opierały się końce beleczek za pośrednictwem podpór wykonanych z aluminiowych teowników. Następnie sformułowano współczynnikowe zadanie odwrotne w przypadku nieliniowej dyfuzji. Zadanie to rozwiązano przy wykorzystaniu metody różnic skończonych oraz algorytmów genetycznych. W efekcie uzyskano wielomiany czwartego stopnia, aproksymujące zmienność współczynnika dyfuzji wilgoci w zależności od jej stężenia w przypadku badanych materiałów budowlanych.

### **DETERMINATION OF MOISTURE DIFFUSIVITY BY MEANS OF GENETIC ALGORITHMS**

Tests on sorption kinetics in prismatic specimens ( $\sim 4\text{cm} \times 4\text{cm} \times 16\text{cm}$ ) of standard cement mortar and cellular concrete were presented. Moisture was absorbed by the specimens through the frontal, not insulated surfaces in the conditions corresponding to a one-dimensional case of diffusion. During the experiment the indications of two balances on which the ends of specimens were supported thanks to the small aluminium T-bars glued to them were recorded. Next, a coefficient inverse problem was formulated employing a non-linear model of diffusion. The problem consisted in finding a minimum of square error function for experimental and calculated (according to the model) data. It was solved by means of the finite difference method and genetic algorithms. As a result, values of coefficients for polynomials of the 4<sup>th</sup> degree describing the moisture contents – moisture diffusivity relation for the tested building materials were obtained.

---

Marek TELEJKO, Jerzy Z. PIOTROWSKI  
Politechnika Świętokrzyska, Kielce

## **WYMIANA POWIETRZA W BUDYNKACH WIELORODZINNYCH WYPOSAŻONYCH W ZBIORCZE KANALEY WENTYLACYJNE**

Obowiązujące w Polsce przepisy prawne regulujące zagadnienia wentylacji naturalnej budynków w wielu obszarach są niejednoznaczne i pozostawiają możliwość dowolnej ich interpretacji. Sytuacja powyższa prowadzi do stosowania rozwiązań powodujących poważne zabu-

zenia w działaniu wentylacji grawitacyjnej. W dużej części budynków zaburzenia te są wynikiem dostarczenia do pomieszczeń zbyt małej ilości powietrza zewnętrznego. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów parametrów mikroklimatu przeprowadzonych w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych systemowych, wyposażonych w wentylację grawitacyjną z kanałami zbiorczymi oraz dodatkowo w gazowe urządzenia grzewcze do centralnego ogrzewania i przygotowywania ciepłej wody użytkowej. Pomiary przeprowadzono w dwóch typach mieszkań: ze stolarką okienną, w której zamontowano nawiewniki powietrza oraz mieszkania bez nawiewników. Wyniki badań zostały zinterpretowane i podano kierunki działań naprawczych.

## **AIR EXCHANGE IN FLATS WITH COMMON VENTILATION DUCTS**

In Poland, the legal regulations concerning the issues of natural ventilation in buildings are in many areas ambiguous, which can lead to grave misinterpretation in their implementation. This leads to arrangements that in some cases can cause serious disturbances in gravity ventilation. In many cases these disorders are a result of supply of insufficient amount of air to the premises. The article presents the results of measurements carried out in multifamily buildings equipped with a common gravity ventilation duct system. The measurements were performed in two types of flats: those where window frames had an air intake installed, and others without an air intake.

---

Robert BUCOŃ

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury

Anna SOBOTKA

Akademia Górniczo - Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

## **MODEL DECYZYJNY WYBORU ROZWIĄZAŃ REMONTOWYCH BUDYŃKÓW MIESZKALNYCH**

Podejmowanie decyzji o przeprowadzeniu robót remontowych przez zarządców budynków mieszkalnych wymaga dysponowania wiedzą zarówno techniczną (ocena stanu technicznego, dobór materiałów i technologii robót), ekonomiczną (kalkulacja kosztów, wycena nieruchomości), jak również znajomości potrzeb i preferencji użytkowników. Wskazanie zakresu robót remontowych i ocena dopuszczalnych wariantów powinny być dokonane na podstawie wielu kryteriów, pozwalających na określenie przyrostu wartości użytkowej obiektu budowlanego i podjęcie decyzji racjonalnej ekonomicznie.

W artykule zaproponowano model wspomagający podejmowanie decyzji w zakresie wyboru rozwiązań remontowych w budynkach mieszkalnych, bazujący na wiedzy ekspertów z poszczególnych dziedzin, wyrażanej zazwyczaj w postaci ocen o charakterze rozmytym, przy zastosowaniu skal lingwistycznych. Model ten można zastosować do alokacji ograniczonych środków finansowych pochodzących np. z funduszu remontowego.

## **DECISION MAKING MODEL FOR SELECTION OF RESIDENTIAL BUILDING RENOVATION SOLUTIONS**

Making a decision about the scope of repair works made by an estate administrator requires both technical (evaluation of technical condition, selection of materials and methods of work) and economic (cost calculation, real estate appraisal) expertise as well as understanding of needs and preferences of users. The choice of scope of works and evaluation of acceptable variants should be made on the basis of many criteria, with consideration for the impact of works on property value and economical justification of the decisions.

The paper presents a model facilitating the decision on scope of repairs. It is based on the knowledge of experts in particular fields, expressed usually in the form of fuzzy evaluations and linguistic scales. This model can be applied to allocation of limited repair funds at the disposal of property administrators, such as housing associations.

---

Agnieszka DZIADOSZ  
Politechnika Poznańska

Mariusz REJMENT  
Politechnika Wrocławska

## **WPLYW ZAKŁÓCEŃ NA OPÓŹNIENIA PROCESÓW BUDOWLANYCH**

Na opóźnienia procesów budowlanych wpływ ma wiele różnorodnych czynników, w tym przede wszystkim warunki realizacyjne, które są charakterystyczne dla każdego przedsięwzięcia. Czynniki te wielokrotnie powodują odchylenia czasu trwania robót w stosunku do planowanego w harmonogramie, zakłócając prawidłowy rytm robót, jednocześnie powodując nie ukończenie przedsięwzięcia w terminie i przekroczenie założonego budżetu.

Przedmiotem dociekań autorów artykułu jest identyfikacja typów zakłóceń i ich klasyfikacja, wyszczególnienie przyczyn występowania oraz określenie ich wpływu na przebieg procesów budowlanych na przykładzie budowy obiektu handlowo-usługowo-biurowego w Poznaniu.

## **INFLUENCE OF DISTURBANCES ON DELAYS OF BUILDING PROCESSES**

Construction processes delays can be caused by many different factors, including execution conditions of construction work which are different for each project. These factors cause delays in construction work in relation to the planned time schedule, disrupt the normal rhythm of construction work, and at the same time cause failure to complete projects on time, exceeding the planned budget.

The authors of the paper try to identify and classify types of delays. The authors also identified the causes of delays and their influence on construction processes, illustrating it with the construction of BMW car dealer building in Poznan.

---

Michał JUSZCZYK, Agnieszka LEŚNIAK, Krzysztof ZIMA  
Politechnika Krakowska

## **UDZIELANIE ZAMÓWIEŃ NA ROBOTY DODATKOWE W REALIZACJI INWESTYCJI PUBLICZNYCH**

Roboty dodatkowe pojawiające się na etapie realizacji są powszechnie występującym elementem w procesie inwestycyjnym. Pod pojęciem robót dodatkowych rozumie się prace, które nie zostały przewidziane na etapie przygotowania dokumentacji projektowej. Można je wprowadzić do realizacji aneksem do umowy bądź oddzielną umową. W przypadku zamówień publicznych wprowadzenie robót dodatkowych musi zostać przeprowadzone zgodnie z prawem zamówień publicznych. Umożliwia to tryb zamówienia z wolnej ręki. W artykule przedstawiono przesłanki do jego zastosowania wynikające z Ustawy Prawo zamówień publicznych i dokonano ich konfrontacji z praktyką w oparciu o udzielone zamówienia.

### **AWARDING CONTRACTS FOR ADDITIONAL WORKS IN PUBLIC CONSTRUCTION INVESTMENTS**

Additional works that appear at the stage of project performance are very common during the investment process. They can be defined as contingencies, not foreseen when developing design documentation. They may result from the requirements of the client, who has decided to introduce some additional works, or they can be necessary to carry out in order to complete the main contract. They can be annexed to the contract agreement (as proposed in FIDIC contracts), or introduced by a separate agreement. In case of public procurement, additional works must be carried out in accordance with the public procurement law. The paper focuses on the mode of a single-source procurement, used in awarding additional and complementary contracts to enable, among others, additional works to be introduced. The conditions for application of a single-source procurement under the law are presented herein, in terms of time, value and need to justify the selection. To compare the requirements of the law with the practice of awarding contracts several notices of contracts awarded under this mode, which appeared in Public Procurement Bulletins, were subject to analysis.

