

## STRESZCZENIA

Jolanta ADAMCZYK<sup>1</sup>

Radosław KURZYP<sup>2</sup>

# WYKORZYSTANIE ODŁOGÓW W KRAJOBRAZIE ROLNICZYM W PLANOWANIU ARCHITEKTURY EKOLOGICZNEJ

Architektura ekologiczna powstała w wyniku zjawiska silnego niszczenia środowiska przyrodniczego. Taka architektura pod koniec 20. wieku, przede wszystkim kładła nacisk na ideę połączenia przestrzeni przekształconej przez człowieka z naturalną przestrzenią przyrodniczą. W Polsce, w wyniku przemian politycznych i gospodarczych, jakie nastąpiły w końcu lat 80. i 90. XX wieku, pojawiło się w krajobrazie rolniczym dużo powierzchni odłogów, które ulegają spontanicznej sukcesji wtórnej, prowadzącej do powstawania licznych zbiorowisk roślinnych. Rola ekologiczna odłogów nie jest jeszcze w pełni poznana. Celem niniejszej pracy było określenie znaczenia ekologicznego odłogów oraz ocena możliwości wykorzystywania ich w planowaniu architektury ekologicznej. Obserwacje odłogów były prowadzone w latach 2012-2013 w strefach otaczających wszystkie parki krajobrazowe w województwie łódzkim. Do analizy danych zastosowano hierarchiczną analizę skupień metodą War. Dla oceny preferencji gatunków roślin do wyodrębnionych klasterów (prezentujących określone warunki środowiska) zastosowano zaproponowany przez Dufrene i Legendre indeks IndVal. Badania roślinności odłogów wyodrębniły 3 główne grupy strukturalne zbiorowisk roślinnych. We florze odłogów nie zanotowano chronionych, zagrożonych lub rzadkich gatunków roślin. Obserwowane odłogi nie stanowią zatem ostoi dla takich gatunków. Mimo to, niektóre wyodrębnione grupy odłogów mogą pełnić ważną rolę w ochronie różnorodności biologicznej i przemieszczaniu się organizmów. Powinny one pozostać bez ingerencji człowieka. Pozostałe, a zwłaszcza te porośnięte roślinnością z obcego pochodzenia, inwazyjnymi gatunkami roślin mogą być wykorzystywane w budownictwie ekologicznym, bez znaczących strat dla przyrody.

**Słowa kluczowe:** grunty porolne, sukcesja wtórna, krajobraz kulturowy, parki krajobrazowe, budownictwo ekologiczne

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Jolanta Adamczyk, Społeczna Akademia Nauk w Łodzi, ul. Sienkiewicza 9, 90-113 Łódź, tel. kom. 883 190 845, e-mail: adamta4@gmail.com

<sup>2</sup> Radosław Kurzyp, ul. Bajana 8a, 94-239 Łódź, e-mail: rk@plusart.pl, radek@kurzyp.com

## OF FALLOWS IN AGRICULTURAL LANDSCAPE IN PLANNING OF ECOLOGICAL ARCHITECTURE

### Summary

Ecological architecture has emerged as a result of phenomena associated with deteriorating health of our environment. This architecture at the end of 20<sup>th</sup> century are set in the context of idea of integration of a man-made space with natural space. In Poland, the period of political transformation from eighties and nineties of last century contributed to the creation of large areas of fallows in agricultural landscape. The processes of secondary succession makes these areas the site of spontaneous development of many plant communities. Ecological role of the fallows is not learned completely. The aim of this study was to recognize the plant communities formed on fallows, characterizing their ecological role and possibility using in planning of ecological architecture. Observations were carried out in 2012 and 2013 in the buffer zones of all the landscape parks in Łódzkie province. In this study, a using hierarchical cluster Ward method was applied for ordering data. To show which cluster (and their environmental conditions) was most preferred by the species, the indicator value (IndVal) by Dufrene and Legendre was used. The research of vegetation revealed fallows representing 3 structural groups of plant communities. The observed fallows play not a role of refuges for rare and protected plant species. In spite of it, some type of researched fallows are important for protection of biodiversity and its should be protected. Other fallows, especially these with invasive plant species can be utilize in planning of ecological architecture.

**Keywords:** fallows, secondary succession, agricultural landscape, landscape parks, ecological architecture

W artykule wykorzystano materiały uzyskane w trakcie realizacji projektu badawczego 1760/B/PO1/2011/40 realizowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki w Krakowie.

DOI:10.7862/rb.2014.69

Przesłano do redakcji: 02.06.2014 r.

Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.

Jerzy BAKALARCZYK<sup>1</sup>

## PRZEKSZTAŁTNIKI ENERGEOELEKTRONICZNE W INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH

W artykule opisano główne energoelektroniczne części składowe instalacji fotowoltaicznej przeznaczonej do wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej. Dokonano przeglądu przekształtników energoelektronicznych stosowanych w nowoczesnych instalacjach fotowoltaicznych. Przedstawiono podział na przekształtniki prądu stałego na prąd stały oraz - prądu stałego na prąd przemienny. Podano podstawowe układy pracy tych przekształtników w instalacjach fotowoltaicznych oraz ich topologie. Dokonano podziału instalacji ze względu na współpracę z siecią elektroenergetyczną na instalacje fotowoltaiczne z transformatorem i bez transformatora sieciowego. Poruszono zagadnienie śledzenia punktu mocy maksymalnej MPPT w układach przekształtników prądu stałego na prąd stały. Zwrócono uwagę na problem narzuconego reżimu związanego z zachowaniem parametrów sinusoidalnej fali napięcia wyjściowego falowników w instalacjach fotowoltaicznych. Dokonano zestawienia światowych producentów urządzeń fotowoltaicznych oraz poruszono problem trwałości tych urządzeń i innych wymagań stawianych tym urządzeniom. Zaprezentowano układ falownika oraz sieciowego filtra wygładzającego zaprojektowanego oraz przebadanego przez autora. Przedstawiono zarówno wyniki badań symulacyjnych jak i laboratoryjnych. Wyniki badań potwierdziły przydatność tej konstrukcji w układzie generowania napięcia sinusoidalnego do systemu sieci elektrycznej. W podsumowaniu stwierdzono przydatność zaprojektowanej konstrukcji ze względu na niski poziom zawartości wyższych harmonicznych w przebiegu napięcia wyjściowego oraz potrzebę rozbudowy zaprojektowanego układu falownika o człon przekształtnika prądu stałego na prąd stały wraz z układem sterowania zarówno do ładowania baterii akumulatorów i dopasowania mocy paneli ogniw fotowoltaicznych do układu wejściowego falownika. Na koniec stwierdzono, że dynamiczny rozwój techniki fotowoltaicznej – ze względu na stawiane im wymagania - pociągnie za sobą opracowania urządzeń energoelektronicznych o coraz wyższym stopniu niezawodności i trwałości.

**Słowa kluczowe:** mikroinstalacje, falowniki, sieć elektroenergetyczną, panele fotowoltaiczne, bateria akumulatorów, punktu mocy maksymalnej MPPT, kontrolery MPPT, przekształtniki prądu stałego na prąd stały.

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Jerzy Bakalarczyk, Wyższa Szkoła Techniczna we Włocławku, Łęska 20, 87-800 Włocławek, +48 503363281, jbakal1@wp.pl.

## POWER ELECTRONICS CONVERTERS IN PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS

### Summary

This article describes the main power electronics components of the photovoltaic installation intended for generation and distribution of electrical energy. The review of power electronics converters used in modern solar photovoltaic installations one has done. The split of the power electronics units has been done on the DC/DC and DC/AC converters. One has given basic work systems of these converters in photovoltaic installations and theirs topologies. Taking into account a kind of the work with main grid, an installation classification of photovoltaic installation on with and without power transformers one has done. The problem of Maximum Power Point Tracking MPPT in DC/DC converters has been risen. It is noted on the problem of enforcing the regime associated with the parameters of the sine output voltage wave of the inverters in photovoltaic systems. An overview of world manufacturers of photovoltaic units was done and one has broached the problem of the durability and other requirements for these equipment. In this paper it is shown the inverter and mains filter smoothing system designed and tested by the author. In this paper are presented both simulation and laboratory test results of this equipment. The test results confirmed the usefulness of this construction to generation of sinusoidal voltage into electrical grid system. In summary it was found the usefulness of the designed structure considering the low level of higher harmonics in the output voltage waveform and the need for expansion of the inverter system of DC/DC MPPT converter with the control system both to recharge the batteries and to power matching of photovoltaic panels to the inverter input. At the end of this paper, it was alleged that the dynamic development of photovoltaic technology – because of the requirements for them - will entail the development of power electronics units to get their higher and higher degree of reliability and durability.

**Keywords:** micro PV installations, inverters, electric grid, Solar panels, rechargeable batteries, maximum power point MPP, MPPT controllers, DC/DC converters.

DOI:10.7862/rb.2014.70

*Przesłano do redakcji: 06.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.*

## HYBRYDOWE SYSTEMY OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Oświetlenie drogowe jest jednym z ważniejszych czynników bezpieczeństwa ruchu i bezpieczeństwa publicznego. Obecnie zdecydowaną większość oświetlenia drogowego stanowią oprawy z wyładowczymi źródłami światła. Gwałtowny rozwój energooszczędnej technologii LED, jak również dyrektywy unijne o wymianie mało wydajnych źródeł na źródła energooszczędne, spowodowały, że coraz częściej oprawy w technologii LED stosowane są również do oświetlenia drogowego. Oprawy LED posiadają wiele zalet m.in. wysoka skuteczność świetlna, długa żywotność często przekraczająca 50 000 godzin, odporność na wstrząsy mechaniczne czy duża energooszczędność, pozwalająca na uzyskanie do 80% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, w porównaniu do tradycyjnych źródeł światła wytwarzających przybliżoną wartość strumienia świetlnego. Dodatkowo diody LED są źródłami niskonapięciowymi, dzięki czemu do ich zasilania mogą być użyte źródła, które pozyskują energię z odnawialnych źródeł. Połączenie energii uzyskanej z turbiny wiatrowej i panelu fotowoltaicznego do zasilania opraw drogowych nosi nazwę hybrydowego systemu oświetlenia. Systemy takie, zasilane z energii wiatru i energii słonecznej, mogą być autonomicznymi systemami oświetlenia drogowego. Rozwiązania takie są szczególnie przydatne w miejscach, gdzie nie ma infrastruktury elektroenergetycznej i nie ma możliwości zasilania z sieci elektrycznej. W artykule przedstawiono budowę oraz zasadę działania hybrydowego systemu oświetlenia drogowego. Szczegółowo omówiono wraz z przykładowymi parametrami, elementy wchodzące w skład takiego systemu. Przedstawiono możliwość wykorzystania wymienionych systemów w warunkach klimatycznych Polski, jak również opisano aspekt optymalnego doboru poszczególnych elementów, gwarantujących prawidłowe działanie systemu hybrydowego. Szacuje się, że w ciągu następnych kilkunastu lat, wraz z sukcesywnym rozwojem technologii LED oraz systemów odnawialnych źródeł energii, systemy hybrydowe staną się w jeszcze większym stopniu konkurencyjnym i alternatywnym rozwiązaniem dla tradycyjnych opraw drogowych.

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Krzysztof Baran, mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. Wincentego Pola 2 35-959 Rzeszów, kbaran@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Marcin Leśko, mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. Wincentego Pola 2 35-959 Rzeszów, mlesko@prz.edu.pl

<sup>3</sup> Henryk Wachta, dr, Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. Wincentego Pola 2 35-959 Rzeszów, hwachta@prz.edu.pl

## HYBRID SYSTEMS FOR ROAD LIGHTING

### Summary

Road lighting is one of the most important factors of traffic safety and public safety. Currently, the vast majority of road lighting are the framings with discharge light sources. The rapid development of energy-efficient LED technology, as well as EU directives on the replacement of inefficient sources with energy-efficient sources that more and more often the framings in LED technology are also used for the road lighting. LED framings have many advantages, among others, the high luminous efficiency, long life often exceeding 50 000 hours, resistance to mechanical vibration or high energy efficiency, which allows to obtain up to 80% of savings in electricity consumption, compared to traditional light sources producing the approximate value of the luminous flux. In addition, LEDs are low-voltage sources, so to power them we can use sources, which obtain energy from renewable sources. The combination of energy obtained from a wind turbine and photovoltaic panel to power road framings is called the hybrid lighting system. Such system, powered by wind energy and solar energy, can be the autonomous systems of road lighting. Such solutions are especially useful in places, where there is no electricity infrastructure and there is no possibility of powering from the mains. The article presents the construction and principle of operation of the hybrid system of road lighting. There are in detail discussed the elements comprising such system, with the examples of parameters. There is presented the possibility of using the mentioned systems in climatic conditions of Poland, as well as there is described the aspect of the optimal selection of particular elements, guaranteeing the proper operation of the hybrid system. It is estimated that over several next years, with the gradual development of LED technology and systems of renewable energy sources, hybrid systems will become an even more competitive and alternative solution for traditional road framings.

**Keywords:** luminaire road, renewable sources of energy, PV panel, wind turbine, LED lighting source

DOI:10.7862/rb.2014.71

*Przesłano do redakcji: 19.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 02.06.2014 r.*

## OCENA ENERGETYCZNA DOŚWIADCZALNEGO BUDYNKU PASYWNEGO

W artykule zaprezentowano doświadczalny budynek pasywny Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej – DoPas. Dom o szkieletcie drewnianym wybudowany w 1991 roku, został przebudowany w 2007 roku do standardu pasywnego z zastosowaniem materiałów i elementów dopuszczonych do stosowania w budownictwie energooszczędnym i pasywnym. W pracy przeanalizowano występujące w budynku mostki cieplne oraz wyznaczono ich wartości. Do oceny energetycznej wykorzystano metodę pakietu do projektowania budynków efektywnych energetycznie oraz analizę porównawczą rzeczywistego oraz teoretycznego zużycia ciepła dla dwóch wybranych miesięcy okresu grzewczego. Przedstawiono szczegółowe godzinowe bilanse energii dostarczonej przez urządzenie grzewczo – chłodzące w obręb osłony termicznej parterowej części budynku doświadczalnego, które porównano z wynikami teoretycznymi energii końcowej wyznaczonymi zgodnie z algorytmem charakterystyki energetycznej budynku. Przeprowadzone analizy teoretyczne potwierdziły spełnienie przez budynek doświadczalny wymagań budowlanych i instalacyjnych stawianych przez Passivhaus Institut w Darmstadt. W budynku uzyskano bardzo niski wskaźnik zużycia energii pierwotnej  $70 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$  – aż o 40% poniżej maksymalnej wymaganej wartości. Na podstawie analiz realizowanych w budynku doświadczalnym zauważono rozbieżność między ilością energii dostarczonej (z pomiarów) i wymaganej (obliczenia teoretyczne), przy zachowaniu temperatur wewnętrznych na poziomie komfortu cieplnego. Niezgodność wynika z problemów z regulacją urządzenia grzewczo – chłodniczego, ze stratami ciepła związanymi z dystrybucją przewodami powietrznymi znajdującymi się poza osłoną bilansową budynku oraz z uwzględnienia w obliczeniach teoretycznych stałego strumienia powietrza dostarczanego do budynku. Maksymalne niezamknięcie bilansu można oszacować na poziomie 30%.

**Słowa kluczowe:** budynek pasywny, budynek doświadczalny, mostki cieplne, charakterystyka energetyczna, pomiary, projektowanie

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Małgorzata Basińska, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Środowiska, ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań , 61 6652 428, malgorzata.basinska@put.poznan.pl

<sup>2</sup> Halina Koczyk, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Środowiska, ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań , 61 6652 532, halina.koczyk@put.poznan.pl

## ENERGY ESTIMATION OF EXPERIMENTAL PASSIVE BUILDING

### Summary

The paper presents experimental passive building of the Institute of Environmental Engineering, Poznan University of Technology – DoPas. Building of the wooden frame built in 1991, was rebuilt in 2007. Used materials and components approved for use in building energy-efficient and passive. The paper analyzes existing thermal bridges in the building and determine their values.

To evaluate the energy method to package design energy-efficient buildings and a comparative analysis of the actual and theoretical heat consumption for the two months of the heating season was used. For the experimental building performed theoretical analyzes confirmed the compliance building and installation requirements set by Passivhaus Institut w Darmstadt. The building achieved a very low rate of primary energy consumption  $70 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$  - up to 40% below the maximum required value.

On the basis of the analysis carried out in the experimental building noted a discrepancy between the amount of energy supply (measured) and required (theoretical calculations), while maintaining the internal temperature at the level of thermal comfort. The incompatibility of results is connected with control of a heating - cooling unit, with heat loss connected with distribution of air ducts outside the building, the cover carrying, and the theoretical steady stream of air supplied to the building. The maximum difference in the balance sheet can be estimated at 30%.

**Keywords:** passive house, experimental building, thermal bridges, energy performance, measurement, design

DOI:10.7862/rb.2014.72

Przesłano do redakcji: 20.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.

## WYKORZYSTANIE NIETYPOWYCH MATERIAŁÓW I TECHNOLOGII W BUDYNKACH I OBIEKTACH O KONSTRUKCJI DREWNIANEJ

W pracy przedstawiono przegląd wybranych gatunków drzew tropikalnych takich jak tek czy azobé oraz drzew liściastych (biały dąb amerykański) mogących znaleźć zastosowanie, jako materiał konstrukcyjny we wznoszeniu obiektów o konstrukcji drewnianej, w miejsce powszechnie stosowanej tarcicy drzew iglastych. Przedstawiono właściwości wybranych gatunków drzew oraz przykłady zastosowania ich w zrealizowanych konstrukcjach. W dalszej części pracy dokonano prezentacji wybranych technologii pozwalających na podniesienie trwałości i wytrzymałości konstrukcji drewnianych, jak również pozwalających na skrócenie czasu wznoszenia obiektów budowlanych. Omówiono technologię impregnacji drewna Accoya®, panele CLT oraz budownictwo modułowe. Technologia Accoya® poprzez procesy chemiczne pozwala na usunięcie z drewna związków chemicznych odpowiedzialnych za absorpcję wody w ścianach komórkowych drewna i zastąpienie ich związkami o charakterystyce hydrofobowej. Taki proces pozwala na ograniczenie zawartość wilgoci w drewnie, powodując równoczesny wzrost twardości i odporności tarcicy iglastej do poziomu odpowiadającego drewnu drzew liściastych przy zachowaniu cech pierwotnych drewna poddawanego modyfikacji. Zastosowanie paneli CLT (cross laminated timber) pozwala na ominięcie negatywnej cechy drewna, jaką jest wytrzymałość na kierunku prostopadłym do włókien. Panele wykonane są z warstw drewna klejonego pod kątem prostym, przez co otrzymuje się element konstrukcyjny o wysokiej sztywności i wytrzymałości we wszystkich kierunkach. Czas potrzebny na wzniesienie obiektu budowlanego można znacząco skrócić poprzez zastosowanie budownictwa modułowego. Budynki wznoszone są ze złożonych w zakładach prefabrykacji gotowych modułów w pełni wykończonych w środku.

**Słowa kluczowe:** tarcica drzew tropikalnych i liściastych, drewno Accoya®, panele CLT, budownictwo modułowe

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Michał Baszeń, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45E/222 Białystok, tel. 797-995-942, m.baszen@kmb.pb.edu.pl.