---

Ewa MARCINKOWSKA, Krzysztof GAWRON, Mariusz REJMENT  
Politechnika Wroclawska

## **ANALIZA STRATEGICZNA EFEKTYWNOŚCI INWESTYCJI DOTYCZĄCYCH ZAKUPU MIESZKAŃ WE WROCŁAWIU Z PRZEZNACZENIEM NA WYNAJEM**

W artykule przedstawiono algorytm optymalnego postępowania dla inwestora, który przewiduje zakup mieszkania z przeznaczeniem na wynajem. Z uwagi na charakterystykę mieszkań oraz charakterystykę rynku wynajmu wyróżniono dwanaście wariantów decyzyjnych. Przedmiotem analizy jest badanie ekonomicznej efektywności poszczególnych wariantów inwestycyjnych w okresie dwunastu lat od momentu zakupu. Zastosowano formuły dyskontowe. Za-

uważono, że program inwestycyjny będzie realizowany w warunkach niedeterministycznych. Niepewnej zmienności poddana będzie stopa dyskontowa oraz zachowanie rynku wynajmu. Podjęto próbę rozwiązania zagadnienia przy zastosowaniu elementów teorii podejmowania decyzji. Pozwoliło to na wskazanie optymalnego postępowania inwestora w zależności od wybranego przez niego kryterium decyzyjnego.

### **STRATEGIC ANALYSIS OF INVESTMENTS EFFICIENCY CONCERNING PURCHASE OF APARTMENTS FOR RENT IN WROCLAW**

The paper presents an algorithm of an optimal procedure for the investor who is planning the purchase of an apartment for rent. Following apartments characteristics and the rental market characteristics the authors distinguished twelve decision variants. The subject of analysis is the examination of the economic efficiency of some particular investment variants in the period of twelve years since the moment of purchase. The discount formulae were applied. It can be noticed that the investment program will be implemented in non-deterministic conditions. The discount rate and rental market behaviour will be subjected to uncertain variability. The authors solved the problem by applying elements of the decision theory. It enabled the investor's optimal procedure to be indicated depending on his decision criterion.

---

Roman MARCINKOWSKI, Marcin POKORA  
Politechnika Warszawska, Płock

### **HARMONOGRAMOWANIE PRACY SPECJALISTYCZNYCH ZESPOŁÓW ROBOCZYCH W WIELOOBIEKTOWYCH PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH**

Praca dotyczy nowego podejścia do harmonogramowania prac wykonywanych przez specjalistyczne zespoły robocze. Zaproponowano w niej metodę, zawierającą pewne cechy metody potokowej realizacji procesów na budowie, przy jednoczesnym uwzględnieniu zmienności potencjału specjalistycznych brygad zaangażowanego do wykonania prac na poszczególnych obiektach i zmienności frontów robót – działek roboczych. Metodę dedykuje się wykonawcom budowlanym. W tym kontekście sformułowano w modelu problemu decyzyjnego cały szereg ograniczeń, które planujący może określić w harmonogramowaniu prac realizowanych przez jego potencjał produkcyjny. Temu celowi podporządkowano też kryterium oceny jakości harmonogramu, wyrażające koszty strat z tytułu niepełnego wykorzystania specjalistycznych zasobów i z tytułu niedotrzymania dyrektywnych terminów zakończenia prac na obiektach. W pracy przedstawiono model sytuacji decyzyjnej i ogólną charakterystykę metody wyznaczania harmonogramów z bilansowaniem będących w dyspozycji zasobów. Problem ten, w kontekście przyjętego kryterium jakości planu, należy do trudnych zagadnień optymalizacji harmonogramów, dlatego rozwiązano go metodami symulacyjnymi.



## **SCHEDULING SPECIALIZED CREWS' WORK IN MULTI-OBJECT CONSTRUCTION PROJECTS**

The study concerns a new approach to scheduling works performed by specialized work teams (crews). The authors present a method that incorporates certain aspects of the pipelining method applied to building process planning as well as both variability of crew's production capability and variability of working plots. The presented method is strongly recommended for the construction contractor. For such purpose, numerous constraints are imposed the model of a decision problem. While scheduling, the planner (contractor) is able to determine those constraints as production capability of the crew. To fulfil the purpose, the quality of the schedule is defined as loss cost that derives from underemployment of specialist resources and missing deadlines to complete works on site. The study presents a model of the decision problem along with the main characteristic of a scheduling method that includes levelling available resources. The problem described in the present paper, in the context of criteria established for schedule quality, is ranked as a difficult optimization issue and for this reason is solved within simulation techniques.

---

Edyta PLEBANKIEWICZ, Renata KOZIK  
Politechnika Krakowska

## **WPLYW JAKOŚCI DOKUMENTACJI PRZETARGOWEJ NA PRZYGOTOWANIE OFERT**

Zamawiający publiczny chcąc zrealizować inwestycję budowlaną jest zobowiązany właściwie przygotować i przeprowadzić procedurę wyboru wykonawcy. W artykule przeanalizowano łącznie 94 postępowania dotyczące robót budowlanych, przeprowadzonych przez Urząd Miasta Krakowa oraz Urząd Miasta Szczecina w latach 2010, 2011. Uwagę skupiono na pytaniach zadawanych przez wykonawców w analizowanych procedurach. Wyniki badań wskazują, że najwięcej problemów przysparza wykonawcom przekazywana przez zamawiających dokumentacja projektowa. Dużo pytań dotyczyło także wymagań co do materiałów budowlanych. Braki i nieścisłości w dokumentacji powodują często konieczność wprowadzania zmian i uzupełnień przez zamawiających. Za pozytywny można uznać fakt, że w żadnym z analizowanych przypadków nie wystąpiła konieczność przedłużenia terminu składania ofert.

## **TENDER DOCUMENTATION PRECISION AND ITS IMPACT ON OFFERS PREPARATION**

In order to perform a building project a public awarding entity is required to prepare properly and execute the procedure for selecting the contractor. In the article the authors examine the case for a total of ninety-four public works contracts conducted by the City of Krakow and the City of Szczecin in the years 2010–2011. Attention was focused on the questions asked by the contractors in the analysed public procurements. The results of the research show that most problems the contractors have are design documentation prepared by public entities. Numerous questions were about the requirements for building materials. Incomplete tender docu-

mentation and inconsistencies in the documentation often result in the need to make changes and additions by the authorities. It can be regarded as a positive fact that in none of the analysed cases it was necessary to extend the deadline for submission of tenders.

---

Dariusz SKORUPKA, Artur DUCHACZEK, Artur SZLESZYŃSKI  
Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu

## **ZASTOSOWANIE METODY ELECTRE W OPTYMALIZACJI DOBORU ŚRODKÓW TRANSPORTU W MAGAZYNIE WYROBÓW BUDOWLANYCH**

W pracy zaprezentowano możliwości zastosowania metody ELECTRE do optymalizacji doboru środków transportu w magazynie wyrobów i materiałów budowlanych. Przedstawiono także podstawowe założenia metody ELECTRE, jej wady i zalety.

### **APPLICATION OF ELECTRE METHOD IN OPTIMIZED SELECTION OF MEANS OF TRANSPORT IN CONSTRUCTION PRODUCTS STOCK**

The paper presents the use of ELECTRE methods to select from forklifts used in construction products warehouses. The article describes the theoretical base of ELECTRE methods and their application. Evaluation of selected forklifts was made using ELECTRE III / IV software. ELECTRE III method is used to solve problems of ranking. In case of common engineering problems ELECTRE I method is more favourable. The method is simple to use even for inexperienced managers. ELECTRE I method can be used to solve the task of optimal choice of decision-making option.

---

Anna SOBOTKA, Dorota PAWLUŚ, Daniel WAŁACH  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Agata CZARNIGOWSKA  
Politechnika Lubelska

## **BADANIE PROCESÓW LOGISTYCZNYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ DROGOWYCH**

Realizacja przedsięwzięć drogowych stanowi duże wyzwanie pod względem technicznym, ekonomicznym, organizacyjnym. Wielkość przedsięwzięć i skomplikowane warunki realizacji robót liniowych i obiektów drogowych wymagają wsparcia dobrze przygotowaną logistyką. Struktura systemu logistycznego, stosowane strategie zarządzania logistyką budowy oraz modele obsługi logistycznej wpływają na koszty logistyczne i w efekcie efektywność realizacji przedsięwzięć. Potrzeba uwzględnienia logistyki w zarządzaniu przedsięwzięciem zacho-

dzi we wszystkich fazach cyklu inwestycyjnego (od koncepcji projektowych, poprzez budowę i eksploatację). W artykule zaprezentowano wyniki badań procesów logistycznych związanych z przepływami zasobów koniecznych do realizacji robót budowlanych: wyrobów budowlanych, ludzi (w tym zatrudniania podwykonawców, ale też innych uczestników przedsięwzięcia budownictwa drogowego, świadczących usługi na rzecz budowy). Wskazano podstawowe obszary racjonalizacji zadań logistycznych oraz zidentyfikowano podstawowe zakłócenia w przepływach logistycznych. Na podstawie analizy wyników badań oceniono możliwości i stopień zaawansowania wdrażania nowoczesnych koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw przy realizacji przedsięwzięć drogowych.

## **SURVEY ON LOGISTIC PROCESSES OF ROAD PROJECTS**

Road projects are a technical, financial, and organizational challenge. The scale of these projects, and usually complex conditions of their delivery, require a carefully analysed logistic support. The structure of a project logistic system, construction logistic management strategies and models of logistic services have a considerable impact on project costs, and therefore – on the project's outcome. Logistic processes are present at all stages of the project life cycle – from earliest design concepts, through construction, to operation phase. The paper presents results of a survey on logistic flows of resources required for the construction phase: construction materials, workforce, subcontractors and other entities that provide the project with services. The results allowed main areas for potential improvement to be established and main reasons for disruption in logistic flows to be identified. The survey provided input for assessing possibilities, or the actual level, of implementing the concept of supply chain management (SCM) to road construction.