## USE OF NON-STANDARD MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN BUILDINGS AND FACILITIES WITH WOODEN CONSTRUCTION

### Summary

The paper presents an overview of some tropical tree species as Teak or Azobé and hardwood (American White Oak) which can be used as a construction material in place of the commonly used softwood timber. There were presented characteristics of selected wood species and examples of the application in completed structures. In the following of the paper there were presented selected technologies allowing to improve durability and strength of timber structures as well as allowing for shorten the time necessary to erect the buildings. There were discussed Accoya® Technology impregnation, CLT panels and modular buildings.

Accoya® technology by the chemical processes allows for replacing in wood groups responsible for absorption of the water in the wood cell walls by other groups with hydrophobic characteristics. This process helps to reduce the moisture content of the wood, causing a simultaneous increase in hardness and resilience of softwood to the level corresponding to hardwood while maintaining the rest of original features of softwood under modification. The use of CLT (cross laminated timber) panels allows to avoid the negative feature of wood, which is the strength perpendicular to grain. The panels are made of glued wood board layers glued at right angles, thereby obtaining a structural member with high rigidity and strength in all directions. The time needed to erect a construction can be significantly reduced using modular buildings. The buildings are constructed of finished modules fully fitted inside, made in prefabrication factories.

**Keywords:** hardwood, Accoya® wood, CLT (cross laminated timber), modular building

DOI:10.7862/rb.2014.73

*Przesłano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.*

Wojciech BIALIK<sup>1</sup>  
Stanisław GIL<sup>2</sup>  
Piotr MOCEK<sup>3</sup>  
Bogusław GRADON<sup>4</sup>  
Bolesław MACHULEC<sup>5</sup>  
Józef OCHMAN<sup>6</sup>

## OGRANICZENIE SKUTKÓW EMISJI DITLENKU WĘGLA PRZY WYKORZYSTANIU NATURALNEJ SEKWESTRACJI

W artykule przedstawiono analizę możliwości wykorzystania i rozwoju obszarów leśnych o odpowiedniej strukturze drzewostanu, jako ujemnego źródła emisji CO<sub>2</sub> ze szczególnym uwzględnieniem warunków panujących w Polsce. Skala finansowania energetyki jest tak wielka, iż przekierowanie odpowiednich kwot pieniędzy w obszary leśne nie wydaje się być działaniem niewykonalnym. Jedną z możliwości obniżających koszt takiego działania mogłoby być przekazywanie przez agencję rynku rolnego części nieużytków do zalesiania na określony czas, po którym obszar ten jako użytek leśny stawałby się terenem o określonej wartości dodanej. Wykazano, że koszty inwestycji w naturalny sposób pochłaniania CO<sub>2</sub> mogą być nawet dziesięciokrotnie niższe od kosztów budowy instalacji wychwytywania CO<sub>2</sub> ze spalin i magazynowania. Lasy o odpowiedniej strukturze drzewostanu uczestniczą w kształtowaniu poziomu stężeń tego tlenu w atmosferze. Pod względem ekonomicznym inwestowanie w takie źródła wymaga znacznie mniejszych nakładów w porównaniu z proponowanymi metodami sekwestracji dwutlenku węgla. Obecnie wielkość naturalnych źródeł absorpcji CO<sub>2</sub> oraz wysiłki podejmowane w kierunku zwiększenia ich efektywności nie są brane pod uwagę przy doborze kryteriów przydziału limitów emisyjnych poszczególnym krajom Unii Europejskiej. Polska posiada znaczne obszary nieużytków możliwych do zagospodarowania pod uprawy leśne. Zaistnienie odpowiednich przepisów mogłoby stworzyć szansę dla polskiego przemysłu w zakresie dotrzymania zobowiązań proekologicznych przy możliwych do zaakceptowania nakładach finansowych. Problem wymaga dalszych wnikliwych badań.

**Słowa kluczowe:** CO<sub>2</sub>, emisja, globalne ocieplenie, sekwestracja, fotosynteza

## LIMITATION OF THE IMPACT OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS USING NATURAL SEQUESTRATION

### Summary

The article presents an analysis of the use and development the forest areas about the appropriate structure tree stand as negative sources of CO<sub>2</sub> emissions with particular emphasis on conditions in Poland. Financing scale of power industry is so large that the redirecting of appropriate amounts of money in forest areas does not seem to be an impossible action. One possibility to lower the cost of such action would be forwarding uncultivated by an agricultural market agency for afforestation for a limited time, after which the forest terrain would become an area of a specific added value. It has been shown that the investment cost of natural way CO<sub>2</sub> absorption can be up to ten times lower than the cost of plant construction to capture CO<sub>2</sub> from the flue gas and storage. Forests of suitable stand structure take part in the level of concentration of the oxide in the atmosphere. In economic terms, investing in such sources requires much less effort compared with the proposed methods of carbon dioxide sequestration. Currently, the volume of natural sources of CO<sub>2</sub> absorption and efforts to increase their efficiency are not taken into considered when selecting the criteria for the allocation of emission limits to individual countries of the European Union. Poland has vast areas of wastelands possible to development under plantation forestry. The occurrence of the relevant provisions could create an opportunity for the Polish industry in terms of its commitments under the environmental acceptable cost. The problem requires further in-depth research.

**Keywords:** carbon dioxide emission, global warming, sequestration, photosynthesis

DOI:10.7862/rb.2014.74

*Przesłano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.*

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Wojciech Bialik, Politechnika Śląska, 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, wojciech.bialik@polsl.pl

<sup>2</sup> Stanisław Gil, Pol. Śl., 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, stanislaw.gil@polsl.pl

<sup>3</sup> Piotr Mocek, Główny Instytut Górnictwa, 40-166 Katowice, Plac Gwarków 1, pmocek@gig.eu

<sup>4</sup> Bogusław Gradoń, Pol. Śl., 40-019 K-ce, ul. Krasińskiego 8, boguslaw.gradon@gmail.com

<sup>5</sup> Bolesław Machulec, Pol. Śl., 40-019 -ce, ul. Krasińskiego 8, boleslaw.machulec@polsl.pl

<sup>6</sup> Józef Ochman, Pol. Śl., 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, jozef.ochman@polsl.pl

Artur BOROWCZYŃSKI<sup>1</sup>  
Dariusz HEIM<sup>2</sup>

## PORÓWNANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW Z WYBRANYMI SYSTEMAMI STEROWANIA INSTALACJĄ OGRZEWczą

Artykuł zawiera analizę porównawczą wybranych modeli sterowania systemem ogrzewania w odniesieniu do ich efektywności energetycznej. Analiza dotyczy pomieszczenia biurowego o zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię. Pomieszczenie przeznaczone jest do pracy z komputerem jednej osoby w średnim wieku. Biuro jest użytkowane jedynie w dni robocze przez 8 godzin. Proponowanym rozwiązaniem energooszczędnym jest zastosowanie systemów zarządzania budynkiem BMS. W pracy zostało opisanych pięć algorytmów sterowania instalacją ogrzewczą. Określono model ich pracy i omówiono charakterystyczne cechy. Wykonano model obliczeniowy właściwie opisujący parametry pomieszczenia. Obliczenia przeprowadzono dla danych klimatycznych wg. ISO dla Łodzi, dla pojedynczego tygodnia zimowego. Wykonano symulacje z uwzględnieniem dynamiki procesów cieplnych za pomocą programu ESP-r. W wynikach pokazano profile temperatury dla każdego z systemów. Zwrócono uwagę na ich nieregularny przebieg. Zaprezentowano również rezultaty wskaźników komfortu cieplnego, jako kryterium wykorzystano wskaźnik PPD. Ostatnie wyniki dotyczą zapotrzebowania na energię do ogrzewania dla całego tygodnia. Najbardziej energooszczędnym okazał się sterownik PID, najmniej adaptacyjny. Z kolei najwyższy komfort odnotowano dla sterownika adaptacyjnego oraz wielostopniowego, najmniejszy dla regulatora PID. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że wybór modelu sterowania ma znaczący wpływ na efektywność energetyczną i jakość środowiska wewnętrznego. Ponadto, dla rozpatrywanych modeli większa oszczędność energii przekłada się na pogorszenie parametrów komfortu.

**Słowa kluczowe:** energia, komfort cieplny, system ogrzewczy, systemy zarządzania budynkiem, model sterowania

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Artur Borowczyński, mgr inż., Katedra Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, ul. Wólczańska 213, tel. 608-226-552, e-mail: artur.borowczynski@wipos.p.lodz.pl

<sup>2</sup> Dariusz Heim, dr. hab. inż., Katedra Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, ul. Wólczańska 213, tel. (42) 631-37-82, e-mail: dariusz.heim@p.lodz.pl

## THE COMPARISON OF ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS WITH SELECTED HEATING CONTROL SYSTEMS

### Summary

This paper is a comparative analysis of selected models of heating control systems in relation to energy efficiency. The analysis is related to the office space with reduced energy demand. The space is designed for work with computer for a single person. The office is used only on weekdays for 8 hours a day. The introduction describes the problem of primary energy consumption in buildings. One of the proposed solution is to use BMS. Five different control algorithms has been described and characterized. The simulation model was built. The calculations for a coldest winter week were performed with use of ISO climate data for Lodz. Dynamic simulations were conducted using ESP-r software. The results shows the indoor temperature profiles for each of the systems. Also the results of thermal comfort with PPD indicator as a criterion were presented. Obtained values were very similar. Last results concerned the energy demand for heating for whole week period. PID controller was proved to be the most efficient and adaptive controller the least. On the other hand, the highest comfort was reported for adaptive and multistage controllers. The conducted analysis shows, that the choice of control strategy has a significant impact on energy efficiency and indoor environmental quality.

**Keywords:** energy, thermal comfort, heating system, building management systems, control model.

DOI:10.7862/rb.2014.75

Przesłano do redakcji: 14.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.

## WYBRANE ZAGADNIENIA PROJEKTOWANIA EFEKTYWNEGO ENERGETYCZNIE OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO W POMIESZCZENIACH BIUROWYCH

Obecnie w krajach członkowskich Unii Europejskiej dąży się do ograniczenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego w budynkach użyteczności publicznej. Świadczą o tym wprowadzane regulacje prawne i uzupełniające je normy przedmiotowe. W artykule dokonano analizy aktów prawnych związanych z efektywnym projektowaniem oświetlenia wbudowanego oraz zawartych w nich wymagań jakościowych i ilościowych dotyczących oświetlenia wbudowanego w budynkach użyteczności publicznej – w szczególności biurowych. Do podstawowych parametrów otoczenia świetlnego uwzględniających światło sztuczne i światło dzienne zalicza się: rozkład luminancji i natężenia oświetlenia, kierunkowość światła oraz oświetlenia w przestrzeni wnętrza, zmienność światła (poziomy i barwa światła), oddawanie barw i wygląd barwy światła czy oślnienie. Wskazano wymagania odnoszące się do pomieszczeń biurowych, wprowadzone przez normę PN-EN 12464:2012 [1]. Podano także wymagania energetyczne oświetlenia miejsc pracy w budynkach użyteczności publicznej w odniesieniu do pomieszczeń biurowych na podstawie normy PN-EN 15193:2010 [2] oraz przepisów techniczno-budowlanych. Wymagania te dotyczą: maksymalnej wartości mocy jednostkowej oświetlenia w zależności od klas kryterium oświetlenia, maksymalnej wartości wskaźnika  $\Delta EP_L$  czy kryteriów projektowania oświetlenia w pomieszczeniach biurowych. Zaprezentowano także wyniki otrzymane z symulacji oświetlenia przy zastosowaniu opraw z źródłami jarzeniowymi i LED-owymi oraz obliczono na ich podstawie parametry charakterystyki energetycznej. W posumowaniu porównano obliczone roczne zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego  $\Delta EP_L$  z granicznymi wartościami określonymi w przepisach.

**Słowa kluczowe:** natężenie oświetlenia, moc jednostkowa opraw oświetleniowych, liczbowy wskaźnik energii na oświetlenie, klasy kryterium oświetlenia

### SELECTED PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENT LIGHTING DESIGN BUILT IN OFFICE ROOMS

#### Summary

Currently the member states of the European Union seek to reduce energy consumption for lighting purposes incorporated in public buildings testify to the regulations introduced. The article analyzes the legal acts linked with effective lighting design built-in utilities and published quantitative and qualitative requirements relating to the built-in lighting in public buildings. The basic parameters that are taken into account ambient light, artificial light and daylight are as follow: luminance distribution, illumination, directionality of light, lighting in the interior space, variability of light (light levels and color), color rendering and color appearance of the light or glare. The article presents some analysis of built-in light system of office space done in according with the standard PN -EN 12464:2012 [1]. There is also presented a lists of the energy requirements of workplace lighting in public buildings on the example of office space on the basis of the building regulations and the standard PN-EN 15193:2010 [2]. These requirements relate to: the maximum value of the power unit lighting, depending on the class criterion lighting; maximum values of  $\Delta EP_L$  or lighting design criteria in offices. It also contains the results obtained from the simulation using lighting luminaries with fluorescent and LED sources, and calculated on the basis of their energy performance parameters. In the summary compared the calculated annual energy demand for lighting purposes the built-in  $\Delta EP_L$  with the required values by the rules.

**Keywords:** illuminance, power density luminaries, lighting energy numeric indicator, class design criterion

DOI:10.7862/rb.2014.76

*Przesłano do redakcji: 11.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>5</sup> Autor do korespondencji: Piotr Cierzniewski, WE ZUT w Szczecinie, KEiNE, 70-313 Szczecin ul. Sikorskiego 37, telefon: 914494270, e-mail: Piotr.Cierzniewski@zut.edu.pl

<sup>6</sup> Karolina Kurtz-Orecka, WBiA ZUT w Szczecinie, 70-311 Szczecin al. Piastów 50, tel. 608-691-975, karolinakurtz@gmail.com



Krzysztof CZECH<sup>7</sup>  
Wojciech GOSK<sup>8</sup>

## WPŁYW SPOSOBU MOCOWANIA AKCELEROMETRÓW NA GRUNCIE NA WIARYGODNOŚĆ OCENY KOMFORTU WIBRACYJNEGO

Celem pracy była analiza wpływu sposobu mocowania akcelerometrów na poziom rejestrowanych drgań powierzchniowych ośrodka gruntowego. W pracy prezentowane są wyniki badań terenowych polegających na pomiarze przyspieszeń drgań w punktach pomiarowych znajdujących się na powierzchni gruntu. Przedmiotowe badania były realizowane w dwóch miejscach na terenie żwirowni zlokalizowanej w miejscowości Mince niedaleko Białegostoku. Źródłem drgań o wysokiej powtarzalności parametrów impulsu była lekka płyta dynamiczna ZFG-01. Przyrząd ten zasadniczo służy do oceny modułu sztywności podłoża gruntowego, jednakże w niniejszej pracy pełnił rolę wzbudnika drgań. Pomiar przyspieszeń drgań realizowano przy wykorzystaniu najwyższej klasy i dokładności układu pomiarowego firmy Brüel&Kjær. Akcelerometry montowano na powierzchni gruntu piaszczystego w punktach pomiarowych rozmieszczonych promieniście w odległości 5 m i 10 m od źródła drgań. W pracy analizowano wpływ sposobu mocowania akcelerometrów na gruncie na poziom rejestrowanych wartości przyspieszeń drgań. Czujniki przyspieszeń mocowano do podłoża na trzy sposoby – przy użyciu podstaw pierścieniowych zespalanych z gruntem za pomocą trzech prętów (typ *a*), podstaw z aluminiową głowicą przykręcaną do pojedynczego pręta zagłębianego w gruncie (typ *b*) i płyty betonowej z zamocowanymi do niej czujnikami (typ *c*). Wykazano, że sposób mocowania czujników do powierzchni terenu ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia wiarygodności realizowanych pomiarów. Analiza wykazała, że wyniki, które należy uznać za najbardziej wiarygodne uzyskano przy użyciu podstaw typu *a*.

**Słowa kluczowe:** geotechnika, drgania powierzchniowe, ośrodek gruntowy, propagacja drgań

## THE INFLUENCE OF ACCELEROMETER MOUNTING METHODS ON RELIABILITY OF EVALUATION OF VIBRATION COMFORT

### Summary

The aim of this work was the analysis the impact of accelerometer mounting on the level of recorded surface vibrations of the ground. The paper presents the results of field research based on the measurements of accelerations recorded at points located on ground surface. The research was carried out in two places in a gravel pit in the village of Mince near Białystok. The source of the vibration characterized by high repetition rate of pulse parameters was light falling weight deflectometer ZFG-01. This device generally is used for the determination of the stiffness modulus of the ground, however in this study it was used as source of vibration. Measurements of vibration have been carried out using top quality high-precision measuring system produced by Brüel&Kjær. Accelerometers were mounted on a sandy soil surface at measuring points located radially at 5 m and 10 m distance from the source of vibration. The paper analyses the influence of accelerometers mounting methods on the level of the recorded acceleration values of vibrations. Acceleration sensors were mounted on the subsoil in three ways – by ring bases fixing with ground by three rods (type *a*), bases with aluminium head screwed to a single rod driven into the ground (type *b*) and concrete plate with fixed on it sensors (type *c*). It has been shown that the sensors mounting method to the surface of the ground is crucial for the credibility of the performed measurements. The analysis showed that the results which could be considered as the most reliable, were obtained using a type bases.

**Keywords:** geotechnics, surface vibrations, ground, vibration measurement

DOI:10.7862/rb.2014.77

Przesłano do redakcji: 12.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.

<sup>7</sup> Autor do korespondencji: Krzysztof Czech, Politechnika Białostocka, 15-351 Białystok, Wiejska 45E, 604 662 660, email: k.czech@pb.edu.pl.

<sup>8</sup> Wojciech Gosk, Politechnika Białostocka, 15-351 Białystok, Wiejska 45E, 501 704 894, email: w.gosk@pb.edu.pl.

Aneta M. CZECHOWSKA-KOSACKA<sup>9</sup>  
Robert KOSACKI<sup>10</sup>  
Daniel BANCER<sup>11</sup>  
Jan M. OLCHOWIK<sup>4</sup>

## ZASTOSOWANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH JAKO KOMPONENTU PALIWA ALTERNATYWNEGO

Streszczenie: Podczas oczyszczania ścieków miejskich powstają znaczne ilości osadów ściekowych. Jedną z metod jest ich wykorzystanie na cele nieprzemysłowe, a więc zagospodarowanie osadów do celów nawożenia, ulepszenia gleb oraz rekultywacji. Często jednak na przeszkodzie rolniczego wykorzystania stoi zbyt wysoka zawartość metali ciężkich. Wówczas należy rozważyć bardziej radykalne metody np. spalanie. Podstawą procesu jest maksymalne wykorzystanie ciepła spalania osadu oraz zmniejszenie tego typu odpadu. Przy prawidłowym doborze technologii osad może być spalony bez znacznego dodatku paliwa. W pracy podjęto próbę wykorzystania osadów ściekowych z mechaniczno biologicznej oczyszczalni ścieków jako paliwa alternatywnego i przeprowadzono próby uzyskania mieszaniny osadów ściekowych z odpadowym olejem powalcowniczym przy użyciu ogólnie dostępnych niejonowych substancji powierzchniowo czynnych. W trakcie badań określono następujące parametry decydujące o przydatności mieszaniny: wartość opałowa, trwałość oraz lepkość. Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły stwierdzić, że sporządzenie trwałej mieszaniny osadów ściekowych z olejem powalcowniczym o odpowiedniej wartości opałowej nie stanowi problemu, a wartość opałowa najkorzystniejszych mieszanin wynosi 18,62 -25,71 MJ/kg co jest wyższe od zalecanej minimalnej wartości opałowej wynoszącej 16 MJ/kg. Badania wykazały, że sporządzenie trwałej mieszaniny osadów ściekowych z odpadowym olejem powalcowniczym o odpowiedniej wartości opałowej nie stanowi większego problemu. Zastosowanie tego rodzaju paliwa wymaga jednak modernizacji obiegu gazów odłotowych zapobiegających emisji odorów do atmosfery.

**Słowa kluczowe:** spalanie, olej odpadowy, immobilizacja, mieszanki paliwowe

## APPLICATION OF SEWAGE SLUDGE AS A COMPONENT OF ALTERNATIVE FUEL

### Summary

Significant amounts of sewage sludge are generated in the process of municipal wastewater treatment. One of the methods of its disposal is its reuse for the non-industrial purposes such as fertilization, soil improvement and land reclamation. However, too high content of heavy metals often makes the agricultural use of sewage sludge impossible. In such cases more radical disposal methods, one of which is combustion, should be considered. The basis for the combustion process is the maximum use of the sludge combustion heat and further reduction of this type of waste. With proper application of the combustion technology sewage sludge can be combusted with no significant additive of fuel. The aim of this research was to analyze the possibilities for the use of sewage sludge produced in the mechanical-biological wastewater treatment plant as an alternative fuel. The authors of the study made attempts to obtain a mixture of sewage sludge and waste rolling oil with the use of commonly available non-ionic surfactants. During the experiments the following parameters decisive for the mixture usefulness were determined: the mixture calorific value, stability and viscosity. The results of the experiments proved that it is not a major problem to obtain a stable mixture of sewage sludge and waste rolling oil with adequate calorific value and the calorific value of the optimal mixtures reaches the level of 18.62 to 25.71 MJ/kg, which is higher than the recommended minimum calorific value of 16 MJ/kg.

**Keywords:** combustion, waste oil, immobilization, fuel mixture

DOI:10.7862/rb.2014.78

*Przesłano do redakcji: 11.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.*

<sup>9</sup> Autor do korespondencji/correspondingauthor: Aneta M. Czechowska-Kosacka, Politechnika Lubelska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, +48 81 538 4700, a.czechowska-kosacka@pollub.pl

<sup>10</sup> Robert Kosacki, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin

<sup>11</sup> Daniel Banczer, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin

<sup>4</sup> Jan M. Olchowik, Politechnika Lubelska, Instytut Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, +48 81 538 4700, j.olchowik@pollub.pl.

## **BADANIA NAD WYKORZYSTANIEM MODYFIKOWANYCH ŻYWIC EPOKSYDOWYCH JAKO GŁÓWNEGO SKŁADNIKA KLEJÓW STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE**

Swoiste właściwości żywic epoksydowych umożliwiają zaliczenie tych polimerów do grupy najlepszych materiałów klejowych. O wyższości klejów epoksydowych decyduje m.in. ich doskonała przyczepność do łączonych powierzchni oraz bardzo dobra odporność chemiczna. Ich stosowanie jest ułatwione poprzez możliwość prowadzenia procesu utwardzania z zastosowaniem jedynie nacisku zapewniającego dokładne przyleganie powierzchni łączonych. Złącze epoksydowe może niekiedy zastąpić takie sposoby łączenia, jak nitowanie lub spawanie. Fakt ten jest szczególnie ważny w tych zastosowaniach, gdzie wymagana jest duża gładkość powierzchni. Istotna jest także możliwość łączenia ze sobą różnych materiałów np. metali, szkła, ceramiki, betonu, tworzyw sztucznych oraz gumy. Modyfikowane kleje epoksydowe o zwiększonej elastyczności stanowią doskonałe rozwiązanie w przypadku różnic we współczynnikach rozszerzalności materiałów łączonych i utwardzonej żywicy. W pracy opisano przeprowadzone badania żywicy epoksydowej Epidian 5 oraz kompozycji tej samej żywicy częściowo zastąpionej przez glikolizat odpadowego poli(tereftalanu etylenu) (PET). Porównano wybrane właściwości otrzymanych kompozycji, pod kątem możliwości ich aplikacji jako głównego składnika klejów budowlanych. Wykazano, że zaproponowana kompozycja epoksydowa odznacza się korzystnymi właściwościami mechanicznymi, a jednocześnie zastosowany modyfikator pełni rolę substancji poprawiającej elastyczność spoiny klejowej. Dodatkowo, modyfikator obniża koszty produkcji klejów, które postrzegane są za stosunkowo drogie. Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu (odpadowy PET) jako modyfikatorów klejów epoksydowych stwarza możliwości udoskonalenia cech technicznych tych materiałów, dając jednocześnie znaczące korzyści środowiskowe.

**Słowa kluczowe:** odpady PET, właściwości mechaniczne, elastyczność spoiny, kleje epoksydowe

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Bernardeta Dębska, Politechnika Rzeszowska, Zakład Budownictwa Ogólnego, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów, tel. 178651323, bdebska@prz.edu.pl.

<sup>2</sup> Lech Licholai, Politechnika Rzeszowska, Zakład Budownictwa Ogólnego, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów, tel. 178651327, Lech.Licholai@prz.edu.pl

## **RESEARCH INTO THE USE OF MODIFIED EPOXY RESINS AS THE MAIN COMPONENT OF ADHESIVES IN BUILDING INDUSTRY**

### **S u m m a r y**

The unique properties of epoxy resins allow rating these polymers among the best gluing materials. Their superiority results, among other things, from their perfect adhesion to surfaces to be glued and their good chemical resistance. Their use is made easier by the possibility of carrying out the curing process only by applying pressure ensuring tight fitting of the glued surfaces. An epoxy joint can sometimes replace such joining methods as riveting or welding. This seems to be particularly important where great surface smoothness is required. The possibility of joining together different materials, e.g. metals, glass, ceramics, concrete, plastics and rubber is also essential. Modified epoxy adhesives of increased elasticity are a perfect solution in the case of expansion coefficient differences of joined materials and cured resin. The paper describes the research on Epidian 5 epoxy resin and a compound of the same resin partially replaced by the glycolisate of waste poly(ethylene terephthalate)(PET). Chosen properties of the compounds obtained were compared with a view to their application as the main component of adhesives used in building industry. It was demonstrated that the recommended epoxy compound shows good mechanical properties and at the same time the modifier that was applied works as a substance upgrading the elasticity of the adhesive joint. Additionally, the modifier reduces the production cost of the adhesives which are thought to be relatively expensive. The use of materials from recycling (waste PET) as epoxy adhesive modifiers creates a chance to improve the technical properties of adhesives and is at the same time beneficial to the environment.

**Keywords:** PET waste, mechanical properties, weld flexibility, epoxy adhesives

DOI:10.7862/rb.2014.79

*Przesłano do redakcji: 24.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 16.12.2014 r.*

## OSADY ŚCIEKOWE I ICH UTYLIZACJA W PRZEDSIĘBIORSTWIE WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI W OLSZTYNIE

W artykule przedstawiono rozwiązanie aktualnego problemu utylizacji osadów ściekowych na przykładzie Oczyszczalni Ścieków „Łyna” w Olsztynie. Dokonano opisu budowy oraz zasady działania oczyszczalni. Proces oczyszczania ścieków został przedstawiony od momentu przyjęcia ścieków w budynku krat, do momentu zrzucenia oczyszczonej wody do rzeki Łyny. Zgodnie z ustawą o odpadach, która nakazuje przetworzyć ścieki, osady ściekowe, w miejscu ich powstania, na terenie oczyszczalni zdecydowano się na pięciostopniowe unieszkodliwianie osadów ściekowych. W pierwszej kolejności osad kierowany jest do zamkniętych komór fermentacyjnych, w których zachodzi fermentacja w obecności bakterii metanowych i saprofitycznych. Procesowi temu towarzyszy wydzielanie się biogazu, który jest zagospodarowywany na cele energetyczne. Następnie w otwartych basenach fermentacyjnych w warunkach tlenowych zachodzi dalsza fermentacja i proces stabilizacji wpływający na zmniejszenie objętości osadów. Kolejnym etapem jest mechaniczne odwodnienie osadu do zawartości suchej masy na poziomie około 20%. Oczyszczalnia ścieków „Łyna” w Olsztynie podążając za nowymi trendami ekologicznymi, i realizując z wyprzedzeniem obowiązujące w przyszłości przepisy prawne zdecydowała się na budowę nowoczesnej instalacji do termicznego przetwarzania osadów. Zatem odwodniony osad kierowany jest do instalacji termicznego przekształcania osadów składającej się z suszarni i spalarni osadów. Na wstępie tego procesu technologicznego osad poddawany jest termicznemu suszeniu, po uzyskaniu odpowiednich parametrów zostaje spaletyzowany. Kolejnym etapem utylizacji osadu jest jego spalanie. Przedstawiono analizę energetyczną procesu termicznej utylizacji osadu. Masa popiołu powstałego w procesie spalania osadu, stanowi zaledwie 10% masy odwodnionego osadu. Zatem na przykładzie Oczyszczalni ścieków „Łyna” możemy wnioskować, że jest możliwe w pełni utylizowanie osadów na terenie oczyszczalni.

**Słowa kluczowe:** utylizacja osadów ściekowych, wytwarzanie biogazu, przetwarzanie termiczne osadów

## SEWAGE SLUDGE AND ITS UTILIZATION IN WATER AND WASTE WATER IN OLSZTYN

### Summary

The article presents a solution of the current problem of sludge disposal in wastewater based on the example of Łyna treatment plant in Olsztyn, Poland. It describes the construction and operation of the sewage treatment plant. Wastewater treatment process has been presented since the adoption of the waste water in the grid building until the purified water is thrown into the river Łyna. In accordance with the Law on waste, which imposes sewage sludge processing, in the place of their creation, it was decided to apply 5-step sewage sludge disposal in the treatment plant. At first sediment is led to the closed septic tanks where fermentation takes place with the presence of saprophytic and methyl bacteria. This process is accompanied by the biogas emission, which is utilized for energetic purposes. Then, further fermentation in oxygen conditions and stabilisation process influencing deposits volume reduction. The next step is mechanical sludge dehydration to the dry weight content of around 20%. Sewage treatment plant Łyna in Olsztyn, following new ecological trends and implementing in advance future legislation requirements decided to build a modern thermal processing installation. Thus dehydrated sludge is directed to the installation of the thermal sediments transformation consisting of drying and incineration of sludge.

At the very beginning of this technological process sludge is subjected to thermal drying, after obtaining the relevant parameters it is palletised. The next stage of sludge disposal is its incineration. Energy analysis of the thermal sludge treatment was presented. The weight of the ash arising during the process of sludge incineration represents only 10% of the weight of the dehydrated sludge. Then, based on the example of the wastewater treatment plant Łyna we can conclude that full disposal of sludge in the sewage treatment plant is possible.

**Keywords:** disposal of sewage sludge, biogas, thermal processing of sludge

DOI:10.7862/rb.2014.80

*Przesłano do redakcji: 26.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>12</sup>Autor do korespondencji: Jolanta Fieducik, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych, 10-900 Olsztyn ul. Oczapowskiego 11, telefon 89 523 3621, jolanta.fieduci@uwm.edu.pl

<sup>13</sup>Adam Gawroński, Zespół Szkół Elektronicznych i Telekomunikacyjnych w Olsztynie, Olsztyn ul. Bałtycka 37a, adamgaw@wp.pl

<sup>14</sup>Ryszard Matuszczak, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Olsztynie, 10-218 Olsztyn ul. Oficerska 16a

## ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SŁONECZNYCH KOLEKTORÓW POWIETRZNYCH DO OGRZEWANIA DOMÓW JEDNORODZINNYCH ORAZ PODGRZEWANIA WODY

W artykule przedstawiono analizę możliwości wykorzystania słonecznych kolektorów powietrznych do uzyskania energii cieplnej dla energooszczędnego domu jednorodzinnego w celach grzewczych oraz ciepłej wody użytkowej dla mieszkańców. Przedstawiono rodzaje, budowę i zasadę działania kolektorów powietrznych oraz sprawność. Rozpatrzono ich zalety i wady. Kolektory powietrzne dodatkowo oprócz ogrzewania budynku mogą zapewniać jego całoroczną wentylację. Zaprezentowano parametry domu energooszczędnego i normy zużycia ciepłej wody użytkowej na mieszkańca. Analizę zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie budynku energooszczędnego przez kolektory powietrzne przeprowadzono przy pomocy programu GetSolar. Program GetSolar Profesjonal służy do symulacji instalacji kolektorów słonecznych w różnych warunkach klimatycznych. Rozważania przeprowadzono dla warunków klimatycznych miasta Olsztyna, uwzględniając napromieniowanie w warunkach północnej Polski. Określono usytuowanie budynku względem stron świata, wyznaczono powierzchnię i lokalizację kolektorów słonecznych na dachu, oraz uwzględniono ich optymalne pochylenie względem padających promieni słonecznych. Przedstawiono bilans energii uwzględniając wartość energii napromieniowania słonecznego dla kolejnych miesięcy w roku oraz energii potrzebnej na ogrzanie energooszczędnego domu jednorodzinnego i ciepłej wody użytkowej. Do rozważań wykorzystano komercyjne zestawy słonecznych kolektorów powietrznych SolarVenti Hybryd. Na podstawie analizy wyników, stwierdzono, że przy zastosowaniu odpowiedniej powierzchni słonecznych kolektorów powietrznych w warunkach północnej Polski, jest możliwość ogrzania budynku i zaspokojenia potrzeb ciepłej wody dla mieszkańców poza dwoma miesiącami zimowymi. Wtedy należy zastosować alternatywne źródła ogrzewania.

**Słowa kluczowe:** napromieniowanie słoneczne, słoneczne kolektory powietrzne, system grzania w budynku, dom energooszczędny, program GetSolar.

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING SOLAR AIR COLLECTORS FOR DETACHED HOUSES HEATING AND TO WATER PREHEATING

### Summary

The article gives an analysis of the possibility of using solar air collectors for acquiring thermal energy in energy-efficient detached house for heating purpose throughout the whole year as well as domestic hot water for residents. Types, construction and principles of operation of air collectors and their efficiency were described. Consideration was also given to their advantages and disadvantages. In addition to heating, systems air collectors can provide year-round ventilation of building. The parameters and standards for energy-efficient home and hot water consumption per capita were presented. Analysis of the heat demand for heating of energy efficient building by air collectors were carried out using GetSolar software. The program is designed for the purposes of simulating of solar panels installations in different climatic conditions. Consideration was made for the climatic conditions of the city of Olsztyn, having regard to the solar radiation in the North Poland. The location of the building in relation to the quarters of the globe, and the location of the solar panel on the roof, as well as their optimum tilt relative to the falling sunlight were also specified. The energy balance, taking into account the value of the energy of the solar radiation for consecutive months of the year, the energy needed for heating of energy efficient house and domestic hot water preheating, was shown. For the considerations purposes, SolarVenti Hybryd solar air collectors sets were used. Based on an analysis of the results, it was found that using the appropriate surface of solar air collectors, it is possible to heat the building and meet the needs of hot water for residents in North Poland, excluding two months of winter, when alternative sources of heating should be used.

**Keywords:** solar radiation, solar air collectors, house heating systems, energy-efficient home, GetSolar software.

DOI:10.7862/rb.2014.81

*Przesłano do redakcji: 24.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>15</sup> Autor do korespondencji: Jolanta Fieducik, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych, 10-900 Olsztyn ul. Oczapowskiego 11, telefon 89 523 3621, jolanta.fieducik@uwm.edu.pl.

<sup>16</sup> Jan Godlewski, Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, 80-233 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, telefon 58 347 16 87, photooptics@pg.gda.pl.

## WPLYW SEZONOWANIA WIERZBY POZYSKANEJ RÓŻNYMI TECHNOLOGIAMI NA WARTOŚĆ OPAŁOWĄ BIOMASY<sup>3</sup>

Celem pracy była ocena sezonowanej biomasy wierzbowej na otwartej przestrzeni przez 4-6 miesięcy w aspekcie jej wilgotności, ciepła spalania i wartości opałowej, pozyskanej z doświadczenia polowego z uprawą dziewięciu klonów wierzby wiciowej, gdzie stosowano zróżnicowane nawożenie kompostem z osadów komunalnych i nawożenie mineralne w latach 2008-2010. Zastosowano nawożenie: (a) obiekty bez nawożenia, (b) nawożone kompostem z osadów komunalnych ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  s. m.), (c) nawożone kompostem z osadów komunalnych ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  s. m.) i azotem w ilości  $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N oraz (d) nawożone kompostem z osadów komunalnych ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  s. m.) i azotem w ilości  $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N. Podblokami I rzędu były cztery kombinacje nawozowe, a II rzędu – dziewięć klonów wierzby wiciowej uprawianych przy wysadzeniu 32100 zrzesów na hektarze. W doświadczeniu uczestniczyły klony wierzby: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1018 i 1033. Poletko do zbioru miało powierzchnię  $11,5 \text{ m}^2$ , zastosowano trzy powtórzenia. Biomasa zbierana w terminie późnowiosennym miała przeciętną wilgotność 29,0% z wahaniami w latach 13,4%–50,3%, a w terminie letnim 26,5% z wahaniami w latach 22,2%–33,5%. Największy wpływ na wilgotność i wartość opałową sezonowanej biomasy miały zmiany pogody w latach sezonowania wierzby i współdziałanie lat z terminami poboru prób, a przy ciepłe spalania – lata odrastania pędów, klony i interakcje klonów z kombinacjami nawożenia oraz klonów z kombinacjami nawożenia i latami. Wpływ kombinacji nawożenia na zawartość wody w sezonowanej biomacie, jej ciepło spalania i wartość opałową był istotny, ale wyjaśniał tylko małą część zmienności. Wartość opałowa biomasy pobrana do analiz w terminie późnowiosennym wyniosła przeciętnie  $12300 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  s.m. z wahaniami w latach  $7867$ – $15521 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  s.m., a w terminie letnim –  $12801 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  s.m. z wahaniami w latach  $11311$ – $13728 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  s.m.

**Słowa kluczowe:** wierzba, klony, nawożenie, biomasa, sezonowanie, zawartość wilgoci, ciepło spalania, wartość opałowa

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Diana Fijałkowska, Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, 94 3486714, [fijalkowska@wilsig.tu.koszalin.pl](mailto:fijalkowska@wilsig.tu.koszalin.pl)

<sup>2</sup> Leszek Styszko, Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, ul. Śniadeckich 2, 94 3478-557, [lstyszko@wbis.tu.koszalin.pl](mailto:lstyszko@wbis.tu.koszalin.pl)

## INFLUENCE OF SEASONING OF WILLOW OBTAINED BY VARIOUS TECHNOLOGIES ON BIOMASS GROSS CALORIFIC VALUE

### Summary

The aim of the study was assessment of willow biomass seasoned in the open air for 4-6 months in terms of its water content, net and gross calorific value. Biomass was obtained from field experiment with cultivation of nine clones of willow and various fertilization with compost from municipal sewage sludge and mineral fertilization in the years 2008-2010. Following fertilization combinations were used: (a) objects without fertilization, (b) fertilized with compost from municipal sewage sludge ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  of dm), (c) fertilized with compost from municipal sewage sludge ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  dm) and nitrogen  $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of N, and (d) fertilized with compost from municipal sewage sludge ( $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  of dm) and nitrogen  $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  of N. Sub-blocks of I level were four fertilizer combinations and level II – nine clones of willow cultivated at planting of 32,100 cuttings per hectare. In the experiment following willow clones were used: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1018 and 1033. Harvesting plot had an area of  $11.5 \text{ m}^2$ , three repetitions were applied. Biomass harvested in the late spring term had an average water content of 29.0% changing from 13.4% to 50.3 % within the years and in the summer term 26.5%, changing from 22.2% to 33.5% within years. The biggest influence on water content and gross calorific value of the seasoned biomass had weather course during years of willow seasoning and interaction of years with dates of sampling, and for the gross calorific value – the years of shoots regrowth, clones and interaction of clones with combinations of fertilization and clones with combinations of fertilization and years. The influence of fertilization combination on water content in seasoned biomass, its gross and net calorific value was significant, but explained only a small part of the variation. Net calorific value of biomass collected for analysis within late spring term was on average  $12,300 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  of dm changing from  $7,867$  to  $15,521 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  of dm within years, and in the summer term  $12,801 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  of dm changing from  $11,311$  to  $13,728 \text{ kJ}\cdot\text{kg}$  of dm.