---

Renata KOTYNIA  
Katedra Budownictwa Betonowego Politechnika Łódzka

## **UDZIAŁ KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH W NOŚNOŚCI NA ŚCINANIE WZMOCNIONYCH BELEK ŻELBETOWYCH**

Praca dotyczy zagadnienia wzmacniania stref przypodporowych belek żelbetowych na ścinanie przy użyciu materiałów kompozytowych. Zaproponowano metodę obliczania udziału zbrojenia kompozytowego w nośności na ścinanie elementów wzmocnionych sposobem „S”, „U” i „W”, popartą komentarzem i doświadczalną weryfikacją.

## **POLYMER COMPOSITES CONTRIBUTION IN SHEAR CAPACITY OF STRENGTHENED REINFORCED CONCRETE BEAMS**

The paper concerns shear strengthening of reinforced concrete beams with polymer composites. A method of calculating composite contribution in the shear capacity of RC beam strengthened with S", "U" and "W" systems is proposed. A comparison of calculated and test shear FRP contribution confirms correctness of the proposed method for all types of strengthening.

---

Renata KOTYNIA, Krzysztof LASEK, Michał STAŚKIEWICZ  
Katedra Budownictwa Betonowego, Politechnika Łódzka

## **DOŚWIADCZALNE BADANIA ŻELBETOWYCH BELEK WZMOCNIONYCH NA ZGINANIE PRZY UŻYCIU NAPRĘŻONYCH TAŚM CFRP**

W pracy przedstawiono wyniki doświadczalnych badań żelbetowych belek wzmocnionych na zginanie przy użyciu naprężonych taśm z włóknami węglowymi, przyklejanych na spodniej powierzchni tych elementów. Na ogół istniejące konstrukcje żelbetowe wymagające wzmocnienia są obciążone przed wzmocnieniem. Aby uwzględnić ten wpływ na efektywność wzmocnienia, przyjęto dwa stopnie obciążenia belek przed wzmocnieniem, odpowiadające 25% i 75% nośności belki niewzmocnionej. Program badań obejmował pięć elementów wzmocnionych pod wstępnym obciążeniem wywołanym ciężarem własnym lub jednocześnie ciężarem własnym i dodatkowym obciążeniem zewnętrznym w postaci sił skupionych. Kolejnym rozpatrywanym parametrem był wpływ przyczepności kompozytu na efektywność wzmocnienia. Badania wykazały wysoką efektywność tego typu wzmocnienia zarówno w stanie granicznym nośności (wzrost nośności w zakresie 1,7 do 2,2 nośności elementu niewzmocnionego), jak i w stanie granicznym użyteczności poprzez zamknięcie rys i ograniczenie ugięć.

### **TESTS ON REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED IN FLEXURE WITH PRESTRESSED CFRP STRIPS**

The paper presents experimental research into reinforced concrete beams strengthened for flexure with prestressed CFRP strips. Before strengthening beams were exhausted to 25% or 75% of load capacity of a non-strengthened beam. The research showed high efficiency of strengthening with pretension strips. Strengthening ratio varied in the range of 1,9 to 2,2 of the non-strengthened beam. Flexural strengthening of RC beams with pretension CFRP strips is very effective for both ultimate limit state and serviceability limit state, especially in case of highly exhausted elements before strengthening. Using of the active strengthening system results in significant reduction of strains in concrete and mid-span deflections, and increase in stiffness of tested elements.

---

Jacek NURZYŃSKI  
ITB Warszawa

## **WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE PANELI KOMPOZYTOWYCH ORAZ PERSPEKTYWA ICH ZASTOSOWANIA W BUDOWNICTWIE OGÓLNYM**

Zainteresowanie elementami kompozytowymi w budownictwie stale wzrasta i należy przewidywać, że wykorzystanie polimerów zbrojonych włóknami zarówno w sensie ilościowym jak

też odnośnie zakresu ich stosowania będzie coraz większe. Oprócz zastosowań stricte konstrukcyjnych pojawiają się próby wykonywania kompozytowych przegród budowlanych, ścian i stropów przeznaczonych do budownictwa ogólnego, również do budownictwa mieszkaniowego. Zasadnicze znaczenie dla możliwości szerszego zastosowania tego typu rozwiązań będą miały zagadnienia akustyczne. Nie parametry wytrzymałościowe, ale właściwości akustyczne mogą zadecydować o przyszłości polimerów w budownictwie ogólnym. Zakład Akustyki ITB przeprowadził serię badań laboratoryjnych izolacyjności akustycznej prototypowych paneli kompozytowych przygotowanych przez firmę Mostostal Warszawa. W referacie przedstawiono bardziej szczegółowo wyniki drugiej serii tych badań oraz wpływające z nich wnioski, wyniki pierwszej serii były prezentowane już wcześniej [1, 2]. Badania obejmowały cztery różne typy elementów, różne konfiguracje i układy konstrukcyjne. Badano pełnowymiarowe modele przegród ściennych i stopowych oraz mniejsze elementy wykonane w takich samych układach i konfiguracjach.

### **ACOUSTIC PERFORMANCE OF COMPOSITE PANELS AND THEIR POSSIBLE USE IN A BUILDING**

The interest in composite elements in building industry is systematically increasing. Beside strictly constructional applications also use of composite panels for building partitions, floors and walls in public and also residential buildings are more often taken into consideration. For such applications the acoustical performance of panels is of critical importance. Not strength and resistance but the sound insulation may decide of the future of possible composite elements extensive use in buildings. Acoustics Department of ITB carried out two series of sound insulation tests for prototype composite panels manufactured by Mostostal Warszawa. The paper presents more detailed the results of the second measurement series and relevant conclusions. The results of the first part were presented earlier [1, 2]. Elements of four different structural types were investigated. The elements were installed in different arrangement and configurations as a wall or floor partition. Full scaled standard samples of walls and floors were tested as well as smaller elements of the same structure.

---

Paweł PONETA  
Mostostal Warszawa S.A.

### **UPRZEMYSŁOWIENIE PROCESU PREFABRYKACJI KOMPOZYTOWYCH ELEMENTÓW INFRASTRUKTURY DROGOWEJ**

Jednym z największych wyzwań stojących przed inżynierami budownictwa lądowego i wodnego jest projektowanie oraz wykonywanie konstrukcji będących w stanie spełniać wymagania nowoczesnej architektury, przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów związanych z ich projektowaniem, realizacją i utrzymaniem. Rozwiązaniem tego problemu mogą być materiały kompozytowe typu FRP. Do niedawna ich zastosowanie w branży budowlanej ograniczało się do wzmacniania istniejących już struktur. W ostatnich latach poczyniono próby wykorzystania ponadprzeciętnych właściwości tych materiałów w całkowicie nowych konstrukcjach, m.in. w elementach infrastruktury drogowej. Rozwojem tych ostatnich, zajmuje się

konsorcjum realizujące projekt Trans-IND – projekt badawczy finansowany przez Komisję Europejską ([www.trans-ind.eu](http://www.trans-ind.eu)). Niniejszy referat przedstawia rezultaty osiągnięte na przestrzeni pierwszych dwóch lat funkcjonowania tego czteroletniego projektu.

## **INNOVATIVE PROCESSES FOR STRUCTURAL ELEMENTS IN COMPOSITE MATERIALS FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURES**

Nowadays one of the biggest challenges for civil engineers is designing structures that are able to satisfy current architectural requirements and, at the same time, include design, construction and maintenance costs.

The solution lies in the world of composite materials. In the past these materials were indeed used in civil engineering almost only for strengthening existing structures. Over the past decades, structural applications for new constructions have been proposed to expand the application of composite materials. In this context, Trans-IND is a project funded by the European Commission within the Seventh Framework Programme (2007-2013) and led by a Consortium of twenty European partners including research centres, universities and industrial companies.

---

Lech WŁASAK, Jerzy JURCZUK  
Mostostal Warszawa S.A.

## **NOWE KONCEPCJE KOMPOZYTOWYCH POMOSTÓW DROGOWYCH**

W pracy zaprezentowano koncepcje trzech drogowych, prefabrykowanych pomostów kompozytowych, stworzonych w dziale badawczo-rozwojowym firmy Mostostal Warszawa. Do ich użycia użyto żywicy epoksydowej zbrojonej włóknami (szyte tkaniny szklane i węglowe) oraz rdzeni z pianek. Panele warstwowe wykonano w jednym procesie - metodą infuzji lub w dwóch procesach: infuzji i sklejenia ze sobą, uzyskanych tą drogą elementów.

Potwierdzono możliwość stosowania tej metody do produkcji warstwowych płyt pomostowych, przedstawiono napotkane problemy oraz doświadczenia zebrane podczas wykonywania ich prototypowych modeli.

## **NEW CONCEPTS OF FRP BRIDGE DECKS**

The paper includes detailed description of three road bridges decks concepts designed and manufactured using FRP (fibre reinforced polymers) materials. The presented development took place at the Research and Development Department of Mostostal Warszawa S.A.. The paper presents problems encountered and the experience gained during the manufacturing stage of their models prototyping stage. To build the prototypes a polymeric material (epoxy resin) reinforced with fibres (glass and carbon fabrics) and foam core material were used. The prefabricated prototypes are made in one process called resin infusion and/or in two processes of resin infusion and bonding, using structural epoxy adhesives.

The main conclusion of the research done is the confirmation of the possibility of using the new method for production of road bridge deck sandwich panels.