**Keywords:** willow, clones, fertilization, biomass, seasoning, water content, gross calorific value, net calorific value

DOI:10.7862/rb.2014.82

Przesłano do redakcji: 07.12.2014 r.

Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.

## POPOWODZIOWE WYSYCHANIE PRZEGRÓD WYKONANYCH Z BETONU KOMÓRKOWEGO I ZACHODZĄCE ZMIANY PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ

W niniejszym referacie przedstawiono wyniki dwóch kilkietapowych eksperymentów przeprowadzonych na próbkach z betonu komórkowego o klasie gęstości 400 kg/m<sup>3</sup>. W obu eksperymentach próbki najpierw poddano intensywnemu działaniu ciekłej wody, następnie w pierwszym pomierzono parametry cieplne, zaś w drugim suszono próbki w warunkach laboratoryjnych, tj. w temperaturze ok. 20°C i wilgotności względnej ok. 30%. Głównym celem badań było wyznaczenie współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$  dla próbek będących w różnym stanie zawilgocenia oraz określenie funkcji opisującej zależność  $\lambda$  od stopnia zawilgocenia materiału  $w$ . Następnie przy użyciu funkcji  $\lambda = f(w)$  odwzorowano zmiany zachodzące w parametrach cieplnych betonu komórkowego wysychającego z zawilgocenia powodziowego. Zmienne rozkłady wilgotności oraz przewodności cieplnej po grubości przegrody odtworzono w trzech punktach czasowych – po upływie 1, 2, a następnie 3 miesięcy trwania procesu wysychania. Stwierdzono silne zróżnicowanie w rozkładzie badanych wielkości fizycznych ( $\lambda$  oraz  $w$ ) po miesięcznym, ale także i dwumiesięcznym okresie wysychania oraz powrót do stanu akceptowalnego pod względem wilgotnościowym i cieplnym po 3 miesiącach wysychania. Uzyskane rezultaty świadczą o bezdyskusyjnej konieczności uwzględniania – przy sporządzaniu bilansów energetycznych budynków – sytuacji związanych ze stanem wilgotnościowym przegród, gdyż procesy wilgotnościowe mogą bardzo silnie pogorszyć ich parametry cieplne na długi okres czasu, jako że wysychanie trwa miesiącami nawet przy sprzyjających warunkach zewnętrznych.

**Słowa kluczowe:** beton komórkowy, przepływ kapilarny, przewodność cieplna, wilgotność

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: dr hab. inż. prof. nadzw. ZUT Halina Garbalińska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, tel. 91 449 48 29, e-mail: Halina.Garbalińska@zut.edu.pl

<sup>2</sup> mgr inż. Magdalena Bochenek, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, tel. 91 449 45 14, e-mail: Magdalena.Bochenek@zut.edu.pl

## POST FLOOD DRYING OF PARTITION WALLS MADE OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE AND THE CHANGES IN THERMAL CONDUCTIVITY

### Summary

This paper presents the results of two multistage experiments which were conducted on the samples of aerated concrete of density class 400 kg/m<sup>3</sup>. In the both experiments the samples were initially exposed to a strong effect of liquid water. Next the first experiment, thermal parameters were measured and in the other, the samples were dried in laboratory conditions, i.e. at the temperature of approximately 20°C and at the relative humidity of approximately 30%. The main goal of the study was to determine the coefficient of thermal conductivity  $\lambda$  for the samples of various degree of moisture, and to establish a function that characterises the dependence of  $\lambda$  on a degree of the material moisture  $w$ . Next, the changes taking place in the thermal parameters of the aerated concrete that was drying out of post flood moisture were recreated by use of a function  $\lambda = f(w)$ . The variables of moisture distribution and thermal conductivity across the width of wall were reconstructed at three time points – after 1, 2 and finally 3 months of drying process. A strong diversity of the tested physical quantities' distribution ( $\lambda$  and  $w$ ) was recognised after a month, and also after two months of drying period, as well as a return to acceptable moisture and thermal condition was noted after the third month of drying process. The achieved results confirm the unquestionable necessity of considering the circumstances related to moisture condition of the partitions during preparation of building's energy rate balance sheets, as the capillary processes can deteriorate dramatically thermal parameters of the partitions for a long period of time due to the fact that drying process lasts for several months even at favourable external conditions.

**Keywords:** autoclaved aerated concrete, capillary transport, thermal conductivity, moisture

DOI:10.7862/rb.2014.83

Przesłano do redakcji: 01.12.2014 r.

Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.

## WSPÓŁCZYNNIK SORPCJI BETONU KOMÓRKOWEGO BADANY NA PRÓBKACH SUSZONYCH I NIESUSZONYCH

W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki pomiarów współczynnika sorpcji kapilarnej betonu komórkowego czterech klas gęstości: 400, 500, 600 i 700. Badania przeprowadzono na próbkach o wymiarach  $\approx 12 \times 12 \times 24$  cm. Z każdej klasy gęstości przygotowano do badań dwie grupy próbek różniące się stanem wilgotnościowym. Połowę próbek poddawano suszeniu do stałej masy. Drugą połowę badano w stanie naturalnej wilgotności, odpowiadającej warunkom powietrzno-suchym. Celem było sprawdzenie, czy stan wilgotnościowy materiału i sam proces suszenia próbek w temperaturze  $105^\circ\text{C}$  wpływa znacząco na przebieg procesu podciągania kapilarnego. Dla każdej klasy gęstości opracowano wykresy zbiorcze obrazujące tempo wchłaniania wody przez próbki suszone i niesuszone. Następnie wyznaczono wartości współczynników sorpcji badanych betonów komórkowych – w rozbięciu na dwie grupy próbek – suszone i niesuszone. Wyniki uzyskane dla czterech najbardziej popularnych klas gęstości betonów komórkowych dowodzą braku istotnego wpływu wstępnego suszenia na wartości ich współczynników sorpcji kapilarnej. Obserwuje się wprawdzie pewne zróżnicowanie wyników, ale bez jednoznacznych tendencji. W przypadku betonów komórkowych klasy 600 oraz 400 szybsze tempo procesu odnotowano w przypadku próbek niesuszonych, ale przy betonie klasy 700 większą dynamiką procesu odznaczały się próbki suszone. Natomiast w przypadku betonu komórkowego klasy 500 proces podciągania kapilarnego charakteryzował się zbliżonym przebiegiem w obydwu grupach próbek. Nie znaczy to, że w przypadku innych materiałów porowatych nieumiejętne suszenie w wysokich temperaturach nie spowoduje istotnych defektów w ich strukturze porowatości, a co za tym idzie nie doprowadzi do wyraźnej zmiany ich współczynników transportu. Jednak w przypadku betonów komórkowych można uznać, że brak jest przesłanek do prowadzenia suszenia próbek przeznaczonych do praktycznego wykorzystania w badaniach kapilarności.

**Słowa kluczowe:** beton komórkowy, podciąganie kapilarne, współczynnik sorpcji kapilarnej, próbki suszone, próbki niesuszone

## SORPTION COEFFICIENT OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE EXAMINED ON DRIED AND NOT DRIED SAMPLES

### Summary

The paper presents results of measurements of capillary sorption coefficient in four density classes of aerated concrete: 400, 500, 600 and 700. The tests were performed on samples of the following dimensions:  $12 \times 12 \times 24$  cm. Two groups of samples were prepared from each of the four density classes. A half of the samples were dried up to reaching constant weight. The other half were researched at the state of natural moisture referring to air-dry conditions. The aim here was to check whether the level of moisture in the material and the very process of samples drying in the temperature of  $105^\circ\text{C}$  can considerably influence the process of capillarity. Comparative graphs were prepared for each density class to show the pace of water sorption in dried and not dried samples. Values of sorption coefficients of the researched aerated concretes were then calculated for the two groups of samples – the dried and not dried ones. The results obtained for the four most common density classes of aerated concrete show no considerable influence of pre-drying on their capillary sorption coefficients. As a matter of fact, there appears to be certain diversification of results but with no clear tendencies. In case of aerated concretes of 600 and 400 class, faster pace of the process was noted for not dried samples. However, for 700 class concrete the dried samples showed higher dynamics of the process. What regards 500 class aerated concrete, capillary flow process was characterized by similar runs for the both groups of samples. However, in case of other porous materials, wrong drying procedures may lead to considerable defects in their porosity structure, which in turn may result in change of their transport coefficients. We can conclude that in case of aerated concretes there is no indication for drying of samples in practical application concerning research on capillarity.

**Keywords:** autoclaved aerated concrete, capillarity, sorption coefficient, dried samples, not dried samples

DOI:10.7862/rb.2014.84

*Przesłano do redakcji: 01.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>17</sup> Autor do korespondencji: Halina Garbalińska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, 91-449-48-29, Halina.Garbalińska@zut.edu.pl

<sup>18</sup> Studentka Linda Cederholm, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, 91-449-48-29, cederholm\_linda@zut.edu.pl



## ANALIZA POTENCJAŁU BIOMASY ROLNICZEJ NA PRZYKŁADZIE TYPOWEJ GMINY W CELU STWORZENIA LOKALNEGO RYNKU BIOMASY

W pracy przedstawione jest oszacowanie energetycznego potencjału słomy, która może być wykorzystana do produkcji ciepła na terenach wiejskich. Analiza została przeprowadzona na przykładzie typowej, rolniczej gminy Brzeźnica w województwie lubuskim. W tym celu przeprowadzono ankietę wśród 64 rolników. Na podstawie zebranych informacji oszacowano dostępny potencjał słomy, którą będzie można wykorzystać do ogrzewania budynków mieszkalnych, samorządowych, lub gospodarczych. Dodatkowo, zebrano informacje o liczbie gospodarstw, w których rolnicy są gotowi zainstalować kocioł na biomasę lub zdecydowaliby się na taką inwestycję przy odpowiednim wsparciu finansowym z funduszy zewnętrznych. Jednocześnie rolnicy ci określili wysokość wsparcia, przy którym mogliby podjąć się takiej inwestycji. Wyniki ankiet pokazują, iż gmina posiada duży potencjał słomy, który wystarczy do ogrzania kilkuset gospodarstw rolnych. Wyniki posłużą opracowaniu modelu organizacyjno-ekonomicznego wykorzystania lokalnej biomasy dla celów energetycznych. Będzie on miał na celu umożliwienie szerokiego zastosowania kotłów na lokalną (zwłaszcza własną) biomasę w warunkach polskich. Tematyka ta jest przedmiotem żywego zainteresowania w skali całej Polski, a także Unii Europejskiej. Podstawową barierą do stworzenia lokalnego rynku biomasy jest brak rozwiązań organizacyjno-prawnych, które umożliwiłyby w warunkach polskich możliwie pełne wykorzystanie lokalnych zasobów biomasy. Zasoby posiadane przez poszczególnych rolników różnią się bowiem co do wystarczalności; natomiast obiekty samorządowe z reguły swojej własnej biomasy nie posiadają. Należy zatem stworzyć system lokalnej wymiany biomasy; tj. handlu jej nadwyżkami.

**Słowa kluczowe:** biomasa, słoma, potencjał, spalanie, ciepło

## ANALYSIS OF ENERGY POTENTIAL OF AGRICULTURAL BIOMASS – A CASE STUDY OF A TYPICAL AGRICULTURAL COMMUNE WITH PERSPECTIVE OF CREATION A LOCAL BIOMASS EXCHANGE

### Summary

The paper presents an estimate of the energy potential of post-harvest straw that can be used for heating of buildings in rural areas. The analysis is done for a typical agricultural commune Brzeznica in Lubuskie Region in Western Poland. For this purpose, a survey was performed among 64 farmers. The collected information was used to estimate the available straw potential, which can be used for heating of residential, farming or public buildings. Moreover, information was collected on the number of farms, where farmers were willing to install a biomass boiler or would decide to do such an investment, if adequate financial support from external funds were granted. The results of the survey show that there exists a significant potential of straw that could be used for providing heat to several hundred holdings in the commune. Resources owned by individual farmers vary - some have a surplus; while e.g. local governments usually do not have their own biomass. It is therefore necessary to create a system of local biomass exchange; i.e. trading of its surpluses. The main barrier for the creation of a local biomass market in the Polish conditions is lack of organizational and legal solutions that would lead to a possibly full use of the local biomass resource. The collected data will help elaborate an organizational-economic model of using the local biomass for energy purposes.

**Keywords:** biomass, straw, potential, combustion, heat

DOI:10.7862/rb.2014.85

*Przestano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>19</sup> Autor do korespondencji: mgr inż. Wojciech Goryl, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, oraz Stowarzyszenie The Krakow Institute for Sustainable Energy, ul. Kierzkowskiego 23, 30-433 Kraków, +48 12 617 34 28, wgoryl@agh.edu.pl.

<sup>20</sup> Prof. dr hab. Adam Guła, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, oraz Stowarzyszenie The Krakow Institute for Sustainable Energy, ul. Kierzkowskiego 23, 30-433 Kraków, +48 12 617 34 28, gula@agh.edu.pl

Marek GOSZTYŁA<sup>1</sup>  
Tomasz HUK<sup>2</sup>

## REKONSTRUKCJA CZY IMITACJA DOMU SOKOŁA W ŁAŃCUCIE

Przedstawiona przebudowa gmachu Towarzystwa Gimnastycznego „Sokół” w Łańcucie jest przykładem modernizacji obiektu znajdującego się w ewidencji zabytków, lecz nie ujętego w rejestrze w myśl przepisów ustawy O ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z 23 lipca 2003 r. ( Dz. U. nr 162, poz. 1568 z 17 września i późn. zm.). Pomimo, że dom „Sokoła” znajdował się w ewidencji zabytków, to inwestor, posiłkując się ekspertyzą techniczną, zdecydował się na rozebranie obiektu. Trudno zaakceptować taką decyzję, zważywszy że, obiekt charakteryzował się dobrym stanem technicznym, o czym świadczyły opracowania techniczne. Wykonane ekspertyzy wykazują, że nadrzędnym problemem w przebudowie gmachu „Sokoła” nie był zły stan techniczny obiektu, lecz nowa funkcja, niedostosowana do możliwości przestrzennych budynku. W efekcie, opracowane oceny wykazały, że przebudowa obiektu w tak dużym stopniu jest ekonomicznie nieuzasadniona. Przeprowadzona modernizacja domu „Sokoła” ukazuje znany konflikt występujący przy adaptacji zabytków, tzn., pomiędzy formą zabytkową obiektu a nową funkcją. Występujące sprzeczności pomiędzy interesami inwestorów a konserwatorami zabytków, nie zawsze kończą się adaptacją zabytku, w taki sposób aby w jak najmniejszym stopniu ingerować w zabytkową strukturę. Pomimo, że w obliczu sprawdzonych i zaawansowanych technologiach budowlanych, możliwe było opracowanie projektu, który spełniłby wymogi funkcjonalne, przy pozostawieniu wartościowej oryginalnej struktury budynku, wybrano rozwiązanie, może uzasadnione ekonomicznie, ale pozostające w opozycji z obowiązującą doktryną konserwatorską. Wybudowano nowy obiekt z imitacją, a nie rekonstrukcją szaty zewnętrznej elewacji, co w efekcie końcowym doprowadziło do eliminacji zabytku architektury.

**Słowa kluczowe:** adaptacja, modernizacja, przebudowa, rekonstrukcja, architektura Galicji, zabytek.

<sup>1</sup> Dr hab. inż. Marek Gosztyła, prof. PRz, Kierownik Katedry Konserwacji Zabytków, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie, 17 8651939, gosztyla@prz.edu.pl.

<sup>2</sup> Autor do korespondencji: mgr inż. arch. Tomasz Huk, Katedra Konserwacji Zabytków, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie, +48 502663776, thuk@prz.edu.pl

## RECONSTRUCTION OR JUST AN IMITATION OF THE "SOKÓŁ" GYMNASTIC SOCIETY BUILDING IN ŁAŃCUT

### Summary

Presented in the article reconstruction of the edifice of the "Sokół" Gymnastic Society in Łańcut is an example of modernization of a building from the List of Historic Monuments, though not registered - under the Law on the protection and conservation of monuments of 23 June 2003 [Journal of Laws no. 162.1568 of 17 September as amended] in the Register of Historic Monuments. Although, the edifice was on the List of Historic Monuments, the investor - recourse to technical expertise - have led to its demolition. The building in fact - according to technical documents - was still in a good condition. Hence, it is difficult to accept the decision of the investor. As the expert evaluations reveal, an overriding issue of the alteration was not the poor technical condition of the building but its new function, yet not adapted to its spatial possibilities. As a result, according to the above mentioned expertise, reconstruction in such a large degree seemed unprofitable. The modernization carried out over the edifice of the "Sokół" Gymnastic Society presents the widespread conflict concerning monuments conversion, i.e. between their historic forms and new functions. Due to the common conflicts of interests that occur between the investors and conservators, the reduction of interference in historic structure of converted buildings becomes irrelevant. Although, it would have been possible to develop a project meeting all the functional requirements - due to the access to proven and advanced construction technologies - maintaining simultaneously the valuable original structure of the building, the chosen solution - yet economically viable - remains at odds with the current doctrine of conservation. So finally, there is a completely new building with an imitation instead of reconstruction of the exterior façade, eventually resulting in elimination of the architectural monument.

**Keywords:** conversion, modernization, alteration, reconstruction, Galician architecture, monument.

DOI:10.7862/rb.2014.86

*Przestano do redakcji: 25.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

Tomasz GRUDNIEWSKI<sup>21</sup>  
Sławomir CZERNIK<sup>22</sup>  
Zofia LUBAŃSKA<sup>23</sup>  
Roman LICHOGRAJ<sup>24</sup>  
Piotr LICHOGRAJ<sup>25</sup>

## PRÓBA MODYFIKACJI WŁASNOŚCI WARSTW OTRZYMYWANYCH W PROCESIE SPUTTERINGU MAGNETRONOWEGO Z WYKORZYSTANIEM ELEMENTÓW STEROWANYCH ZEWNĘTRZNIE

Sputtering magnetronowy jest techniką napyłania warstw zdobywającą coraz większe zainteresowanie w procesach wytwarzania elementów elektronowych i ogniw fotowoltaicznych. Celem prezentowanych w artykule prac badawczych, była analiza możliwości modyfikacji składu i topografii warstw otrzymywanych w procesie sputtering magnetronowego z wykorzystaniem elementów sterowanych zewnątrz. Rolą wprowadzonych do układu elementów zewnętrznych było zaburzenie procesu nanoszenia warstw. Zaburzenie nanoszenia warstw może skutkować pozytywnie, powodując większe uporządkowanie struktury warstwy lub bardziej jednolitą powierzchnię, lub negatywnie - całkowicie uniemożliwiając prawidłowe napylenie warstwy. Oba rezultaty są pożądane z punktu widzenia zastosowań produkcyjnych. Z jednej strony poszukuje się cienkich i jednolitych warstw, a z drugiej - warstw o zmodyfikowanej topografii. W czasie eksperymentów autorzy użyli siatek stalowych oraz przewodników miedzianych umieszczonych w wybranych odległościach od siebie jak i podłoża, a następnie napyłali miedź na powierzchnię płytek ze szkła laboratoryjnego. Następnie próbki zostały przebadane przy pomocy mikroskopy wykrywającej skład atomowy substancji i mikroskopu sił atomowych celem analizy zmian w topografii. Autorzy spodziewali się otrzymać warstwy o zwiększonej powierzchni aktywnej. Zgodnie z przewidywaniami autorów otrzymane warstwy okazały się znacznie cieńsze. Interesujący jest natomiast fakt, że ich struktura była bardziej uporządkowana niż na próbce referencyjnej, a ich chropowatość znacznie mniejsza. Podczas eksperymentów nie doszło także do wybijania materiału z dodatkowych elementów wprowadzonych do układu.

**Słowa kluczowe:** cienkie warstwy, modyfikacja warstw, chropowatość, skład atomowy.

## ATTEMPT OF THE LAYER MODIFYCATION USING EXTERNALLY CONTROLLED ELEMENTS DURING MAGNETRON SPUTTERING.

### Summary

Magnetron sputtering is a technic to spray sheets that acquire more interests in electronics and photovoltaic fabrication. The aim of the research presented in present paper was to analyze the possibility of modifying of the layers obtained by the magnetron sputtering - using elements controlled externally. Those elements can modify obtained layers in two different ways: positive by greater orderliness of structure or more uniform surface, or negative causing gaps in sputtered coating. Both results are desirable from the applications point of view. On the one hand seeking to thin and uniform layers on the other layers of the modified topography. During the experiments, the authors used a wire mesh and copper conductors located in some distance from each other and the substrate. Then the samples were tested using the SEM microscope witch detection probe that allow to detect the layer composition substances and atomic force microscope for analysis of changes in topography. Authors hoped to achieve layers with greater active surface area. As authors suspected, sputtered layers were a lot thinner. Interesting fact is that their structure was a lot more ordered than the reference sample, and their roughness was smaller. During the experiment there was no material extraction from additional elements.

**Keywords:** thin films, modification of the layers, roughness, atomic composition

DOI:10.7862/rb.2014.87

*Przesłano do redakcji: 25.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>21</sup> Autor do korespondencji: Tomasz Grudniewski, Zakład Informatyki, Katedra Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, 833449908, knt@pswbp.pl

<sup>22</sup> Sławomir Czernik, Centrum Badań nad Innowacjami, Państwowa Szkoła Wyższa, Sidorska 105, 21-500 Biała Podlaska, 608619570, czernikslawomir@gmail.com

<sup>23</sup> Zofia Lubańska, Zakład Informatyki, Katedra Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, 833449908, knt@pswbp.pl

<sup>24</sup> Roman Lichograj, Zakład Informatyki, Katedra Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, 833449908, knt@pswbp.pl

<sup>25</sup> Piotr Lichograj, Zakład Informatyki, Katedra Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, 833449908, knt@pswbp.pl

## MODELOWANIE CHARAKTERYSTYK I-V OGNIW SŁONECZNYCH W ŚRODOWISKU MATLAB/SIMULINK

Pogarszająca się sytuacja energetyczna dzisiejszego świata skłania rządy wielu krajów do działań, związanych z poszukiwaniem alternatywnych rozwiązań w tym sektorze. Nowe, bardziej przyjazne środowisku technologie otrzymywania „czystej” energii mają szansę stać się w przyszłości poważną alternatywą dla paliw kopalnych, takich jak węgiel, ropa czy gaz, które są na wyczerpaniu. Bardzo obiecującym źródłem energii jest promieniowanie słoneczne, ze względu na jego wszechobecność i proekologiczność. Fotowoltaika jest jedną z najszybciej rozwijających się technologii konwersji energii ze źródeł odnawialnych z uwagi na niskie koszty utrzymania systemów. Czynnikiem hamującym powszechne wykorzystanie systemów fotowoltaicznych, jako źródła energii, są jednak wciąż zbyt wysokie ceny modułów PV, na które składa się zarówno koszt materiałów bazowych jak i koszt technologii wytwarzania modułów. Jedną z metod wspomagających proces badań nad zwiększeniem sprawności przy jednoczesnym obniżeniu kosztów ogniw słonecznych jest modelowanie i symulacja komputerowa oparta na tzw. modelach zastępczych ogniw słonecznych. Jednym z takich modeli jest jednodiodowy model ogniwa słonecznego. Rezultaty obliczeń komputerowych wykonanych na podstawie modelu jednodiodowego pozwalają określić parametry pracy ogniwa przy różnych warunkach nasłonecznienia czy temperatury.

W artykule przedstawione zostały rezultaty dostosowania uniwersalnego modelu zastępczego ogniwa do przykładowego modułu komercyjnego KC32T02 oraz zaprezentowano wyniki obliczeń charakterystyk prądowo-napięciowych dla różnych warunków nasłonecznienia i temperatury. Otrzymane zależności są zgodne z wynikami podanymi przez producenta modułu.

**Słowa kluczowe:** fotowoltaika, ogniwa słoneczne, charakterystyka I-V, modelowanie komputerowe

## MODELING OF THE I-V CHARACTERISTICS OF SOLAR MODULE IN MATLAB/SIMULINK ENVIRONMENT

### Summary

The world energy situation force the governments of many countries to find alternative solutions in this sector. New, more environmentally friendly technologies of producing energy have a big potential to become alternative technique for producing energy from coal, petroleum or gas. Very promising source of energy is Sun. Photovoltaics is the one of the highest growth potential method of producing energy from renewable sources because of the low maintenance cost of the system. However, the price of modules are still high because of the cost of obtaining very pure silicon substrates for the solar cells. For this reason many researches focus on the increasing efficiency of the solar cells with decreasing the cost of production.

One of the method is computer modeling of I-V curve of solar cell with use of one-diode model. Results of computer analysis allow to obtain optimal parameters of the module for different environmental conditions. This paper presents modeling of I-V power output characteristics of solar module with use of PV one-diode cell equivalent circuit. Computational model has been implemented in Matlab/Simulink environment. On the basis of the model and parameters of the module delivered by manufacturer computer calculations of the I-V curves has been carried out. Results presented in this paper have shown possibility of behavior prediction of solar module in different weather condition, especially for varying cell temperature and solar radiation.

**Keywords:** photovoltaics, solar cell, I-V characteristics, computer modeling.

DOI:10.7862/rb.2014.88

*Przesłano do redakcji: 07.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

---

<sup>26</sup> Sławomir Gułkowski, Politechnika Lubelska, Nadbystrzycka 38, 20-618 Lublin, tel. (+81) 538 47 00, s.gulkowski@pollub.pl

## ZASOBY I MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH W REJONIE POGÓRZA ŚRODKOWOBESKIDZKIEGO, BESKIDU ŚRODKOWEGO ORAZ BESKIDU LESISTEGO

Artykuł przedstawia wyniki oszacowań zasobów energii geotermalnej zakumulowanej w utworach formacji fliszowej oraz w skałach podłoża fliszu karpackiego w rejonie polskiej części Karpat wschodnich, od południka Gorlic, po Bieszczady. Obszar ten obejmuje powierzchnię ok. 9830 km<sup>2</sup>, co stanowi ok. 3,2% powierzchni Polski. Przedstawiono także lokalizację perspektywicznych stref oraz wskazano możliwości i kierunki optymalnego wykorzystania wód geotermalnych do celów ciepłowniczych i/lub balneoterapeutycznych w omawianym rejonie. Prezentowane wyniki badań są efektem pogłębionych analiz, wykonanych w ramach prac statutowych Katedry Surowców Energetycznych AGH wykonanych na kanwie projektu pt. "Atlas geotermalny Karpat wschodnich", zrealizowanego przez AGH na zlecenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2010-2013. Obliczenia zasobów przeprowadzono z uwzględnieniem przyjętej klasyfikacji zasobów energii geotermalnej - zgodnie z diagramem McKelvey'a. Podano wielkości szacunkowe energii zakumulowanych w poszczególnych zbiornikach geotermalnych, a wyniki obliczeń odniesiono do wielkości zasobów energii geotermalnej zakumulowanych w innych regionach Polski. Relatywnie niski potencjał geotermalny stwierdzono zarówno w obrębie utworów fliszowych, jak i w zbiornikach geotermalnych mezozoiczno-paleozoicznego podłoża Karpat fliszowych. Przeprowadzone analizy wskazują, że utwory miocenu, występujące pod nasunięciem fliszu, lokalnie charakteryzują się korzystnymi własnościami zbiornikowymi. Najbardziej interesująco, z punktu widzenia możliwości wykorzystania wód geotermalnych do celów grzewczych, prezentuje się rejon Błędowej Zgłobieńskiej, ok. 15 km na zachód od Rzeszowa. Według oszacowań możliwe jest tam uzyskanie wydajności ujęć wód termalnych na poziomie ok. 30 m<sup>3</sup>/h, o temperaturze ok. 72°C i mineralizacji ok. 54 g/dm<sup>3</sup>.

**Słowa kluczowe:** energia geotermalna, zasoby geotermalne, Karpaty wschodnie, Beskidy

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Marek Hajto, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Surowców Energetycznych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel: +4812 617-38-39, mhajto@agh.edu.pl

## GEOTHERMAL RESOURCES AND POSSIBILITIES OF USE OF GEOTHERMAL WATERS I THE AREA OF ŚRODKOWOBESKIDZKE FOOTHILLS, MIDDLE BESKIDY AND BESKID LESISTY

### Summary

The article presents the results of estimation of geothermal energy resources in flysch formations, and the Miocene, Mesozoic and Paleozoic basement of the flysch in the area of the Polish Eastern Carpathians from the meridian of Gorlice to the Bieszczady Mts. This area covers approximately 9830 km<sup>2</sup>, which is ca. 3.2% of the Polish territory. The paper also shows the location of the prospective zones, possibilities and directions of optimal use of geothermal waters for heating purposes and/or balneotherapy in this area. The study represents the result of profound analyzes, carried out within the framework of the statutory work of the Department of Fossil Fuels, AGH-UST, supplied in the project entitled "Geothermal Atlas of the Eastern Carpathians", issued by AGH-UST, on behalf of the Ministry of Science and Higher Education in the years 2010-2013. The calculations were carried out according to the McKelvey's geothermal energy resources classification. The estimates of energy accumulated in individual geothermal aquifers and the results of calculations are referred to the size of geothermal energy resources accumulated in other geothermal provinces of Poland. The relatively low geothermal potential was found as well in the flysch cover as in the geothermal aquifers of the Mesozoic-Paleozoic basement. The analyzes show that the Miocene aquifers covered with flysch sediments are locally characterized by favourable reservoir properties. The most interesting aquifers, from the point of view of possibility of using geothermal water for heating purposes, are present in the area of Błędowa Zgłobieńska, about 15 km west of Rzeszów. According to the estimates, it is possible to set up a small power plant which will use thermal water with intakes at approximately 30 m<sup>3</sup>/h, with a temperature of about 72°C and TDS of ca. 54 g/dm<sup>3</sup>.

**Keywords:** geothermal energy, geothermal resources, Eastern Carpathians, Beskydy Mts.

*"Artykuł przygotowano w ramach prac statutowych Katedry Surowców Energetycznych AGH nr 11.11.140.321"*

DOI:10.7862/rb.2014.89

*Przesłano do redakcji: 06.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

## NOWOCZESNE METODY MAGAZYNOWANIA ENERGII

W najbliższych latach, wraz z pogłębianiem się problemów energetycznych świata i coraz szerszym wykorzystywaniem odnawialnych źródeł energii bardzo istotnym zagadnieniem stanie się magazynowanie energii. Opracowywane i ciągle udoskonalane technologie gromadzenia energii mają przyczynić się przede wszystkim do rozwiązania problemu pokrycia zapotrzebowania na energię w okresach szczytów energetycznych wywołanych nagłymi zmianami zużycie energii elektrycznej. W pracy przedstawiono najbardziej obiecujące rozwiązania w zakresie kumulacji energii z różnych źródeł. Omówiono wybrane metody magazynowania energii, w tym metody chemiczne, elektrochemiczne, mechaniczne oraz elektryczne. W metodach chemicznych, energię najczęściej gromadzi się produkując paliwa tj. wodór. Odzyskanie energii z paliw może być zrealizowane np. na drodze ich spalania. Metody elektrochemiczne bazują na akumulatorach, w tym najnowocześniejszych akumulatorach przepływowych. W metodach mechanicznych na szczególną uwagę zasługuje magazynowanie energii w sprężonym powietrzu, a wśród metod elektrycznych przyszłością jest superkondensator, przykład bezpośredniego magazynu energii. Aby móc efektywnie wykorzystywać prezentowane rozwiązania, znaczna ich część wymaga jednak udoskonalenia, poprawy sprawności i obniżenia kosztów eksploatacji. Należy przypuszczać, że zwłaszcza ekologiczne korzyści stosowania systemów magazynujących energię, spowodują w najbliższej przyszłości wzrost zainteresowania i inwestycji dla tego typu instalacji. Dopóki jednak koszty instalacyjne takich przedsięwzięć nie zmaleją, a sprawności ogólne nie wzrosną, będą one w większości przypadków wykorzystywane jedynie do badań i prób, a nie do realnego podniesienia sprawności energetycznej przedsiębiorstw produkujących energię elektryczną.

**Słowa kluczowe:** energia elektryczna, odnawialne źródła energii, kumulacja energii, magazyny energii

## MODERN METHODS OF ENERGY STORAGE

### Summary

In the coming years, with the deepening of the energy problems of the world and an increasing use of renewable energy sources very important issue becomes energy storage. Developed and constantly improved energy storage technologies are expected to contribute mainly to solve the problem of covering the demand for energy during periods of peak energy caused by sudden changes in electricity consumption. The paper presents the most promising solutions for the accumulation of energy from different sources. The selected method of storing energy, including chemical methods, electrochemical, mechanical and electrical. In the chemical methods, most often accumulates energy consumption that is producing hydrogen. Recovery of energy from fossil can be realized for example by burning them. Electrochemical methods are based on batteries, including batteries, most of the flow. The methods of mechanical deserve special attention storing energy in compressed air and electrical methods for the future of the supercapacitor, such as direct store energy. To be able to effectively use the presented solutions, a substantial portion, however, requires improvements to improve efficiency and reduce operating costs. It must be assumed that especially the ecological benefits of energy storage systems, will in the near future increase in interest and investment for this type of installation. But as long as the installation costs of such ventures will decrease and not increase overall efficiency, they will in most cases be used only for research and testing, and not to the real increase energy efficiency of enterprises producing electricity.

**Keywords:** electricity, renewable sources of energy, accumulation of energy, energy storage

DOI:10.7862/rb.2014.90

*Przesłano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>27</sup> Autor do korespondencji: Arkadiusz Jamrozik, Instytut Maszyn Ciepłych, Politechnika Częstochowska, Armii Krajowej 21, 42-201 Częstochowa, jamrozik@imc.pcz.czest.pl

<sup>28</sup> Adam Głuszek, Politechnika Częstochowska, adam\_ga@poczta.fm

<sup>29</sup> Arkadiusz Olejnik, Politechnika Częstochowska, olejnik.arkadiusz@gmail.com

## OCENA EFEKTYWNOŚCI IZOLACYJNO-AKUMULACYJNEJ PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH

Celem niniejszego opracowania jest określenie wpływu izolacyjności termicznej i pojemności cieplnej przegród zewnętrznych budynku na panujące w nim warunki termiczne. W artykule przybliżono pojęcia izolacyjności i akumulacyjności termicznej w kontekście aktualnych badań naukowych i obowiązujących wymogów krajowych. Aktualne polskie przepisy stawiają wobec przegród zewnętrznych wymagania dotyczące jedynie ich izolacyjności termicznej, podczas gdy, z zaprezentowanych badań naukowych wynika, że akumulacyjność termiczna przegród budowlanych jest często niedocenianym czynnikiem, który odpowiednio wykorzystany, może w zauważalnym stopniu obniżyć energetyczne koszty całorocznego utrzymania budynku i wpływać pozytywnie na odczuwanie komfortu cieplnego przez jego użytkowników. Na podstawie analiz prowadzonych przez innych autorów. Określono także optymalną, dla klimatu Polski, lokalizację warstwy termoizolacyjnej w przegrodzie.

Analizę tytułowego problemu, prowadzoną w dalszej części pracy oparto na sprawdzeniu i porównaniu odpowiedzi termicznych wewnętrznych powierzchni przegród zewnętrznych na relatywnie krótkotrwałe zmiany temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego. Wykorzystano w tym celu metodę różnic skończonych za pomocą której przeprowadzono symulacje dwóch niezależnych przypadków obciążeń termicznych, dla ścian o zróżnicowanej budowie. Wybrane wyniki przeprowadzonych symulacji zostały zaprezentowane w tekście. W ocenie warunków termicznych występujących w budynku podczas analizowanych zmian temperatur posłużono się, specjalnie w tym celu wprowadzonym, współczynnikiem efektywności izolacyjno-akumulacyjnej. Tak przeprowadzona analiza posłużyła sformułowaniu stosownych wniosków końcowych.

**Słowa kluczowe:** pojemność cieplna, bezwładność termiczna, przegrody zewnętrzne, metoda różnic skończonych

## ASSESSMENT OF INSULATING ACCUMULATING EFFECTIVENES OF BUILDINGS' EXTERNAL WALLS

### Summary

The purpose of this work is to assess the impact of thermal insulation and heat capacity of building's envelope, on thermal conditions of the building's interior.

The article describes thermal insulation and heat capacity referring to the results of present scientific research, as well as to current polish regulations in this matter. The obligatory regulations in Poland enforce only the maximal value of heat transfer coefficient of buildings' envelope, while presented research proves thermal capacity to be a factor, that could significantly reduce annual energy requirements of a building, as well as to positively influence thermal comfort of it's users. The optimal location of thermal insulating layer of external walls required in polish climate was identified, basing on other authors' research.

The analysis of the titular problem was based on calculating and comparing thermal responses of internal surfaces of external walls, due to relatively short-term changes of thermal boundary conditions. The finite difference method was used to conduct simulations of two independent cases of dynamic thermal conditions. Multiple walls of various construction were subjected to mentioned thermal loads. Selected results of conducted simulations were presented in this paper. In order to evaluate obtained results, the insulating-accumulating coefficient of a wall was introduced. Presented analysis created a basis to form proper conclusions.