---

Henryk ZOBEL, Wojciech KARWOWSKI  
Politechnika Warszawska

## **BADANIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE NOWYCH POŁĄCZEŃ MECHANICZNO-KLEJOWYCH DLA MOSTÓW Z ELEMENTÓW KOMPOZYTOWYCH PRODUKOWANYCH METODĄ PULTRUZZJI**

Zaproponowano i przedstawiono **autorskie rozwiązania nowego typu połączeń** dla elementów z kompozytów polimerowych wzmocnionych włóknami szklanymi stosowanych w mostach. Opierając się na normie PN-EN 13706 oraz normach z nią związanych wykonano wybrane badania materiałowe. Uwzględniono trójwarstwową budowę ścianki wybranego elementu kompozytowego i modyfikacje badań związane z dużą grubością ścianki. Następnie porównano zaproponowane połączenia, **poddając je badaniom statycznym pod kątem wytrzymałości na rozciąganie. We wnioskach oraz podsumowaniu wskazano połączenie, które najlepiej spełnia postawione kryteria nośności. Zwrócono też uwagę na szczególną formę zniszczenia kompozytu uzyskaną w badaniach.**

### **STRENGTH TESTS OF NEW MECHANICAL-ADHESIVE JOINTS FOR BRIDGES MADE OF PULTRUDED FRP ELEMENTS**

The authors' solution for a new type of connections between GFRP bridge elements is proposed and presented. Research on the materials was performed following PN-EN 13706 and other relevant codes. Three layers structure of a wall of a selected element and modification of the tests due to the wall thickness were analysed. the proposed connections were compared using static tests (tension strength). In conclusions and summary there is indicated the connection which is the best under maximum strength criteria defined in this case study. A particular failure mode of the connection is pointed out. Finally, some problems of future research are presented.

---

Andrzej AJDUKIEWICZ, Alina KLISZCZEWICZ  
Politechnika Śląska

## **WŁAŚCIWOŚCI DORAŻNE I REOLOGICZNE BETONÓW KONSTRUKCYJNYCH NA KRUSZYWACH Z RECYKLINGU**

Przedstawiono wyniki doraźnych i długotrwałych badań laboratoryjnych betonów na kruszywach z recyklingu (BKR) o wytrzymałościach na ściskanie w przedziale od 40 MPa do 110 MPa, z różnym udziałem kruszyw z recyklingu (tylko grube, lub grube i drobne). Betony pierwotne, z których pozyskiwano kruszywa wtórne, w wieku kilkunastu lat, były wykonane na różnych kruszywach (otoczkowe – w przewodzie kwarcyt, granit, bazalt).

Badania prowadzono w zakresie podstawowych właściwości wytrzymałościowych, odkształcalności doraźnej i opóźnionej. W badaniach położono szczególny nacisk na długotrwały skurcz i pełzanie oraz na wczesny skurcz. We wnioskach przedstawiono podobieństwa i różnice w zachowaniu się betonów na kruszywach z recyklingu (BKR) w stosunku do betonów na nowych kruszywach naturalnych (BKN) pod doraźnym i stałym obciążeniem długotrwałym.

### **INSTANTANEOUS AND LONG-TERM PROPERTIES OF STRUCTURAL RECYCLED AGGREGATE CONCRETES**

The paper presents results of short-term and long-term laboratory tests on strength and deformability for series of concrete of compressive strength in the range from 40 to 110 MPa, with different contribution of recycled aggregate (coarse only or coarse and fine) and with different origin of basic aggregates (quartzite, granite, basalt). As regards deformability, the tests have emphasised early shrinkage, long-term shrinkage and creep. The paper summarises the results of tests lasting over ten years. In conclusions the similarities and differences in the behaviour of RAC vs. NAC under instantaneous and long-term load are presented.

---

Grzegorz BAJOREK, Marta KIERNIA-HNAT, Izabela SKRZYPCZAK  
Politechnika Rzeszowska,  
Centrum Technologiczne Budownictwa przy Politechnice Rzeszowskiej

### **ROZMYTY SYSTEM EKSPERTOWY WSPOMAGAJĄCY WNISKOWANIE O JAKOŚCI BETONU**

Niepewności związane z weryfikacją jakości betonu towarowego oraz sprowadzeniem, oceną cząstkowych dotyczących poszczególnych cech betonu do jednej syntetycznej miary było powodem opracowania systemu ekspertowego wspomagającego wnioskowanie o jakości betonu.

Zaprezentowany system kontroli jakości odniesiono do zgromadzonych danych dla jednej receptury betonu produkowanego przez wybrany węzeł betoniarski określając dwie cechy: wytrzymałość na ściskanie oraz gęstość.

### **FUZZY EXPERT SYSTEM SUPPORTING INFERENCE ON CONCRETE QUALITY**

Uncertainties associated with the verification of the quality of ready-mixed concrete and reduction of fragmentary evaluations concerning individual properties of concrete into one synthetic measuring cup were a reason to develop a fuzzy expert system. The system of quality was related to the data (two properties: compressive strength and concrete density) collected for one prescription of concrete produced by a selected plant (producer).

---



Barbara GOSZCZYŃSKA, Grzegorz ŚWIT, Wiesław TRAMPCZYŃSKI,  
Kamil BACHARZ, Magdalena GODOWSKA, Aleksandra KRAMPIKOWSKA  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

## **IDENTYFIKACJA SYGNAŁÓW EMISJI AKUSTYCZNEJ W BETONIE NIEOBCIĄŻONYM**

Celem pracy jest ocena możliwości zastosowania metody emisji akustycznej do badania betonu nieobciążonego. Metoda emisji akustycznej nazwana IADP prezentowana w [4,5,6,7], oparta jest na koncepcji pomiaru sygnałów emisji akustycznej, towarzyszących procesom destrukcyjnym, powstającym w wyniku działania obciążenia i ich porównaniu z bazą sygnałów wzorcowych, utworzoną w warunkach laboratoryjnych. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki identyfikacji sygnałów emisji akustycznej, spowodowanych powstawaniem mikrorys w wyniku hydratacji cementu, a głównie skurczu betonu na skutek odparowywania wody. Na podstawie przedstawionych wyników pomiarów można wnioskować, że metodę IADP będzie można zastosować do identyfikacji i oceny procesów zachodzących w świeżym betonie, co może mieć zastosowanie do oceny konstrukcji betonowych we wczesnej fazie dojrzewania.

### **IDENTIFICATION OF ACOUSTIC EMISSION SIGNALS IN UNLOADED CONCRETE**

The aim of this paper is to present the application of the acoustic emission (AE) method to testing of concrete shrinkage phenomena. This method, known as IADP, was presented in many works [4,5,6,7]. It is based on measurement of acoustic emissions due to active deterioration processes. Then, recorded signals are compared with reference database, which was previously compiled in a specially planned laboratory test, and identified. In the paper, the results of identification of acoustic emission signals generated by micro-crack formation which results from cement hydration (mainly concrete shrinkage due to concrete drying) are presented. It is shown that IADP method can be applied to identify and evaluate the processes occurring in freshly made concrete, i.e. to assess the quality of concrete preparation.

---

Elżbieta HORSZCZARUK, Piotr BRZOZOWSKI  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## **WPLYW CIŚNIENIA HYDROSTATYCZNEGO NA WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE BETONÓW PODWODNYCH**

W pracy przedstawiono wyniki badań betonów podwodnych poddanych oddziaływaniu ciśnienia hydrostatycznego. Badania betonów prowadzono w specjalnie skonstruowanej komorze, która umożliwia formowanie elementów próbnych pod wodą oraz ich dojrzewanie

w warunkach oddziaływania ciśnienia wody. Elementy próbne o objętości ok. 21 litrów były poddawane w komorze stałemu ciśnieniu wody o wartościach: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 i 0,5 MPa, co odpowiada dojrzewaniu betonu w warunkach naturalnych na głębokości od 10 do 50 m. W celu wykonania badań wytrzymałościowych z próbek po rozformowaniu wycinano kostki sześciennie o boku 100 mm i poddawano badaniom w maszynie wytrzymałościowej po 7 i 28 dniach. Stwierdzono wpływ ciśnienia hydrostatycznego na wartość wytrzymałości na ściskanie badanych próbek. Zaobserwowano wzrost wytrzymałości kostek pobranych z górnych partii elementów próbnych. Jak wynika z badań wstępnych ma to związek z różnicami jakie występują w wielkości i rozkładzie porów powietrznych próbek pobranych z warstw dolnych i górnych elementów próbnych.

### **INFLUENCE OF HYDROSTATIC PRESSURE ON COMPRESSIVE STRENGTH OF UNDERWATER CONCRETE**

In the paper the properties of underwater concrete formed under hydrostatic pressure are presented. To test the concrete a special chamber was designed and built. It allows the test specimens to be formed and matured under water pressure. In the chamber, test specimens of approximately 21 litres in volume were subjected to constant water pressure of 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 or 0.5 MPa, which corresponds to hardening of concrete under natural conditions in depths from 10 to 50 m. In order to perform the strength tests cubes of side of 100 mm were cut out from the test specimens and tested after 7 and 28 days. There was the impact of hydrostatic pressure on the compressive strength values of test specimens. An increase in the strength of the samples taken from the upper parts of test specimens was observed. As can be seen from the preliminary research, these differences in compressive strength are related to the differences that occur in the size and distribution of air voids in the samples taken from upper and lower parts of the test specimens.