**Keywords:** thermal capacity, thermal inertia, external walls, finite difference method

DOI:10.7862/rb.2014.91

*Przesłano do redakcji: 16.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>30</sup> Autor do korespondencji: mgr inż. Marcin Kaczmarzyk, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Zakład Budownictwa Ogólnego, kacmar@prz.edu.pl

## UNIKATOWA BUDOWLA KURHANU W KSZTAŁCIE KOPUŁY

W artykule przedstawiono kurhan–kaplicę cmentarną przeznaczoną do pochówku zmarłych i obrzędów religijnych z tym związanych, wybudowany w Karniowicach koło Trzebini. Karniowicki „kurhan” łączy elementy starożytne z nowoczesnymi. Stanowi skrzyżowanie myśli konstrukcyjnej egipskich piramid, katakumb rzymskich, kaplic książęcych i królewskich z tradycją słowiańskiego grzebania zmarłych czy indiańskich kurhanów nad rzeką Missisipi. Celem budowy było ograniczenie powierzchni cmentarnej, co stanowi obecnie godną uwagi innowacyjność na skalę światową w tej dziedzinie. Kurhan, to w porównaniu z tradycyjnym cmentarzem, 30-krotna oszczędność miejsca, a po specjalnych zabiegach, które spowodują mineralizację ciał, nawet 100-krotna: 1600 pochówków na 5 arach ziemi. Uzyskano to poprzez zastosowanie do budowy kopuły monolitycznej, systemu Monolithic wykorzystującego deskowanie tracone miękkie w formie pneumatycznej. Jest to metoda w Polsce mało znana i rzadko stosowana. Umożliwiło to wybudować kopułę o dużej odporności konstrukcji na szkody górnicze, skróciło znacznie czas budowy oraz pozwoliło w późniejszym czasie eksploatacji oszczędzić energię przy ogrzewaniu lub chłodzeniu wnętrza obiektu co jest dla takiego przeznaczenia obiektu bardzo ważne. Połączenie tych cech pozwoliło stworzyć budowlę wyjątkową, która może być w przyszłości dobrym rozwiązaniem budowania cmentarzy w miastach, w których brakuje miejsca na cmentarze.

**Słowa kluczowe:** grobowiec, kopiec, torkretowanie, deskowanie tracone

<sup>1</sup>dr inż. Marek Kamieniarz, Zakład Budownictwa i Fizyki Budowli, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska 31-155 ul. Warszawska 24 Kraków, 12 6282152, marek109@vp.pl .

## UNIQUE DOME-SHAPED CONSTRUCTION OF A BURIAL MOUND

### Summary

The article presents a burial mound – a cemetery chapel dedicated to the burial of the dead and the religious rituals connected with it; built in Karniowice near Trzebina. The burial mound combines modern and ancient elements and constitutes a mixture of the design ideas of the Egyptian pyramids, Roman catacombs, princely and royal chapels with a Slavonic tradition of burying the dead or Indian burial mounds on the Mississippi River. The purpose of the construction was to reduce the cemetery area, which is currently a notable innovation on a global scale. The burial mound gives, in comparison with a traditional cemetery, a 30-fold saving space, and after special treatments that will mineralize bodies, as much as 100-fold: 1600 burials at five ares of land. Such an effect has been achieved by applying a Monolithic system for the construction of the dome. The system uses soft permanent formwork in a pneumatic form. It is a method which is little known and rarely used in Poland. Due to the use of the method the dome is highly resistant to mining damage and the construction time was significantly shortened. What is more, the maintenance costs including energy for heating and cooling of the interior have been reduced which is very important for this kind of a building. The combination of these features resulted in a unique structure, which can be a good future option for city cemeteries where there is a shortage of burying places.

**Keywords:** tomb, mound, shotcreting, permanent formwork

DOI:10.7862/rb.2014.92

*Przesłano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*



## AKTUALNE WYMOGI KONSTRUKCYJNE DOTYCZĄCE PODKŁADÓW W PODŁOGACH PŁYWAJĄCYCH W ASPEKTCIE BŁĘDÓW PROJEKTOWYCH I WYKONAWCZYCH

W niniejszym artykule przedstawiono najważniejsze zdaniem autora wytyczne, zawarte w aktualnej literaturze technicznej, dotyczące projektowania i wykonawstwa monolitycznych podkładów w podłogach pływających. Skupiono się na podłogach w pomieszczeniach wewnętrznych, przeznaczonych na pobyt ludzi. Główną uwagę zwrócono na warunki prowadzenia robót i przygotowanie podkładów monolitycznych do wykończenia posadzkami z materiałów syntetycznych, takich jak wykładziny PVC, czy posadzki żywiczne. Zwrócono uwagę na brak obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, obejmujących zagadnienie robót wykończeniowych, w tym prac związanych z wykonywaniem warstw podłogowych. Przedstawiono argumenty przemawiające za koniecznością wykonywania warstw podłogowych na podstawie szczegółowych projektów wykonawczych. Opisano zagadnienia, które zdaniem autora powinny być uwzględnione w projekcie wykonawczym, w celu uniknięcia błędów w realizacji oraz ewentualnych sporów przy odbiorze robót. Zwrócono między innymi uwagę na potrzebę indywidualnego dobierania parametrów podkładu monolitycznego, z uwzględnieniem planowanych obciążeń oraz podatności warstwy sprężystej, na której spoczywa podkład. Przedstawiono wybrane błędy projektowe i wykonawcze dotyczące dylatacji podkładów monolitycznych, które zostały zaobserwowane przez autora w zrealizowanych obiektach. Opisano między innymi często popełniane błędy związane z wykonywaniem dylatacji przeciwskurczowych, takie jak brak dylatacji w miejscach wymuszonych kształtem pomieszczenia i występującymi w nim elementami konstrukcyjnymi oraz brak prawidłowego wykończenia szczeliny dylatacyjnej podkładu przed wykonaniem warstwy posadzkowej. Zaprezentowano metody zszywania dylatacji skurczowych, stosowane obecnie w celu uciążenia powierzchni podkładu i zapobiegania procesowi klawiszowania zdylatowanych pól podkładu.

**Słowa kluczowe:** podkłady monolityczne, podłogi pływające, dylatacje podkładów, zszywanie dylatacji skurczowych

## CURRENT CONSTRUCTION REQUIREMENTS FOR THE FLOATING SCREEDS IN THE CONTEXT OF DESIGN AND EXECUTIVE ERRORS

### Summary

The article discusses the most important guidelines found in the present technical literature, whose negligence leads to damages of the floors. It focuses on the floors in the inner compartments designed to accommodate people. Main attention was paid to conditions for the execution of works and preparation of the monolithic screeds in floating floors, covered with synthetic layers, such as PVC or resin floorings. Lack of existing technical-constructional regulations was pointed out, especially in the aspect of finishing works, including execution of the floorings. Execution of floor layers based on the detailed executive projects was strongly suggested. Issues that should be included in the executive project were discussed, in order to avoid errors in the implementation and disputes upon the acceptance of the works. The need for an individual matching the parameters of the monolithic screed was highlighted, taking into account the planned loads and susceptibility of the elastic layer under the screed. Commonly met design and executive errors related to joints in monolithic screeds were presented, together with the possible ways to avoid them. Mistakes associated with the execution of contraction joints, such as the lack of joints forced by the shape of the room and presence of the constructional elements as well as the lack of proper finishing of the joint before covering with the flooring were discussed. Modern methods of sewing of contraction joints, used to bind the screed surface and prevent curling of the separated screed bays were also proposed.

**Keywords:** monolithic screed, floating screed, screed joints, sewing of contraction joints

DOI:10.7862/rb.2014.93

*Przesłano do redakcji: 02.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>31</sup> mgr inż. Michał Kołaczkowski, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Zakład Budownictwa i Fizyki Budowli, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: kolaczko@o2.pl, tel.: 12 628 21 33

## FRAKTALNY OPIS POWIERZCHNI PRZEŁOMU BETONÓW CEMENTOWYCH

W artykule zaprezentowano podejście do określania wymiaru fraktalnego linii profilowej wydzielonej z powierzchni przełomu betonu z uwzględnieniem w analizie takich składników struktury, jak: ziarno kruszywa grubego oraz stwardniały zaczyn cementowy. W przypadku zarówno zaczynu cementowego, jak i ziaren kruszywa grubego analizie fraktalnej poddano dwa warianty. Dla ziaren kruszywa obliczono wymiar fraktalny  $D$  w przypadku przełomu poziarnowego oraz w przypadku przejścia pęknięcia na wskroś ziarna. Zaczyn cementowy poddano natomiast analizie w przypadku przełomu powstałego przez sam zaczyn cementowy oraz w przypadku powierzchni przełomu powstałej na skutek oddzielenia się kruszywa od matrycy cementowej (odcisk w zaczynie po przełomie poziarnowym). Badania fraktalne przeprowadzono na powierzchniach przełomu betonów dwiema metodami: pudełkową ( $D_{BC}$ ) i obwiedni morfologicznej ( $D_m$ ). Wykazano, że znaczący wpływ na wartość obu wymiarów fraktalnych  $D_{BC}$  i  $D_m$  mają ziarna kruszywa grubego bez względu na charakter pęknięcia. Stwierdzono, że największy wymiar fraktalny mają pęknięcia przechodzące przez ziarna kruszywa grubego, występujące zarówno w przypadku pęknięć poziarnowych ziaren kruszywa, jak i pęknięć ziaren kruszywa na wskroś. W obu wariantach uzyskano wartości wymiaru fraktalnego oboma metodami o około 11 % większe, aniżeli wartości wymiaru fraktalnego otrzymane w przypadku przejścia pęknięcia przez matrycę cementową. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wymiar fraktalny  $D$  linii profilowej może być określany jako wartość średnioważona, uwzględniająca udział różnych typów pęknięć znajdujących się na linii profilowej.

**Słowa kluczowe:** beton, powierzchnia przełomu, wymiar fraktalny, analiza powierzchni, profilometr laserowy.

## FRACTAL DESCRIPTION OF CEMENT CONCRETES FRACTURE SURFACE

### Summary

The paper presents an approach for determining the fractal dimension of the profile lines separated from the fracture surface of concrete with regard to the analysis of structural components such as grains of coarse aggregate and hardened cement paste. Both for the cement paste and the coarse aggregate, two variants were subjected to fractal analysis. In the case of the coarse aggregate, a fractal dimension was calculated for the crack around the grain and for a transition of the crack through the grain. The cement paste was analyzed with respect to the fracture surface created by the cement paste itself, and with respect to the fracture surface resulting from the separation of the coarse aggregate from the cement matrix (cement paste imprint on the grain aggregate). The fractal study was conducted on the fracture surfaces of concrete using two methods: a box counting method and morphological envelopes method. It has been shown that the grains of the coarse aggregate have a significant impact on the value of the fractal dimension  $D$ . It has been found that the cracks passing through the grains of the coarse aggregate have the largest fractal dimensions. For both of the variants, the fractal dimension values obtained with both of the methods were 11% higher. On the basis of the obtained results it was found that the fractal dimension  $D$  of the profile line can be defined as a weighted average incorporating different types of the cracks on the profile line.

**Keywords:** concrete, fracture surface, fractal dimension, surface analysis, laser profilometer.

DOI:10.7862/rb.2014.94

Przesłano do redakcji: 14.12.2014 r.

Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.

<sup>32</sup> Autor do korespondencji: dr inż. Janusz KONKOL, Katedra Inżynierii Materiałowej i Technologii Budownictwa, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865-1701, e-mail: janusz.konkol@prz.edu.pl.

<sup>33</sup> Prof. dr hab. inż. Grzegorz PROKOPSKI, Katedra Inżynierii Materiałowej i Technologii Budownictwa, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865-1439, e-mail: grzepak@prz.edu.pl.

## WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI BETONÓW MODYFIKOWANYCH ZMIENNYM UDZIAŁEM DODATKU METAKAOLINITU

W referacie przedstawiono wyniki badań betonów wykonanych na cemencie CEM I 32,5R, kruszywie grubym granitowy i o zróżnicowanym udziale dodatku metakaolinitu MK, zastosowanego jako substytut cementu. Dodatek metakaolinitu użyto w ilości 5, 10, 15, 20 i 25% masy spoiwa, tj. odpowiednio od 5,3 do 33,4% masy cementu. Wykazano znaczący wpływ zmiany udziału metakaolinitu na badane cechy betonów, tj.: wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość i wodoprzepuszczalność. Zwiększenie udziału metakaolinitu od 5 do 15% m. s. skutkowało wzrostem wytrzymałości na ściskanie betonów. Wzrost wytrzymałości betonu z 15% udziałem metakaolinitu w stosunku do betonu referencyjnego wyniósł ponad 23%. Dalsze zastąpienie cementu dodatkiem MK nie wpłynęło na zmianę wytrzymałości na ściskanie, co potwierdził wynik testu równości średnich. Podobne relacje obserwowano w przypadku badań nasiąkliwości betonów. Nasiąkliwość betonu z 15% udziałem MK wyniosła 2,3%, co było znaczną poprawą w stosunku do betonu referencyjnego bez dodatku, dla którego uzyskano nasiąkliwość wynoszącą 4%. Dalszy wzrost udziału dodatku metakaolinitu z 15 do 25% spowodował nieznaczne zmniejszenie nasiąkliwości do 2,1%. Wyniki badań wodoprzepuszczalności wykazały ciągłą poprawę szczelności betonu na skutek zwiększenia udziału metakaolinitu. Najmniejszą głębokość penetracji wody pod ciśnieniem, wynoszącą 10 mm, uzyskano w przypadku betonu o 25% udziale MK. Za optymalny udział dodatku metakaolinitu, ze względu na badane właściwości, uznano udział 15% m. s. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej podano zależności funkcyjne opisujące zmianę wytrzymałości na ściskanie od zmiennego udziału dodatku metakaolinitu.

**Słowa kluczowe:** beton, dodatek pucolanowy, metakaolinit, wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość, wodoprzepuszczalność.

## SELECTED PROPERTIES OF CONCRETES MODIFIED WITH VARYING CONTENT OF METAKAOLINITE ADDITIVE

### Summary

The paper presents the results of the study performed on concretes made of cement CEM I 32,5 R, coarse granite aggregate and diverse content addition metakaolinite MK, used as a substitute for cement. Metakaolinite additive was used in an amount of 5, 10, 15, 20 and 25% by weight of the binder.

It has been shown that the change in the metakaolinite content has a significant influence on the test characteristics of concrete, i.e. compressive strength, water absorption and water permeability.

Increasing the content of metakaolinite from 5% to 15% resulted in an increase of the compressive strength of concrete. The increase in strength of concrete with a 15% metakaolinite content relative to the reference concrete was more than 23%. Further replacement of cement did not affect the change in compressive strength. Similar relationships were observed for studies of absorption of concrete. Water absorption of concrete with 15% of the MK was 2.3%, which was a significant improvement compared to the reference concrete without the addition. A further increase of the additive caused a slight decrease to 2.1% water absorption. The results of permeability studies showed continuous improvement in concrete tightness as a result of increasing the content of metakaolinite.

The optimal content of metakaolinite addition in relation to the properties investigated was the content of 15% by weight of the binder.

On the basis of statistical analysis functional dependencies describing the change in the compressive strength in relation to the varying content of metakaolinite addition were presented.

**Keywords:** concrete, pozzolanic additive, metakaolinite, compressive strength, water absorption, water permeability.

DOI:10.7862/rb.2014.95

*Przesłano do redakcji: 05.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>34</sup> Autor do korespondencji: dr inż. Janusz KONKOL, Katedra Inżynierii Materiałowej i Technologii Budownictwa, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów, tel. (17) 865-1701, e-mail: janusz.konkol@prz.edu.pl.

<sup>35</sup> Mgr inż. Marcin Pyra, absolwent Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

## MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW ZMIENNOFAZOWYCH W PASYWNYCH ROZWIĄZANIACH ŚCIENNYCH ELEMENTÓW MUROWYCH

W artykule przedstawiono możliwości zastosowania materiałów zmiennofazowych w budownictwie. Ich właściwości można wykorzystać w dwóch systemach: aktywnym oraz pasywnym. Zakres przeglądu zawężono do wykorzystania PCM (*ang. phase change materials*) w materiałach budowlanych w systemach pasywnych, a zwłaszcza w elementach ściennych murowych. Przedstawiono wpływ parametrów zewnętrznych na pracę zmodyfikowanych przegród budowlanych, tak aby efektywność materiałów zmiennofazowych była jak najbardziej skuteczna. Zastosowanie PCM ma na celu poprawić komfort użytkownika pomieszczeń niezależnie od rodzaju konstrukcji budynku. Wykazano zalety i wady konstrukcji szkieletowych oraz masywnych. Zwrócono uwagę na kryteria doboru materiałów zmiennofazowych pod względem właściwości termicznych, fizycznych i chemicznych. Porównano materiały zmiennofazowe organiczne oraz nieorganiczne pod kątem ich właściwości. Oprócz cech charakteryzujących PCM, ilość oraz lokalizacja tych materiałów może mieć wpływ na ich efektywność, która jest uzależniona z całkowitą przemianą fazową materiału zmiennofazowego. Przedstawiono na podstawie przeglądu literatury możliwości wkomponowania materiałów zmiennofazowych w tradycyjne elementy ścienne takie jak: beton, ceramika. Podano przykłady wykonanych badań doświadczalnych oraz symulacji komputerowych na zmodyfikowanych elementach ściennych. Choć materiały zmiennofazowe znane są od kilkudziesięciu lat, wymagają dalszych badań, aby skutecznie i bezpiecznie można było je wykorzystywać w elementach budowlanych. W obecnych czasach materiały zmiennofazowe wpisują się w zakres poszukiwań rozwiązań oszczędności w zużyciu energii i wykorzystywaniu odnawialnych źródeł energii, szczególnie promieniowania słonecznego.

**Słowa kluczowe:** PCM, modyfikowane elementy ścienne murowe, akumulacja, przemiana fazowa

### POSSIBLE APPLICATIONS OF PHASE CHANGE MATERIALS IN PASSIVE SOLUTIONS OF MASONRY WALL ELEMENTS

#### Summary

The article presents possibilities of using phase change materials in the buildings. Their properties can be used in active and passive systems. The review was narrowed to the PCM (Phase change materials) in building materials in passive systems, in particular in masonry wall elements. The paper presents influence of climatic parameters on the work of the modified building barriers, in order to increase the efficiency of phase change materials significantly.

PCM aims to improve the comfort of using rooms irrespective of the type of building structure. What is more, advantages and disadvantages of the lightweight construction and the massive construction were presented. The article emphasizes criteria for phase change materials selection in terms of thermal, physical and chemical properties. Furthermore, it compares organic and inorganic phase change materials in terms of their properties. In addition to the characteristics of PCM, the amount and location of these materials can affect their efficiency, which depends on the total phase change of PCM. Based on literature, the article presents the possibility of incorporating phase change materials into traditional wall elements such as concrete, ceramics. The findings of experimental studies as well as computer simulations for modified wall components were presented. Although the phase change materials have been known for several decades, further research is undoubtedly needed in order to efficiently and safely implement them in the building elements. Nowadays, phase change materials are part of searching for solutions whose aim is to save energy and use renewable energy sources, especially solar energy.

**Keywords:** PCM, modified masonry wall elements, accumulation, concrete, phase change

DOI:10.7862/rb.2014.96

Przesłano do redakcji: 06.12.2014 r.

Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.