---

Daria JÓŹWIAK-NIEDŹWIEDZKA

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polska Akademia Nauk

### **MIKROSTRUKTURA I WYTRZYMAŁOŚĆ ZAPRAW Z CEMENTÓW WIELOSKŁADNIKOWYCH ZAWIERAJĄCYCH POPIOŁ LOTNY WAPIENNY**

Tematem referatu jest ocena mikrostruktury, mikrotwardości i wytrzymałości zapraw wykonanych z cementów wieloskładnikowych, zawierających różne ilości dodatku popiołu lotnego wapieniowego. Zakres badań objął prototypowe cementy CEM II i CEM V wykonane w skali laboratoryjnej. Do badań mikrostruktury zapraw i składników wyjściowych zastosowano mikroskopię optyczną z wykorzystaniem cyfrowej analizy obrazu, mikroskopię skaningową z mikrosondą i metodę mikroindentacji. Wytrzymałość zapraw oznaczono zgodnie z normą. Wytrzymałość zapraw z cementów wieloskładnikowych z udziałem popiołów wapiennych po 28 dniach twardnienia była niższa od zaprawy przyjętej za wzorzec, wykonanej z cementu CEM I bez dodatków. Obniżenie wytrzymałości w stosunku do wzorca zawierało się w granicach od 11 do 41% i było wyraźnie zależne od ilości dodatków popiołu lotnego wa-

piennego, krzemionkowego czy żużla wielkopieczowego. Wzrost ilości dodatku powodował obniżenie wytrzymałości. W mikrostrukturze matrycy cementowych zapraw badanych w SEM stwierdzono, że tworzące ją uwodnione krzemiany wapnia typu C-S-H mają we wszystkich badanych zaprawach zbliżoną budowę tzw. plastra miodu, wśród których są obecne tabliczki portlandytu i relikty nieuwodnionych ziarn cementu oraz ziarna kuliste, pochodzące z dodatku popiołu. Wyniki cyfrowej analizy obrazu potwierdziły jednakową wartość współczynnika wodno-cementowego w badanych zaprawach.

## **MICROSTRUCTURE AND STRENGTH OF MORTARS MADE WITH BLENDED CEMENTS CONTAINING HIGH CALCIUM FLY ASH**

The focus of the paper is on the microstructure, microhardness and strength of mortars made with different blended cement containing high calcium fly ash. The research concerned prototype cement CEM I and CEM V made in laboratory conditions. Optical microscopy with image analysis, scanning electron microscopy with EDX analysis and depth-sensing indentation were applied. The compressive and tensile strength was determined according to relevant standards. The compressive strength of mortars made with blended cements containing high calcium fly ash after 28 days of hardening was lower than compressive strength of reference mortar from cement CEM I. The decrease of the strength in comparison with reference mortar contained between 11 and 41% and it was clearly dependent on the content of high calcium fly ash, siliceous fly ash or ground granulated blast furnace slag in to the cement. The compressive strength was decreasing with increase of addition content into the cement. All the pastes were characterized by a similar C-S-H structure, so-called "honey comb" the presence of the portlandite plates, relicts of nonhydrated cement grains and spherical grains from fly ash. The results of the image analysis confirmed a similar water/cement ratio in tested mortars.

---

Janusz KONKOL  
Politechnika Rzeszowska

## **WPLYW WIEKU BETONÓW MODYFIKOWANYCH DODATKIEM METAKAOLINITU NA ICH WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE I ODPORNOŚĆ NA PEKANIE**

W artykule przedstawiono wyniki badań betonów modyfikowanych dodatkiem metakaolinitu (MK). Przeprowadzono badania wytrzymałościowe: wytrzymałości na ściskanie oraz odporności na pękanie, określając krytyczny współczynnik intensywności naprężeń  $K_{Ic}^S$ . Badania zaprogramowano według planu centralnego kompozycyjnego rotacyjno-quasi uniformalnego przyjmując jako zmienne niezależne stosunek woda/spoiwo oraz udział dodatku metakaolinitu w stosunku do masy cementu. Wytrzymałość na ściskanie  $f_c$  oraz krytyczny współczynnik intensywności naprężeń  $K_{Ic}^S$  określono po 28, 90 i 180 dniach dojrzewania betonu. Podano uzyskane zależności funkcyjne umożliwiające określenie badanych właściwości mechanicznych ( $f_c$  i  $K_{Ic}^S$ ) po 28, 90 i 180 dniach twardnienia w zależności od stosunku woda/spoiwo  $w/s$

oraz udziału metakaolinitu w stosunku do masy spoiwa  $MK/s$ . Wykazano statystycznie istotny wpływ zmiany zarówno składu betonu, jak również jego wieku na wzrost badanych właściwości mechanicznych ( $f_c$  i  $K_{Ic}^S$ ).

## **EFFECTS OF AGE OF METAKAOLINITE MODIFIED CONCRETE ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH AND FRACTURE TOUGHNESS**

In the paper the results of experiments on concrete with metakaolinite addition were presented. The following properties were measured: compressive strength  $f_c$  and the critical stress intensity factor  $K_{Ic}^S$  after 28, 90 and 180 days of concrete hardening. There was observed a statistically significant effect of changing both the composition of concrete and its age on the growth of the mechanical properties ( $f_c$  and  $K_{Ic}^S$ ). Increasing the ratio of water/binder always resulted in a decrease of compressive strength and the critical stress intensity factor. An increased share of  $MK$ , however, caused an increase of both mechanical properties ( $f_c$  and  $K_{Ic}^S$ ). The results of investigations and analysis prove that there are important statistical dependencies between the variables used in experiments and concrete compressive strength and fracture toughness. The increased compressive strength  $f_c$  is accompanied by a simultaneous increase of the critical stress intensity factor  $K_{Ic}^S$ .

---

Janusz KONKOL  
Politechnika Rzeszowska

## **WYKORZYSTANIE PARAMETRÓW FRAKTALNYCH I STEREOLOGICZNYCH DO OPISU ODPORNOŚCI NA PĘKANIE BETONÓW MODYFIKOWANYCH WYBRANYMI DODATKAMI TYPU II**

W artykule przedstawiono wyniki badań betonów modyfikowanych trzema dodatkami: pyłem krzemionkowym ( $PK$ ), popiołem fluidalnym ( $PF$ ) i metakaolinitem ( $MK$ ). Przeprowadzono badania wytrzymałościowe: wytrzymałości na ściskanie oraz odporności na pękanie, określając krytyczny współczynnik intensywności naprężeń  $K_{Ic}^S$ , jak również badania stereologiczne i fraktalne. Badania zaprogramowano według trzech oddzielnych planów eksperymentu, przyjmując jako zmienne niezależne stosunek woda/spoiwo oraz udział dodatku w stosunku do masy spoiwa. Na podstawie uzyskanych wyników badań i przeprowadzonych analiz wykazano statystycznie istotny związek morfologii przełomu oraz składu betonów z odpornością na pękanie. Stwierdzono brak istotnego wpływu rodzaju zastosowanego dodatku na uzyskane zależności.

## **USE OF FRACTAL AND STEREOLOGICAL PARAMETERS FOR THE DESCRIPTION OF FRACTURE TOUGHNESS OF CONCRETES MODIFIED WITH SELECTED TYPE II ADDITIVES**

In the paper the results of experiments on concretes with silica fume, fluidal ash and metakaolinite addition were presented. The following were measured: compressive

strength  $f_c$  and the critical stress intensity factor  $K_{Ic}^S$ , fractal dimension  $D_{BC}$  and stereological parameters of coarse aggregates and pores ( $S_{VK}$  and  $S_{VP}$ ). The plan included ten measurement points. The ratios of water/binder, ranging from 0.353 to 0.537, and the amount of the additives (fluidal ash or metakaolinite), ranging from 2.1 to 14.9 % relative to the mass of binder were used as independent variables. In the case of silica fume the range of variation from 1.7 to 10.2 % by mass of binder was adopted. Statistically significant correlations were given. In the case of the additives used there was found a dependence only on the amount of additive and not the type. The solutions proposed can be used in designing concrete with silica fume, fluidal ash or metakaolinite. They enable the prediction of mechanical properties ( $f_c$  and  $K_{Ic}^S$ ) without the need for destructive tests.

---

Marta KOSIOR-KAZBERUK  
Politechnika Białostocka

## **ODPORNOŚĆ BETONU NA ŁUSZCZENIE WYWOŁANE CYKLICZNYM ZAMRAŻANIEM W WARUNKACH OBCIĄŻENIA STATYCZNEGO**

W pracy podjęto próbę oceny wpływu wyęźnienia na podatność betonu na powierzchniowe łuszczenie w warunkach cyklicznego zamrażania w obecności soli odladzającej. Elementy belkowe, wykonane z betonu bez domieszki napowietrzającej i napowietrzonego, badano w warunkach trójpunktowego zginania. Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że jednoczesne oddziaływanie obciążenia i cyklicznego zamrażania i rozmrażania istotnie przyspiesza proces powierzchniowego niszczenia betonu.

### **SALT SCALING RESISTANCE OF CONCRETE SUBJECTED TO STATIC LOAD**

The current investigation was carried out with the primary objective to assess the influence of interaction of static load and freeze-thaw cycles with chloride exposure regime on surface scaling process of concrete. Beam specimens of both non-air-entrained and air-entrained concrete were tested in third point bending test. In the considered range of external load the rate of damage progress increased with the increase in applied stress value for both types of concrete tested.

---

Ewa MICHALAK  
Politechnika Rzeszowska

## **INHIBITORY KOROZJI W NAPRAWACH MOSTÓW ŻELBETOWYCH**

Doświadczenie wskazuje, że dość często naprawa żelbetu kończy się niepowodzeniem. Jedną z głównych przyczyn problemów jest tzw. zjawisko wtórnej korozji stali zbrojeniowej.

W badaniach laboratoryjnych zaprezentowanych w artykule sprawdzono wpływ zastosowania inhibitorów korozji w naprawach żelbetu na rozwój korozji zbrojenia w naprawionym elemencie. Procedurę badań oparto na amerykańskiej normie ASTM G 109-92 [1]. Inhibitory korozji były dodawane do zapraw naprawczych, do materiałów stosowanych do iniekcji rys oraz aplikowano je za pośrednictwem taśm – emiterów przed naprawą rys. Rezultaty badań wskazują na poprawę ochrony antykorozyjnej w przypadku dodatku inhibitorów korozji do zapraw cementowych oraz materiałów iniekcyjnych. Pozytywnie zostało również zweryfikowane zastosowanie taśm emitujących inhibitory.

## **CORROSION INHIBITORS IN REINFORCED CONCRETE BRIDGES REPAIRS**

Experience shows that repair of reinforced concrete quite often results in failure. One of the main causes of the problem is the phenomenon of secondary corrosion. In the laboratory investigation presented in the paper the influence of corrosion inhibitors application in reinforced concrete repairs on anticorrosion protection in the repaired element was checked. The investigation was carried out according to the modified procedure presented in ASTM G 109-92. Corrosion inhibitors were added to repair mortars, materials used for crack injections and were applied through tapes - emitters before crack repair. The results of the investigation led to the conclusion that addition of corrosion inhibitor to cement mortar and injection materials improves steel corrosion protection. Application of tapes emitting corrosion inhibitors was positively verified as well.

---

Tomasz PONIKIEWSKI, Jacek GOŁASZEWSKI  
Katedra Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych, Politechnika Śląska

## **WPLYW DODATKU POPIOŁU LOTNEGO WAPIENNEGO NA SAMOZAGĘSZCZALNOŚĆ MIESZANEK BETONOWYCH**

W referacie zostały przedstawione wyniki badań mieszanek samozagęszczalnych SCC z dodatkiem popiołu lotnego wapiennego (PLW) oraz na bazie cementów modyfikowanych PLW. Rozpatrywano trzy bloki badawcze obejmujące dwie dostawy PLW, ich stopień przeemiału, rodzaj kruszywa oraz rodzaj cementu modyfikowanego PLW. Przedstawiono wyniki badań klasy rozptywu SF, klasy lepkości  $T_{500}$  badanych mieszanek oraz wyniki badań reologicznych. W badaniach rozpatrywano również zmienną ilość PLW, jako zamiennika 10–20–30% masy cementu. Uwzględniono również wpływ czasu na właściwości reologiczne mieszanek SCC i zaprezentowano wyniki badań wykonane w 5-tej oraz 60-tej minucie po przygotowaniu mieszanki. W badaniach zastosowano m.in. dwa reometry do badania właściwości reologicznych mieszanek betonowych – Reometr BT2 oraz Viskomat XL. Badania potwierdziły możliwość stosowania PLW w betonach SCC przy zachowaniu zakładanych parametrów technologicznych mieszanek betonowych a przede wszystkim ich urabialności.

## **INFLUENCE OF HIGH-CALCIUM FLY ASH ADDITION CONCRETE MIXTURE SELF-COMPACTING**

In the paper the results of research into self-compacting mixtures with addition of High-Calcium Fly Ash (HCFA) or based on cements modified by HCFA are shown. Three research sections were analysed taking into consideration two different HCFA deliveries, fineness of their grind, type of aggregate and type of HCFA modified cement. The results of tests of slump flow SF and viscosity class  $T_{500}$  of mixtures in question, as well as the results of rheological tests are presented. In the research the issue of changing the amount of HCFA in cement (substituting 10-20-30% of cement mass) was investigated. Moreover, the influence of time on rheological properties of SCC was taken into account, and the results of tests conducted in the 5th and 60th minute after mixture preparation are presented. The research is part of a wider research programme "Innovative cementitious materials and concretes made with high-calcium fly ash", co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund.

---

Izabela SKRZYPCZAK  
Politechnika Rzeszowska

## **MODELOWANIE ROZMYTE ORAZ TEORIA EWIDENCJI W OKREŚLENIU RYZYKA PRODUCENTA I ODBIORCY BETONU TOWAROWEGO**

W pracy przedstawiono problematykę łączenia danych przy odbiorze betonu o zaniżonej jakości. Obecnie w kontroli jakości betonu stosuje się statystyczne metody kontroli odbiorczej, które uwzględniają zrównoważenie ryzyka producenta i odbiorcy. Połączenie informacji, uwzględnienie interesów obu stron może być pomocne przy podejmowaniu decyzji w przypadku odbioru betonu o zaniżonej jakości. Aplikacja teorii Dempstera-Shafera oraz zbiorów rozmyte w odbiorze betonu umożliwiają określenie ryzyka producenta i odbiorcy oraz podjęcie właściwej decyzji przy odbiorze betonu o zaniżonej jakości poprzez zdefiniowanie funkcji przekonania zbudowanej na znajomości ramy rozróżniającej oraz zdefiniowanych funkcji przynależności.

## **FUZZY MODELLING AND DEMPSTER-SHAFER THEORY FOR RISK ASSESSMENT OF CLIENT AND PRODUCER OF READY MIXED CONCRETE**

Various criteria are used in the conformity control of concrete. A concept of producers and clients risk based on the Dempster-Shafer theory is presented.

Application of the Dempster-Shafer theory and fuzzy logic in the acceptance of concrete enables the risk of producer and client to be described. It also helps to determine the value of the risk, at the acceptance of lower quality concrete, with the use of belief functions on the basis of frame of discernment and fuzzy sets.

---

Tomasz TRACZ, Jacek ŚLIWIŃSKI  
Politechnika Krakowska

## **WPLYW STANU WILGOTNOŚCIOWEGO BETONU NA JEGO PRZEPUSZCZALNOŚĆ**

Prezentowane badania stanowią próbę ilościowej oceny wpływu dwóch typowych stanów wilgotnościowych betonu, suchego i tzw. powietrzno-suchego, na przepuszczalność ocenianą metodą RILEM-Cembureau przy przepływie azotu. Badaniami objęto betony wykonane z trzech cementów szeroko stosowanych w praktyce budowlanej: CEM I 42,5R; CEM II/A-V 42,5R i CEM III/A 42,5N. Wskaźnik w/c betonów wykonanych z danego cementu był zróżnicowany w granicach od 0,30 do 0,60. Uzyskane wyniki wskazują, iż przepuszczalność betonu w stanie powietrzno-suchym może, w zależności od rodzaju cementu i wskaźnika w/c, zostać zredukowana nawet do 2,5% jego przepuszczalności w stanie suchym. Jednym z głównych wniosków jest konstatacja, że najbardziej miarodajną wydaje się przepuszczalność betonu określana w stanie suchym, przy czym wyniki jej oceny mają głównie wartość porównawczą.

### **EFFECT OF MOISTURE STATE ON CONCRETE PERMEABILITY**

The study presented is an attempt at a quantitative assessment of the impact of two typical concrete moisture states – dry and so-called air-dry states – on gas permeability measured using the RILEM-Cembureau method (for nitrogen flow). The study covered concretes made from three cements that are widely used in construction practice: CEM I 42.5R; CEM II/A-V 42.5R and CEM III/A 42.5N. The w/c ratios of concretes made from each cement ranged from 0.30 to 0.60. The results obtained demonstrate that concrete permeability in air-dry state can be reduced even to 2.5% of its permeability in dry state depending on the type of cement and w/c ratio of concrete. One of the most important conclusions is that permeability determined in dry state is the most reliable and that the results of its measurement serve mostly for comparative purposes.

---

Paweł KOGUT, Andrzej TOMANA  
Datacomp sp. z o.o. Kraków

## **BIM JAKO PLATFORMA INTEGRACJI BRANŻ**

W pracy omówiono zagadnienia związane z integracją systemów wspomagających wszystkie etapy w cyklu życia budowli na platformie BIM - od projektu, poprzez realizację, remonty i eksploatację do jej likwidacji. W szczególności omówiono problemy towarzyszące tworzeniu wymianie wirtualnych modeli budowli, zagadnienia klasyfikacji elementów budowlanych i zintegrowanej realizacji przedsięwzięć budowlanych. Tytułowe zadanie zilustrowano przykładem pierwszego polskiego systemu integrującego projektowanie i kosztorysowanie.



## **BIM AS A PLATFORM INTEGRATING INDUSTRY**

BIM technology (Building Information Modeling) is another evolution of CAD systems. The idea of this technology is to use a virtual building model which stores all information about buildings – geometrical, topological, material and physical, in certain circumstances, also technological and economic. This opens up the possibility of effective cooperation between industries and IT system supporting all life cycles of buildings.

Functionality and effectiveness tests conducted in several companies show a significant reduction of workload and errors during the discussed cost estimation process. Estimators appreciate the comfort level working in this technology.