---

<sup>36</sup> Autor do korespondencji: Joanna Krasoń, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów al. Powstańców Warszawy 12, , tel. 178651728, email: jkras@prz.edu.pl

## OKREŚLENIE WPŁYWU IMPULSÓW TERMICZNYCH NA WEWNĘTRZNE ZMIANY TEMPERATUROWE W ELEMENTACH SILIKATOWYCH ZMODYFIKOWANYCH MATERIAŁEM ZMIENNOFAZOWYM

W artykule przedstawiono badania wstępne dotyczące określenia wartości temperatur w elemencie silikatowym, w którym umieszczono materiał zmiennofazowy (PCM). Temperatury rejestrowano podczas nagrzewania i chłodzenia próbek w komorze klimatycznej. Dla porównania wyników, badania przeprowadzono przy wykorzystaniu dwóch próbek silikatowych o jednakowych masach. Do jednej z próbek dodano materiał zmiennofazowy w postaci mikrogranulatu. Przedmiotowy mikrogranulat występuje w postaci parafiny, zamkniętej w powłokach polimerowych, co umożliwia umieszczenie tego materiału zmiennofazowego bezpośrednio w elemencie silikatowym bez dodatkowego zabezpieczenia powierzchni wewnętrznej ścianek. Próbki poddano działaniu impulsów termicznych w dwóch wariantach. W pierwszym, elementy silikatowe zostały stopniowo nagrzewane oraz schładzane w określonym przedziale czasowym, w drugim natomiast zadano szybki wzrost i spadek temperatury. Każde badanie przeprowadzono w dwóch jednakowych cyklach. W artykule, na przedstawionych wykresach zwrócono przede wszystkim uwagę na przedział temperatury, w którym następuje przemiana fazowa, zarówno podczas fazy topnienia jak i fazy krzepnięcia materiału zmiennofazowego. Wykonano dodatkowo badanie na próbkach w kierunku możliwości zastosowania elementów silikatowych w przegrodach kolektorowo - akumulacyjnych. Założono wartości temperatury na podstawie danych termicznych na wewnętrznej powierzchni przeszklenia uzyskanych od promieniowania słonecznego w ciągu jednego dnia. Dane przyjęto analizując wybrany styczniowy dzień. Silikaty należące do elementów ściennych charakteryzują się dużą akumulacyjnością, co wiąże się z ich znacznym ciężarem. Szansą na obniżenie ciężaru tych materiałów, przy jednoczesnym utrzymaniu i ewentualnym polepszeniu ich zdolności akumulacyjnych jest zastosowanie w ich strukturze materiałów zmiennofazowych.

**Słowa kluczowe:** PCM, akumulacyjność, elementy ścienne, przemiana fazowa

## DEFINING THE INFLUENCE OF THERMAL PULSES ON THE INTERNAL TEMPERATURE CHANGES IN SILICATE ELEMENTS MODIFIED WITH PHASE CHANGE MATERIALS

### Summary

The article presents preliminary research on the defining temperature values in the silicate element, where phase-change material (PCM) was placed. Temperatures were being recorded during heating and cooling of samples in the climatic chamber. For the comparison of the results, the research was conducted using two equal-mass silicate samples. The phase change material in the form of microgranules was added to one of the samples. The subject microgranule was in the form of paraffin, encapsulated in polymer coatings, to allow the insertion of the change phase material in the element of silicate directly without collateral of the inner wall surfaces. The samples were subjected to thermal pulses in two variants. In the first one, silicate elements were gradually heated and cooled within the specified time period, while in the second one, they were exposed to the rapid increase and decrease of temperature. Each test was carried out in two identical cycles. In the article, special attention was put to the presented charts focusing particularly on the temperature ranges in which the phase change occurs, both during the melting phase and the solidification phase of the material. The additional sample research was conducted in order to define the possibility of using silicate materials in thermal - storage barriers. The temperature values were assumed on the basis of data collected from the inner glazing surface and obtained from solar radiation during one day. The data was adopted by analyzing a selected day in January. Silicates belonging to the wall elements are characterized by high accumulation, which is related to their significant weight. A chance to reduce the weight of these materials while maintaining and possibly improving their accumulation capacity, is to use phase change materials in structure of silicate.

**Keywords:** PCM, accumulation, element walls, phase change

DOI:10.7862/rb.2014.97

*Przesłano do redakcji: 05.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>37</sup> Autor do korespondencji: Joanna Krasoń, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel. 178651728, email: jkras@prz.edu.pl

<sup>38</sup> Lech Lichołai, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel. 178651327, email: Lech.Lichołai@prz.edu.pl

## BADANIE EFEKTYWNOŚCI PRACY FOTOWOLTAICZNEGO SYSTEMU “OFF – GRID” W WARUNKACH ZIMOWO - WIOSENNYCH DLA LUBELSZCZYZNY

W artykule poruszono tematykę związaną z zastosowaniem autonomicznego systemu fotowoltaicznego „off-grid” na Lubelszczyźnie. W Polsce istnieją dobre warunki do wykorzystania energii słonecznej. Lubelszczyzna charakteryzuje się występowaniem niezwykle korzystnych warunków do wytwarzania energii elektrycznej, z wykorzystaniem konwersji fotowoltaicznej. Praca systemu fotowoltaicznego „off-grid” zwanego autonomicznym, opiera się wyłącznie na energii, którą system sam generuje. System ten nie jest podłączony do sieci przesyłowej i znajduje zastosowanie w miejscach, gdzie niemożliwe jest doprowadzenie okablowania sieci elektroenergetycznej. Celem przeprowadzonych badań było określenie efektywności pracy autonomicznego systemu fotowoltaicznego „off-grid” w okresie wiosenno-zimowym dla Lubelszczyzny. Okres ten został wybrany ze względu na najbardziej niekorzystne warunki nasłonecznienia. Badania zostały przeprowadzone w specjalnie do tego celu stworzonym układzie pomiarowym, zlokalizowanym w kampusie Politechniki Lubelskiej, obejmującym moduł fotowoltaiczny o mocy 100 Wp, regulator ładowania, magazyn energii elektrycznej 12V o pojemności 33Ah oraz obciążenia. Rezultaty badań przedstawione zostały w postaci wykresów mocy w funkcji czasu dla wybranych obciążeń układu. Zbadano napięcie oraz natężenie w układzie obciążenia, uzysk energii produkowanej przez ogniwo PV w poszczególnych dniach, czas ładowania oraz rozładowywania akumulatora w zależności od wielkości podłączonego obciążenia i warunków atmosferycznych. Na podstawie przeprowadzonych badań wywnioskowano, że poziom uzysku energii elektrycznej z modułów PV jest uzależniony od warunków atmosferycznych, lokalizacji modułu PV oraz kąta padania promieni słonecznych a także od wielkości obciążenia układu przez odbiorniki energii.

**Słowa kluczowe:** system wyspowy, system autonomiczny, fotowoltaika, energetyka słoneczna, OZE

## RESEARCH WORK THE EFFICIENCY OF THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM OFF-GRID IN THE LUBLIN PROVINCE DURING WINTER/SPRING CONDITIONS

### Summary

The paper discusses issues related to the use of autonomous system off-grid in the Lublin province. In Poland there are good conditions for the use of solar energy by changing the type and properties of systems using the energy. Lubelszczyzna has good conditions for the generation of electricity using photovoltaic conversion. Work of photovoltaic system "off-grid" called also autonomous, based solely on the energy produced by himself. This system is not connected to the grid and is used in places where it is impossible to supply electricity network cabling. The aim of this study was to determine efficiency of autonomous photovoltaic system off-grid in the Lublin province during winter/spring conditions. This period was chosen because of the most unfavorable conditions of sunlight. The tests were conducted in a specially designed measuring system, located on the Lublin University of Technology campus, including a photovoltaic module with a capacity of 100 Wp, charge controller, storage of electricity 12V with capacity 33 Ah and load. The results of tests are shown in graphs of power versus time for the selected load. The tension and intensity of the system load, value of energy produced by the PV cell for each day, the time of charging and discharging the battery - depending on the size of the connected load - and atmospheric conditions were examined. The results show that the level of energy produced by photovoltaic cells depends on weather conditions, location of the photovoltaic cells and the angle of the sun, as well as the size of the system load. The results have confirmed that fixing off-grid installations in the Lublin Province is effective, even in the most adverse weather conditions.

**Keywords:** off-grid system, autonomous system, photovoltaics, solar energy, renewable energy.

DOI:10.7862/rb.2014.98

*Przesłano do redakcji: 27.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>39</sup> Autor do korespondencji: Ewelina Krawczak, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38, e-mail: e.krawczak@pollub.pl

<sup>40</sup> Sławomir Gułkowski, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38, e-mail: s.gulkowski@pollub.pl

<sup>41</sup> Jan M. Olchowik, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38, e-mail: j.olchowik@pollub.pl

## ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI STRUKTUR OTRZYMANÝCH W PROCESIE NANOSZENIA WARSTW METODĄ SPUTTERINGU MAGNETRONOWEGO Z WYKORZYSTANIEM TARGETÓW O MODYFIKOWANYM SKŁADZIE

Wykorzystanie sputteringu jako metody nanoszenia cienkich warstw materiałów wykorzystywanych w produkcji paneli fotowoltaicznych jest powszechnie znane. W sferze eksperymentalnej częstym problemem pozostaje ekonomiczne źródło pozyskiwania targetów o modyfikowanym składzie (wieloskładnikowych) – szczególnie targetów niezbędnych do wykonania pojedynczych eksperymentów. Szczególnie problem ten jest dotkliwy w urządzeniach wykorzystujących targety o dużych rozmiarach, takich jak Line 440 firmy Alliance Concept. Rozmiar targetu w Line 440 to 38 x 13 cm i sporadycznie używana jest powierzchnia całego targetu. Uwarunkowania techniczne umieszczania targetów (w urządzeniach w konfiguracji odwróconej, gdzie target znajduje się nad napylaną próbką), koncepcji ich wytwarzania, statystyk dystrybucji materiału oraz wprowadzania niepożądanych pierwiastków zanieczyszczeń, wymagała opracowania i przygotowania oddzielnego, poświęconego tylko tej tematyce procesu badawczego. Ważne jest, że konfiguracja odwrócona magnetronu, uniemożliwia zastosowanie dodatków w postaci np. sprasowanych tabletek z materiałem. Należy nadmienić, że próba stworzenia własnych targetów do pojedynczych napyleń była rzeczą priorytetową w przedstawionych badaniach. Przeanalizowano możliwość zastosowania siatki jako elementu umożliwiającego wybijanie dodatkowego pierwiastka znajdującego się pod stworzonym targetem wieloskładnikowym. W niniejszej pracy został zawarty opis prób polegających na wytworzeniu własnych targetów wieloskładnikowych oraz metod ich montażu. Dodatkowo wykonano szczegółową analizę składu napylonych powłok, przeanalizowano możliwość mieszania się składników pochodzących z targetu w wytworzonej cienkiej warstwie oraz dystrybucję pierwiastków targetu w obrębie komory magnetronu.

**Słowa kluczowe:** napylanie, cienkie warstwy, fotowoltaika, ogniwa fotowoltaiczne

### ANALYSIS OF THE LAYERS PROPERTIES OBTAINED IN THE MAGNETRON SPUTTERING PROCESS USING A TARGETS WITH MODIFIED COMPOSITION

#### Summary

The magnetron sputtering method is well known as a technique for thin layers preparation. Obtained photosensitive thin layers can find usage in many fields of electronic and photovoltaic technology. Mainly prepared experiments are based on material targets provided by specialized manufacturers – with defined composition. Size of the targets define costs of its purchase specially when experiments do not provide usage of the prepared target more than once. This problem is important with devices equipped by large size targets - such as Alliance Concept Line 440 (38 x 13 cm target size). The common difficulty in experimental applications is a method of preparation of the targets with modified composition - specially multi-component ones. The technical specifications for targets (in used by presented experiments up-right magnetron construction), the concept of its preparation (compressed tablets, sputtered structures), material distribution statistics (aperture, mouting method), impurity elements – creates very interesting issue in own targets preparation and obtained layers analysis. Attempt to create targets for individual layer composition in Line 440, seemed very desirable thing and it was a priority in the presented research. In the present work has been included description of the prepared tests involving the creation of their own multiple targets and obtained structures analysis.

**Keywords:** layer creation, thin layers, photovoltaic

DOI:10.7862/rb.2014.99

*Przestano do redakcji: 25.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>42</sup> Autor do korespondencji: Zofia Lubańska, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska 21-500, ul. Siderska 95/97, +48 83 344 99 00 w. 255, z.lubanska@dydaktyka.pswbwp.pl

<sup>43</sup> Tomasz Grudniewski, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska 21-500, ul. Siderska 95/97, +48 83 344 99 00 w.908, gisbourne2@gmail.com

## BADANIA AKUSTYCZNE WNEŹRZA ZABYTKOWEGO KOŚCIOŁA PW. WSZYSTKICH ŚWIĘTYCH W SIEROTACH

Praca przedstawia badania akustyczne przeprowadzone w zabytkowym kościele pw. Wszystkich Świętych zlokalizowanym w powiecie gliwickim, w miejscowości Sieroty. Pierwsze ślady bytności kościoła datowane są na początek XIII wieku. Na przestrzeni wieków kościół był wielokrotnie przebudowywany. Konstrukcja obiektu w obecnym kształcie ma charakter mieszany. Część zawierająca prezbiterium jest murowana. Nawa główna oraz chór z wieżą (zawierającą przedsionek i wejście) są drewniane. Wieżę dobudowano do istniejącej części kościoła w drugiej połowie XVIII wieku. Jednym z obszarów prac prowadzonych na obiekcie była ocena jakości akustycznej wnętrza obiektu. W tym celu przeprowadzono pomiary czasu pogłosu wewnątrz kościoła. Czas pogłosu jest podstawowym parametrem służącym do oceny danego wnętrza pod kątem jego akustyki. Badania wykonano przy pomocy metody tzw. zanikowej z wykorzystaniem widma szumu różowego. Sprzęt pomiarowy składał się z części nadawczej w postaci generatora dźwięku i kuli głośnikowej. Część odbiorczą stanowił zestaw mikrofonów wraz miernikiem poziomu dźwięku. W oparciu o uzyskane krzywe zaniku czasu pogłosu oraz metodologię normową wyznaczono charakterystyki czasu pogłosu w funkcji częstotliwości dla poszczególnych punktów pomiarowych. Następnie wyniki uśredniono. Uzyskany w ten sposób średni czas pogłosu badanego wnętrza posłużył do jego oceny pod kątem akustyki. Powyższe badania wpisują się w szereg działań prowadzonych przez Katedrę Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli w różnych obiektach o charakterze zabytkowym, dotyczących problemów utrzymania i użytkowania tego typu obiektów.

**Słowa kluczowe:** zabytkowy kościół, akustyka wnętrz, czas pogłosu, badania czasu pogłosu

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Michał Marchacz, Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej, ul. Akademicka 5, 44-105, Gliwice., 322372288, [michal.marchacz@polsl.pl](mailto:michal.marchacz@polsl.pl).

<sup>2</sup> Leszek Dulak, Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej, ul. Akademicka 5, 44-105, Gliwice, 322372288, [leszek.dulak@polsl.pl](mailto:leszek.dulak@polsl.pl).

## ACOUSTIC INVESTIGATIONS OF INTERIOR OF HISTORIC ALL SAINT CHURCH IN SIEROTY

### Summary

The paper presents acoustic researches in historic All Saints church localized in Gliwice country area, in Sieroty. First traces of All Saint church are dated on beginning of XIII century. Over the centuries, church was many times redevelopment. Construction of the church in current form is mixed. Chancel's part is build of brick. Main nave and choir with tower (contain vestibule and entrance) are wooden. Tower was added to existed part of the church in second part of XVIII century. One of the investigations areas in church was assessment of the acoustic quality of church's interior. In this aim measurements of reverberation time were made inside of the church. Reverberation time is a basic parameter served to acoustic evaluation of interior. Measurement was made by fade out sound method with using of pink noise spectrum. Measurement's equipment contain transmitting part includes sound generator and speaker (special sphere shape). Receiver part includes set of microphones and noise level meter. Base on reverberation time fading curve and standard methodology, characteristics of reverberation time depend on frequency was determined to each measurement point. Next, results were averaged. Obtain average reverberation time for investigated interior was used to acoustic evaluation of this interior. Program of investigations, make by chair of Building Engineering and building physics, includes in numbers of activities in different types of historical buildings concerning maintenance and utilization of these kind of buildings.

**Keywords:** historic church, interior acoustics, reverberation time, investigations of reverberation time

DOI:10.7862/rb.2014.100

*Przesłano do redakcji: 18.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*



## PROBLEMY FORMALNE, ARCHITEKTONICZNE I KONSTRUKCYJNE REMONTÓW ZABYTKOWYCH MIEJSKICH MOSTÓW DROGOWYCH

Sposób remontu zabytkowego miejskiego drogowego obiektu mostowego determinuje objęcie go ustawową ochroną w formie wpisu do rejestru zabytków, uznanie za pomnik historii, utworzenie parku kulturowego bądź ustalenie ochrony w miejscowym planie zagospodarowania. Obiekt chroniony w wyżej wymieniony sposób objęty jest obligatoryjną opieką konserwatora zabytków i podlega przepisom związanym z ochroną dziedzictwa narodowego. Należy podkreślić, że oczekiwanym efektem remontu miejskiego mostu drogowego jest ponowne integralne włączenie obiektu w strukturę układu drogowego i transportowego aglomeracji miejskiej. Zabieg ten wymaga przeprowadzenia prac budowlano-konstrukcyjnych spełniających zarówno wymogi ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami jak i w rozporządzeniu o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, a projekt powinien być opracowany z zasadami określonymi w normach europejskich. Charakterystyczna jest szczególna wrażliwość realizacyjna planowanych działań remontowych na czynniki pozatechniczne, przypadkowe odkrycia o znaczeniu historycznym, którym ustawodawca zagwarantował specjalny tryb postępowania. Dlatego planując remont zabytkowego mostu należy poprzedzić go szczegółowym rozpoznaniem Racjonalne wyeksponowanie i wykorzystanie atrakcyjnych cech budowlanego produktu finalnego, wynikających z jego wartości historyczno-zabytkowych, wymaga uwzględnienia w procesie projektowo-budowlanym trzech podstawowych elementów: substancji materialnej (kubaturowej), wartości historycznej oraz funkcji użytkowej. Pogodzenie wymogów konserwatorskich i współczesnych warunków stanów granicznych i użytkowania, wymaga racjonalnego *consensusu* pomiędzy stronami inwestycyjnego procesu remontowego. W artykule omówiono zasady takiego działania oraz podano przykład realizacji remontu zabytkowego miejskiego mostu drogowego na przykładzie remontu wiaduktuim. S. Markiewicza w Warszawie.

**Słowa kluczowe:** mostownictwo, konserwacja zabytków, infrastruktura drogowa

### FORMAL, ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION PROBLEMS ASSOCIATED WITH RENOVATION HISTORIC URBAN ROAD BRIDGES

#### Summary

Renovation a historic urban road bridges involves surrounding it with legal protection by including it into the register of historic monuments, declaring it a historic monument, creating a culture park or granting it protection within the local spatial development plan. All of the above leads to the structure undergoing obligatory supervision by the conservator of monuments and being governed by regulations associated with the protection of national heritage. It should be emphasized that renovation an urban road bridge entails integrating it into the road and transport network of the metropolitan area. This requires performing construction work in line with principles drawn out in the Monument Protection and Monument Care Acts, as well as regulations concerning the technical conditions of road structure construction and location. The project should also conform to European Standards. Renovation work requires attaching special care to factors that lie outside of engineering, unexpected uncovering of historical artefacts, which have been given special protection by the lawmakers. Therefore, renovation construction work should be preceded with an in-depth investigation of the historic structure. A rational exhibition and usage of the structure's most appealing characteristics, stemming from its historic heritage, requires including three main elements in the project and construction process: the structure itself, its historical value and its function. Achieving a balance between the conservator's requirements, as well as the current limit and usage states, requires reaching a rational consensus between all entities involved in the renovationalization process. This paper outlines the principles upon which such projects should be based, using the renovationalization of the S. Markiewicz viaduct in Warsaw as an example.