---

Janusz SZELKA

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu

Zbigniew WRONA

Wyższa Szkoła Zarządzania „Edukacja” we Wrocławiu

## **WYKORZYSTANIE INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII BAZ DANYCH DO WSPOMAGANIA PRZEDSIĘWZIĘĆ INŻYNIERYJNYCH**

Przedsięwzięcia inżynierskie o charakterze informacyjno-decyzyjnym, ze względu na swoją złożoność i niejednorodność, są zazwyczaj związane z koniecznością dostępu do rozbudowanych zasobów danych (czasem wiedzy) oraz odpowiednich narzędzi informatycznych, zapewniających sprawne zarządzanie tymi zasobami. Jedynymi, stosowanymi w praktyce inżynierskiej rozwiązaniami informatycznego wspomaganie takich procesów są systemy relacyjnych baz danych lub systemy z bazami wiedzy.

Jednakże, w przypadku wielu przedsięwzięć inżynierskich, związanych np. z monitorowaniem, czy diagnostyką stanu obiektów drogowych, możliwości wykorzystania tych technologii należy uznać za bardzo ograniczone. Wynika to ze „stacynowego” charakteru zasobów przechowywanych w strukturach tradycyjnych baz danych. Można jednak podjąć próbę wykorzystania w tego typu przedsięwzięciach innowacyjnych, specjalistycznych technologii informacyjnych, do których zaliczane są m.in.: aktywne, temporalne oraz strumieniowe bazy danych. Zasadna wydaje się próba analizy użyteczności tych nowoczesnych, a nie stosowanych dotychczas w przedsięwzięciach inżynierskich rozwiązań, zwłaszcza w przypadkach wymagających informacyjnego odzwierciedlenia dynamiki zjawisk lub stanów, która musi być uwzględniana w procesach analityczno-decyzyjnych.

## **USE OF INNOVATIVE DATABASE TECHNOLOGIES TO SUPPORT ENGINEERING PROJECTS**

Complex engineering projects involving information-collection and decision-making processes require access to extended databases and IT tools. The only IT systems used to support such processes are relational and knowledge databases.

However, in the event of numerous engineering projects related to monitoring road facilities, the capabilities of those systems are limited. This results from the “static” character of data

stored in traditional databases. It could be possible to employ innovative IT technologies including active, temporal and streaming databases. The effectiveness of these solutions, which are modern but not widely used in engineering projects should be evaluated, particularly in cases involving state and phenomenon dynamics, which must be taken into consideration in analytical and decision-making processes.

---

Dominik BEKIERSKI  
Instytut Techniki Budowlanej

## **ŚLAD WĘGLOWY W CYKLU ŻYCIA WYROBU BUDOWLANEGO**

Analiza śladu węglowego wyrobów budowlanych ma coraz większe znaczenie dla producentów wyrobów, ale przede wszystkim dla środowiska. Europejski system handlu emisjami narzuca system przymusowych opłat za emisję dwutlenku węgla. Praca ta prezentuje politykę UE oraz Polski w zakresie obniżenia emisji CO<sub>2</sub> oraz innych gazów cieplarnianych oraz przedstawia na przykładzie analizy śladu węglowego betonu metodykę oraz zakres procedury ITB dotyczącej potwierdzenia jednoparametrowego stwierdzenia środowiskowego na podstawie normy PN-EN ISO 14021.

### **CARBON FOOTPRINT IN CONSTRUCTION PRODUCT LIFE CYCLE**

The significance of carbon footprint analysis for construction products is increasing for industry, but mainly for the environment. The European Emission Trade System forces the Member States to implement payment for carbon dioxide emissions. The paper presents EU and Poland's policy in terms of carbon footprint and other related greenhouse gases emission decrease, and presents ITBs methodology, using an actual example, which analyses producer's single parameter self-claim based on standard PN-EN ISO 14021:2002/A1:2012.

---

Lech CZARNECKI, Marek KAPROŃ  
Instytut Techniki Budowlanej

## **OCENA ŚRODOWISKOWA BUDYNKÓW A ZRÓWNOWAŻONE BUDOWNICTWO**

Postulat zrównoważonego rozwoju stał się nie tylko wiodącą ideą cywilizacyjną, ale wręcz koniecznością. Jest on w szczególności zaadresowany do budownictwa, które zużywa rocznie około 40% przetwarzanej materii (masa + energia). W roku 2011 postulat ten został sformalizowany w postaci europejskiego wymagania podstawowego. Obiekt budowlany powinien być zaprojektowany, wzniesiony, użytkowany i rozebrany zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Jednym z ważniejszych elementów stała się kwestia oceny oddziaływania „budynek

– środowisko”. Norma Europejska EN-PN 15804 w tym obszarze wymienia 29 kryteriów. W artykule scharakteryzowano wybrane elementy oceny środowiskowej i sposoby jej przeprowadzania. Zwrócono uwagę, że ocena środowiskowa budynku stanowi lokalne rozwiązanie globalnego zagadnienia.

## **SUSTAINABLE BUILDING INDUSTRY AND ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL BUILDING PERFORMANCE**

Sustainable development is one of the leading civilization ideas. The term defines development that satisfies the present needs without limitation of the possibility of satisfying the needs in the future. Sustainable development in construction is particularly important, as this branch of industry consumes enormous amounts of mass and energy. In practical it means the demand to keep economy progress but with a reduction of matter (energy + mass) consumption and provide environmentally friendly building, which reduces or even eliminates harm to our natural environment. It sounds like utopia but is very beautiful idea and to some extent a necessity. In thermodynamic terms it means: low-energy and low-entropy buildings. The new European Regulation No 305/2011 of the European Parliament and Council (9 March 2011) laying down harmonised conditions for marketing of construction products, and repealing Council Directive 89/106/EEC; establishes those elements as the principal construction elements. The assessment of environmental building performance is one of the basic questions. The state of the art in this area has been presented in the paper.

---

Jadwiga FANGRAT, Halina PREJZNER, Jadwiga TWOREK, Sebastian WALL  
Instytut Techniki Budowlanej

## **EWOLUCJA WYMAGAŃ PODSTAWOWYCH W ŚWIETLE ZAGADNIENI ŚRODOWISKOWYCH**

W referacie przedstawiono analizę zmian zakresu wymagań podstawowych stawianych obiektom budowlanym w rozporządzeniu UE nr 305/2011 zastępującym dyrektywę 89/106/EWG. Zmiany wymagań podstawowych wynikają między innymi z aspektów zrównoważonego rozwoju w budownictwie wprowadzających nowe priorytety związane z poszanowaniem środowiska naturalnego, ochroną zdrowia ludzi i efektywnością ekonomiczną.

## **EVOLUTION OF BASIC WORKS REQUIREMENTS IN CONTEXT OF ENVIRONMENTAL ISSUES**

The paper presents the analysis of the changes to the basic requirements for construction works (BWRs) defined by Regulation No 305/2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC (CPR). Those changes result from the implementation of the sustainability principles, with special regard given to the environmental protection, social issues and economical aspects. New wording of the requirements No 3, 4, 6 and the introduction of the new requirement No 7 together with the following need for subsequent novel approach to fulfilment of unchanged

BWRs became a basis for the scientific and standardisation efforts on the national and European level.

---

Robert GERYŁO, Stanisław MAŃKOWSKI, Michał PIASECKI  
Instytut Techniki Budowlanej

## **EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWYCH - STRATEGICZNY PROJEKT BADAWCZY**

W referacie opisano zakres prac realizowanego w Instytucie Techniki Budowlanej i na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej, drugiego zadania Strategicznego Projektu Badawczego, dotyczącego systemu zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków. Jednym z uzyskanych w pierwszym etapie wyników było porównanie najczęściej obecnie stosowanych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych z najlepszymi dostępnymi, w zakresie ich efektywności energetycznej z uwzględnieniem efektu ekonomiczno-środowiskowego ich zastosowania w budynkach.

## **ENERGY EFFICIENCY OF STRUCTURAL-MATERIAL SOLUTIONS – A STRATEGIC RESEARCH PROJECT**

The paper describes the scope of the second task of the Strategic Research Project on the system for reduction of operational energy consumption of buildings, which is implemented in the years 2010-2013 at the Institute for Building Technology and Department of Civil and Environmental Engineering, Poznań University of Technology. One of the obtained results in the first stage was a comparison of currently most used structural-material solutions with the best available ones due to their energy efficiency, taking into account the economic-environmental effect.

---

Marcin GÓRKO, Dariusz HEIM  
Politechnika Łódzka

## **METODA MONITOROWANIA NOCNEJ EMISJI ŚWIATŁA Z WYKORZYSTANIEM OBRAZÓW HDR**

W pracy przedstawiono sposób pomiaru nocnej emisji światła sztucznego metodami fotometrycznymi. Omówiono metodę cyfrowej fotografii i sposobu przetwarzania pojedynczych obrazów cyfrowych w obraz HDR (*ang. High Dynamic Range*). Metodę zilustrowano przykładowymi pomiarami wykonanymi jesienią 2011 roku. Przedstawiono zdjęcia półsfery niebieskiej nad obszarem miejskim o silnej emisji światła lamp sodowych oraz wiejskim, na któ-

rym nie występuje oświetlenie zewnętrzne. Zdjęcia wykonywano w tej samej chwili czasowej. Korzystając z narzędzi graficznej obróbki danych dla wybranej chwili czasowej określono rozkład luminancji dla obu nieboskłonów. Na podstawie uzyskanym wyników należy stwierdzić, że proponowana metoda, po odpowiedniej kalibracji urządzeń, może być z powodzeniem wykorzystywana do monitoringu nocnej emisji światła.

## **MONITORING METHODOLOGY OF NIGHT LIGHT POLLUTION USING HDR TECHNIQUE**

The modern way of life in developing countries leads to environmental degradation in urban and suburban zones. One specific parameter of this degradation is light pollution due to intense artificial night lighting. The source of this pollution can be street light or building illumination. The paper describes a methodology for estimation of light pollution using photometric techniques. The proposed approach attempts to address the issue of environmental assessment in view of sustainable buildings design. Additionally, the presented methodology allows dynamic evaluation of the phenomenon in various periods of time. The outputs for this analysis are a series of sky luminance distribution in urban and rural zones and results of zenith brightness.

---

Bogdan KOZŁOWSKI, Stanisław MAŃKOWSKI, Joanna PŁACHTA  
Instytut Techniki Budowlanej

## **MODERNIZACJA ENERGETYCZNA BUDYNKÓW ZASILANYCH Z MIEJSKICH SYSTEMÓW CIEPŁOWNICZYCH**

Referat dotyczy istniejącej zabudowy miejskiej zasilanej z systemów ciepłowniczych, stanowiącej w Polsce ok. 70 % odbiorców ciepła systemowego. Istniejące przepisy prawne oraz struktury własnościowe generujące tzw. „interesy własne” w praktyce uniemożliwiają współzasilanie tych obiektów z OZE, szczególnie z odnawialnymi źródłami energii cieplnych i fotowoltaicznych kolektorów słonecznych, a w efekcie ograniczanie tą drogą emisji zanieczyszczeń powietrza zgodnie z wymaganiami szeregu dyrektyw europejskich. Stan ten jest sprzeczny z założeniami dla europejskiej i krajowej polityki energetycznej i wymaga przeprowadzenia szeregu zmian legislacyjnych oraz wprowadzenia ewentualnych zachęt finansowych.

## **ENERGY MODERNISATION OF BUILDINGS SUPPLIED WITH HEAT FROM DISTRICT HEATING**

Following numerous European Union's directives, national regulations concerning energy safety and environmental protection [2,3,4,5] or depletion of fossil fuels, and because of extended urban district heating in Poland it is necessary to: amend many regulations and develop modernisation guidelines for buildings. These conclusions are consistent with the Euro-

pean Commission decisions contained in the new climate package and the European directives that oblige Poland to use 15% primary energy from renewable sources by 2020.

---

Marian KWIETNIEWSKI  
Politechnika Warszawska

## **EKSPLOATACYJNA OCENA AWARYJNOŚCI PRZEWODÓW ZASILAJĄCYCH BUDYNKI W WODĘ**

Obecnie sieci wodociągowe buduje się głównie z tworzyw sztucznych (PE, PVC), a przyłącza z PE. Jednakże w strukturze wodociągów nadal dominują tradycyjne materiały, w sieciach zewnętrznych stal i żeliwo szare, zaś w przyłączach stal. Dane do oceny awaryjności sieci wodociagowych i przyłączy uzyskano na podstawie badań eksploatacyjnych niezawodności. Zastosowano jednoparametryczną metodę oceny niezawodności/zawodności przewodów wodociagowych z wykorzystaniem jednostkowej intensywności uszkodzeń. Z przeprowadzonych badań wynika, że awaryjność przyłączy jest średnio ok. 2,5 razy wyższa niż sieci wodociagowych.

### **OPERATIONAL RELIABILITY ASSESSMENT OF PIPES SUPPLYING BUILDINGS WITH WATER**

It was found that the majority of Polish water infrastructure is at present constructed from artificial materials (PE, PVC). Service connections are constructed from PE. But most part of networks are made from old materials (steel, cast iron) and service connections from steel. Basic data for unreliability assessment of water networks and service connections comes from reliability field tests. One-parameter method of reliability assessment has been applied. Unit intensity failures [failures/km year] was used for pipeline reliability/unreliability assessment. According to the present reliability test results unreliability of service connections is ca. 2,5 times higher than unreliability of the water networks.

---

Aleksander PANEK  
Politechnika Warszawska

## **WIARYGODNOŚĆ OCEN BUDYNKÓW**

Praca przedstawia rozważania na temat współczesnych metod oceny zgodności budynku z wymaganiami zrównoważonego rozwoju. Prezentuje wytyczne strukturyzacji takich metod, a także rozważania na temat wad i zalet adaptacji istniejących systemów oceny do warunków polskich.

## **CREDIBILITY OF BUILDINGS ASSESSMENT**

The article describes development of sustainability assessment systems and normalisation initiatives undertaken by ISO and CEN. Guidelines for structuring assessment systems, and considerations on strengths and weaknesses of adaptation of the existing systems to Polish conditions are presented.

---

Michał PIASECKI  
Instytut Techniki Budowlanej

## **PROCES HARMONIZACJI METOD OCENY BUDYNKU ZRÓWNOWAŻONEGO**

Liczne działania przedstawione w artykule, podejmowane w ostatnim czasie zarówno w Unii Europejskiej, jak i w kraju, wskazują na coraz większe zrozumienie potrzeby uwzględniania oddziaływania budynków na środowisko w wymiarze praktycznym, a także konieczność ich szerszej komunikacji oraz merytorycznej dyskusji. Proces harmonizacji wymagań w zakresie spełnienia wymagań dla zrównoważonego budownictwa będzie ważnym elementem kształtującym rynek budowlany w najbliższych latach.

## **SUSTAINABLE BUILDING - HARMONIZATION PROCESS**

The article presents how ITB supports the formal process of standards development and implementation of sustainable building assessment methods on the construction market and support construction industry in developing a strategy and unified view on sustainable construction. Selected experiences and remarks collected during active representation of Poland in CEN TC 350 and other European initiatives (like ECO Platform and SB Alliance) were presented in the article.

---

Krystyna WRÓBEL, Wiesław KUBISZYN  
Politechnika Rzeszowska

## **PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI NA TRWAŁOŚĆ NA PRZYKŁADZIE KOMINA STALOWEGO**

W artykule przedstawiono podstawowe zasady budownictwa zrównoważonego, które należy uwzględniać we wszystkich etapach procesu inwestycyjnego. Omówiono warunki konieczne do spełnienia w procesie projektowania konstrukcji na okres użytkowania (service life design). Stworzono model matematyczny przydatności eksploatacyjnej obiektu i jego zużycia w czasie. Zasady te zilustrowano przykładem komina stalowego o wysokości 60m, objętego

wieloletnią obserwacją, badaniami i zabiegami technicznymi pozwalającymi wydłużyć okres jego przydatności użytkowej i dostosować do zmieniających się warunków eksploatacji. Wszystkie te działania były możliwe do zaplanowania i wykonania dzięki dbałości właściciela obiektu o stan komina.

### **SERVICE LIFE DESIGN OF A STRUCTURE EXAMPLIFIED WITH A STEEL CHIMNEY**

The article presents basic building sustainability rules which should be taken into account at all the stages of the investment process. The necessary conditions of design process for structures service life design have also been discussed. A mathematical model of an object's service life and its usability has been created. The sustainability rules have been illustrated using a 60m high steel chimney. The chimney had been monitored for many years and subjected to tests and maintenance procedures to prolong its lifetime and adjust it to changing service conditions. The chimney was covered for increasing the time of its usability and adjustment to changing conditions of exploitation. All these activities were planned and conducted thanks to the owner's care of the chimney's state of repair.

---

Krzysztof ŻMIJEWSKI  
Zakład Budownictwa Ogólnego  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechnika Warszawska

### **BUDOWNICTWO I ENERGETYKA U PROGU NOWEJ ERY – KONWERCENCJE, EROZJA SKALI, ENERGETYKA PROSUMENCKA – NOWE ZJAWISKA TWORZĄ NOWE RELACJE**

Zamierzeniem niniejszego opracowania jest zwrócenie uwagi na charakterystyczne cechy i poszczególne składowe generalnego trendu zmian w budownictwie, przede wszystkim zaś w budownictwie mieszkaniowym. Wątkiem głównym jest teza o ewolucji budynku z pierwotnej postaci jaskini, lub jej sztucznej kopii, do postaci maszyny mieszkalnej i to coraz częściej maszyny inteligentnej – bo taką właśnie staje się tzw. *smart building*.

Idea inteligentnego budynku, podobnie jak idea inteligentnych sieci lub inteligentnych liczników bardzo często nie znajduje szerokiego zrozumienia. Rozwiązania te tak długo będą traktowane jak drogi snobistyczny gadżet jak długo nie wpiszą ich proces integracji podstawowych funkcji cywilizacyjnych – zapewnienia schronienia, mobilności, informacji i energii niezbędnej do tych poprzednich.



**CONSTRUCTION AND POWER SECTORS AT THE VERGE OF A NEW ERA –  
CONVERGENCE, SCALE EROSION, PROSUMER POWER –  
NEW PHENOMENA CREATE NEW RELATIONS**

The intention of the paper is to attract attention to character features and selected details of a general trend of changes in construction industry, primarily in the housing sub-sector. The main thread is the assumption regarding the evolution of the building from its ancient genuine form, i.e. the cave, or its manmade version through to the state of a housing machine, and more often now, an intelligent machine – for such becomes now the so-called smart building. The idea of an intelligent building, in the same way as the idea of intelligent grids or intelligent meters, very often does not meet with broad understanding. These solutions will be considered an expensive gadget for as long as we do not include them into the process of basic civilization functions – assurance of shelter, mobility, information and energy necessary for the latter.

---