**Keywords:** bridging, monument preservation, road infrastructure

DOI:10.7862/rb.2014.101

Przesłano do redakcji: 22.11.2014 r.

Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.

---

<sup>44</sup> Andrzej Marecki, WIL PW, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, 510 205 934, a.marecki@il.pw.edu.pl

## BADANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ LABORATORYJNEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

W artykule przedstawiono zagadnienie wykorzystania w Polsce i w Europie instalacji fotowoltaicznych (PV). Systemy PV będą miały w niedalekiej przyszłości znaczny udział w globalnej produkcji energii elektrycznej. Będzie to istotnie wpływało na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz na poprawę stanu środowiska naturalnego. W pracy przedstawiono budowę laboratoryjnej instalacji PV zlokalizowanej na WIM UTP w Bydgoszczy. W instalacjach PV coraz większe znaczenie mają systemy zarządzania energią. Zastosowany na stanowisku badawczym system PowerRouter (system PV 3w1) maksymalnie optymalizuje wykorzystanie energii elektrycznej w instalacji. Do urządzenia można bezpośrednio podłączyć odbiorniki, sieć zewnętrzną, panele fotowoltaiczne oraz akumulatory. PowerRouter można podłączyć także do Internetu w celu zdalnej rejestracji mierzonych danych. Współczesne systemy monitorujące pozwalają wykryć źródło problemu i szybko naprawić usterkę. W artykule przedstawiono system Solar-Log<sup>TM</sup>. System ten umożliwia monitorowanie aktualnej produkcji energii, prędkość wiatru, temperatury zewnętrznej otoczenia i modułów, napromieniowania słonecznego oraz nawet parametrów poszczególnych stringów modułów PV. System można podłączyć także do Internetu w celu generowania wykresów poszczególnych parametrów instalacji PV. Autor zaprezentował także budowę stanowiska badawczego do badań efektywności modułów PV. Stanowisko to jest przykładem próby rozwiązania problemu badań modułów w warunkach rzeczywistych. Oprócz badań charakterystyk modułów PV różnego typu na stanowisku możliwa jest również analiza wpływu zacieniania na efektywność badanego modułu.

**Słowa kluczowe:** odnawialne źródła energii, efektywność, fotowoltaika

## RESEARCH OF ENERGY EFFICIENCY OF LABORATORY PHOTOVOLTAIC INSTALLATION

### Summary

In the paper problem of photovoltaic installations (PV) using in Poland and Europe were presented. PV systems will be have in near future considerable contribution in global electric energy production. It will be this influenced indeed onto limitation of greenhouses' gases emission and onto improvement of natural environment state. In the paper building of laboratory photovoltaic installation on the "WIM UTP" in Bydgoszcz. In PV installations have larger meaning systems of management energy more and more. Applied on the test stand PowerRouter system (system PV 3in1) optimizes utilization of electric energy in installation. To device it was been possible to directly connect receiver sets, external net, PV panels and batteries. PowerRouter it were been possible to connect to Internet also in aim of remote registration of measured dates. Present monitoring systems permit detections source of problem and repair fault quickly. In article system Solar-Log<sup>TM</sup> was introduced. System this makes possible monitoring of current production of energy, speed of wind, external temperatures of surroundings and modules, sunny irradiating as well as even individual string parameters of modules PV. The author also was presented test stand to investigations of working efficiency of photovoltaic modules. Test stand is example of test solution of investigations in real conditions. Beside investigations of characters of modules possible of different type on position PV is analysis of shading onto efficiency of studied module also.

**Keywords:** renewable energy source, efficiency, photovoltaic

DOI:10.7862/rb.2014.102

*Przesłano do redakcji: 21.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

---

<sup>45</sup> Dr inż. Adam Mroziński, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, 85-789 Bydgoszcz, Al. Prof. S. Kaliskiego 7, tel.: 52 340 84 53, adamroz@utp.edu.pl, www.amrozinski.utp.edu.pl, www.oze.utp.edu.pl

## REWALORYZACYJNE MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA KUBATURY MIESZKALNEJ ZABYTKOWEGO BUDYNKU MIESZKALNEGO

Celem niniejszego opracowania jest rozważenie możliwości rewitalizacji przedwojennego domu mieszkalnego, zlokalizowanego w Przemyślu, z uwzględnieniem zachowania ciągłości form architektonicznych budynków znajdujących się w pobliżu oraz zrealizowanych w podobnym okresie.

W artykule nawiązano do kilku koncepcji rozbudowy budynków o różnym znaczeniu architektonicznym i historycznym, zlokalizowanych w Niemczech i Turcji. W zaprezentowanych przykładach przedstawiono różne podejścia do rozbudowywanych budynków zabytkowych, w których konserwatorzy zabytków uważają za słusne jedynie poprawienie stanu technicznego budynku lub ich adaptację. Niektórzy uważają, że rozbudowa bądź modernizacja budynków zabytkowych to dobra okazję do poprawy niektórych elementów budynku. Przedstawiono trzy koncepcje rozbudowy opisywanego budynku, z których wybrano najstosowniejszą ze względów estetycznych, architektonicznych i funkcjonalnych.

Wybrana koncepcja rozbudowy zakłada wykonanie nadbudowy jednej kondygnacji oraz poddasza użytkowego, a także zmianę konstrukcji dachu z kopertowego na mansardowy.

Poniższe opracowanie opisuje zabudowę jednorodzinna w dwóch starych, sąsiadujących ze sobą zabytkowych dzielnicach Przemyśla, jakimi są Podwinie i Winna Góra. Budynki mieszkalne znajdujące się na Winnej Górze zostały podzielone na cztery grupy; ze względu na bryłę oraz wykorzystane detale architektoniczne. W związku z mniejszą liczbą budynków mieszkalnych na Podwiniu, w stosunku do Winnej Góry z okresu XX-lecia międzywojennego oraz w związku z niewielkimi różnicami w zastosowanych detalach architektonicznych zostały one przedstawione w jednej grupie.

Zaprezentowany budynek zlokalizowany jest w Przemyślu, który posiada bogate tradycje związane z realizacją obiektów budowlanych, sięgające głęboko wstecz. Istotnym założeniem rewitalizacyjnym budynku jest utrzymanie jego bryły w nawiązaniu do architektury obiektów sąsiednich.

**Słowa kluczowe:** budynek zabytkowy, przedwojenna zabudowa, rewitalizacja obiektów budowlanych, architektoniczne dziedzictwo kultury.

## THE ASSESSMENT OF SCHEDULED BUILDING'S MODERNISATION POSSIBILITIES

### Summary

The purpose of this work is to analyse several concepts of modernisation of prewar building, located in the City of Przemyśl. The analysis will consider the architecture of the building, as well as the architecture of its surrounding. This work describes several modernisation plans prepared for multiple buildings in Germany and Turkey. In case of those buildings, where only the technical reparation or functional adaptation has been found necessary, different approaches to the modernisation process has been presented.

Somme preservationists believe, that mentioned process is a great possibility too improve somme of the architectonic and functional characteristics of the object.

Three ideas of mentioned building's alteration has been introduced, and the most suitable one has been chosen to the further consideration. The chosen idea is based on overbuilding an another storey and an attic, as well as on rebuilding the construction of the roof. In the another part of this work, the architectural analysis of detached houses located in two different districts of Przemyśl has been conducted, analysed objects has been divided into proper groups.

An essential aspect of the modernisation of considered building is too shape the final object in such a way, to make it's exterior architectonically coherent with it's existing surrounding.

**Keywords:** scheduled building, prewar urban settlements, buildings' modernisation and alteration, architectural heritage

DOI:10.7862/rb.2014.103

*Przesłano do redakcji: 08.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>46</sup> Autor do korespondencji: Michał MUSIAŁ, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów al. Powstańców Warszawy 12, tel. 178651005, email: mmusial@prz.edu.pl

## WSPÓLSPALANIE BIOMASY Z WĘGLEM W KOTŁACH ENERGETYCZNYCH

Jednym z głównych elementów polityki energetycznej Polski o coraz większym znaczeniu jest wzrost efektywności wykorzystania paliw i energii. Duże możliwości ograniczenia zużycia paliw kopalnych tkwią w systemach ciepłowniczych poczynając od wytwarzania, przesyłania i dystrybucji, a kończąc na odbiorcach racjonalizujących swoje zużycie ciepła. Zobowiązania przyjęte przez Polskę dotyczą również zwiększenia udziału paliw odnawialnych w bilansie energetycznym. Jednym z rozwiązań technologicznych wdrażania tych paliw jest współspalanie węgla i biomasy w kotłach energetycznych. Proces ten nie wymaga znaczących nakładów finansowych a dodatkowo charakteryzuje się pozytywnym efektem ekologicznym, energetycznym i ekonomicznym.

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie ogólnej charakterystyki paliw stałych i biomasy a także korzyści i wad wynikających z ich współspalania. Zaprezentowany został szczególnie ważny element, który pozwala określić efekt ekologiczny współspalania biomasy z węglem, a mianowicie wyniki badań wpływu dodatku biomasy do węgla kamiennego na emisję zanieczyszczeń gazowych zawartych w spalinach do atmosfery. Urządzenia wykorzystane do pomiarów stężeń zanieczyszczeń gazowych pozwalają na określenie ilości związków węgla, siarki i azotu oraz związków, których pomiary nie są określone żadnymi przepisami, m.in. związków chloru, wodoru, metanu, amoniaku oraz lotnych związków organicznych.

Niniejsza publikacja może poszerzyć wiedzę w zakresie procesów cieplnych w przypadku współspalania biomasy i węgla kamiennego oraz określić wpływ składu paliwa na emisję zanieczyszczeń gazowych w trakcie procesu spalania.

**Słowa kluczowe:** biomasa, węgiel kamienny, odnawialne źródła energii, współspalanie, stężenia zanieczyszczeń

## CO-COMBUSTION BIOMASS AND CARBON IN ENERGETIC BOILERS

### Summary

One of the main elements of the Polish energy policy is to increase the fuel efficiency and power. Great potential for reducing consumption of fossil fuels stuck in heating systems ranging from generation, transmission and distribution and ending with the the recipients rationalize their consumption of heat. Obligations assumed by Poland also apply to increase the share of renewable fuels in the energy balance. One of the technological solutions implementation of these fossil fuels is co-combustion coal and biomass in power boilers. This process does not require significant financial investment and further characterized by the positive effect of ecological, energy and economic.

The purpose of this publication is to present the general characteristics of solid fuels and biomass as well as the advantages and disadvantages arising from their co-combustion. Presented a particularly important element, which allows to determine the effect of ecological co-firing of biomass with coal, namely the results of the effect of addition of biomass to coal on the emission of gaseous pollutants to the atmosphere. Device used to measure the concentrations of gaseous pollutants allow determining the amount of carbon, sulfur and nitrogen compounds, which measurement is not defined any rules, including chlorine compounds, hydrogen, methane, ammonia and volatile organic compounds. This publication may expand the knowledge of thermal processes in the case of co-combustion biomass and coal and determine the impact of fuel composition on the emission of gaseous pollutants during the combustion process.

**Keywords:** biomass, coal, renewable energy, co-combustion, pollutant concentrations

DOI:10.7862/rb.2014.104

*Przesłano do redakcji: 26.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

<sup>47</sup> Autor do korespondencji: Krzysztof NOWAK, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 12 63, krzynow@prz.edu.pl

## MOSTKI TERMICZNE W BUDYNKACH WIELKOPLYTOWYCH PRZED I PO DOCIEPLENIU

Powszechnie wiadomo, że zabiegi termomodernizacyjne istniejących budynków prowadzą do redukcji zużycia energii na cele ogrzewania. W ostatnich kilkudziesięciu latach tymże zabiegom poddano tysiące budynków wielorodzinnych wzniesionych w technologii wielkiej płyty w latach 60 – tych i 70 – tych XX wieku. Dominującym kryterium podczas tzw. szeroko rozumianej termomodernizacji budynków systemowych, jest poprawa charakterystyki energetycznej ścian, w ramach której podejmowane są jedynie działania dociepleniowe ścian zewnętrznych. Zwykle dociepleniowi nie poddaje się stropów nad najwyższą kondygnacją oraz nad piwnicą i przede wszystkim systemów naturalnej wentylacji. W ramach zabiegów dociepleniowych ścian zewnętrznych pomijana jest zwykle kompleksowa analiza cieplna obudowy budynku z uwzględnieniem tak istotnego w bilansie energetycznym wpływu mostków cieplnych, szczególnie tych występujących w miejscach połączeń systemowych, które są jednym z głównych problemów w tego typu budynkach. Złącza systemowe są niewralgicznymi punktami konstrukcji, tzw. mostkami termicznymi, w których nie można założyć jednowymiarowego przepływu ciepła. Niestety skomplikowanego wielowymiarowego przepływu ciepła w miejscach mostków cieplnych nie daje się opisać prostymi metodami analitycznymi, dlatego też konieczne jest stosowanie metod obliczeniowych bazujących na MES (Metodzie Elementów Skończonych). W artykule przedstawiono analizę trzech wybranych mostków cieplnych w wielorodzinnym budynku systemowym W70. Analiza została przeprowadzona przy użyciu programu AnTherm i pozwoliła na wyznaczenie tzw. liniowych współczynników przenikania ciepła oraz temperatury krytycznej powierzchni, poniżej której zachodzi ryzyko powstania pleśni na powierzchni wewnętrznej przegrody.

**Słowa kluczowe:** budynek wielkopłytyowy, system W70, mostki cieplne, złącza systemowe, AnTherm.

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: mgr inż. Katarzyna Nowak – Dzieszko, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31–155 Kraków, tel. 12 628 23 17, knowakdzieszko@o2.pl

<sup>2</sup> mgr inż. Małgorzata Rojewska – Warchał, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31–155 Kraków, tel. 12 628 21 32, m\_rojewska@wp.pl

<sup>3</sup> dr inż. Jacek Dębowski, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31–155 Kraków, tel. 12 628 23 17, jdebowski@pk.edu.pl. Artykuł przygotowany w ramach prac L-1/116/DS/2013

## THERMAL BRIDGES IN LARGE PANEL BUILDING BEFORE AND AFTER THERMAL MODERNIZATION

### Summary

It's commonly known that thermal modernization of existing buildings leads to reduction of heating energy demand. In the last couple of years, thousands of multi-family large panel buildings, built in sixties and seventies of twentieth century, have been modernized. The dominant criterion in the process of thermal modernization is to improve the energy performance of those buildings, in which the most common are insulation of building envelope combined with replacement of windows. In the designing of external insulation the complex energy analysis including so important system joints is usually neglected. One of the main problems in these kind of building is presence of joints between prefabricated panels. Those are the weak points of the construction, thermal bridges where significant heat losses are noticeable. Unfortunately one dimensional heat flow in those places cannot be assumed that is why using of MES programs is necessary to describe three dimensional heat flow. In the article the analysis of thermal bridges in the connection joints, between prefabricated elements of W70 system building, have been presented. Analysis conducted in AnTherm program allowed for determining the linear thermal transmittances and critical temperature below which, the risk of mold growth would appear.

**Keywords:** large panel buildings, W70 system, thermal bridges, system joints, AnTherm

DOI:10.7862/rb.2014.105

*Przestano do redakcji: 22.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

Sebastian PATER<sup>1</sup>  
Krzysztof NEUPAUER<sup>2</sup>  
Barbara LARWA<sup>3</sup>

## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH WYKORZYSTUJĄCYCH WODĘ, JAKO PŁYN SOLARNY

W Polsce najczęściej stosowanym płynem solarnym w instalacjach grzewczych z kolektorami słonecznymi są 35-50% wodne roztwory glikolu propylenowego lub etylowego. Takie mieszaniny wraz z dodatkami uszlachetniającymi skutecznie zabezpieczają instalację solarną przed skutkami zamarznięcia czynnika roboczego przy niskich temperaturach zewnętrznych panujących w okresie zimowym. Roztwory te, w porównaniu do wody, charakteryzują się wyższą lepkością i niższą wartością ciepła właściwego w zakresie typowych temperatur pracy cieczy roboczej w obiegu solarnym, mają wyższą cenę w przeliczeniu na jednostkową objętość oraz mogą powodować zatrucia w wyniku przypadkowego spożycia. W instalacjach solarnych pracujących również w okresie zimowym możliwe jest wykorzystanie samej wody, bez dodatku glikoli, ale konieczne jest wtedy wyposażenie układu regulacji automatycznej sterującego instalacją w funkcję ochrony przeciwzamrożeniowej. Celem niniejszej pracy jest omówienie funkcji przeciwzamrożeniowej w instalacji solarnej z kolektorami próżniowo-rurowymi, w której wykorzystano wodę, jako płyn solarny. Poddano szczegółowej analizie okres czasu, w którym ta funkcja była stosowana. Kolektory słoneczne pracujące w warunkach rzeczywistych dla przygotowania ciepłej wody użytkowej i wspomaganie centralnego ogrzewania w obiekcie mieszkalno-usługowym, są częścią multiwalentnej instalacji hybrydowej, gdzie do wytwarzania ciepła dodatkowo zastosowano trzy różne urządzenia grzewcze. Określono również efektywność energetyczną kolektorów słonecznych.

**Słowa kluczowe:** kolektory próżniowo-rurowe, sprawność kolektora, ochrona przeciwzamrożeniowa, system sterowania, odnawialne źródła energii

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Sebastian Pater, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel.: 12-628-2721, e-mail: sebapater@chemia.pk.edu.pl

<sup>2</sup> Krzysztof Neupauer, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel.: 12-628-2721, e-mail: kneupauer@chemia.pk.edu.pl

## ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR COLLECTORS USING WATER, AS SOLAR LIQUID

### Summary

The Polish most commonly used solar fluid in heating systems with solar collectors are 35-50% solutions of propylene glycol or ethanol and water. Such mixtures with special additives effectively protect the solar system from freezing of working medium at low temperatures prevailing in winter time. These solutions, compared with water, are characterized by a higher viscosity and lower specific heat values in the range of typical operating temperatures of working fluid in the solar circuit, have a higher price based on the volume of the solution and may cause poisoning by accidental ingestion. The usage of water in solar systems during winter season is also possible without the addition of glycols, but it is necessary to equipped frost protection function in the control system of installation.

The purpose of this paper is to discuss the principles of operation of the frost protection in the solar system with vacuum-tube collectors, which uses water as the solar fluid and subjecting a detailed analysis of the time period in which the system functioned. This installation, operating in real conditions for the preparation of domestic hot water and auxiliary heating in residential and service building is part of a multivalent hybrid installation where heat is generating additionally by three different heating devices. Also thanks fitted pyranometer in the installation is possible to specified energy efficiency of solar collectors.

**Keywords:** vacuum-tube collectors, collector efficiency, frost protection, control system, renewable energy sources

DOI:10.7862/rb.2014.106

Przesłano do redakcji: 25.11.2014 r.

Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.

Janusz PEŁCZYŃSKI<sup>1</sup>  
Bartłomiej TOMKOWICZ<sup>2</sup>

## ZAGADNIENIA ETAPU WSTĘPNEGO ZMIANY SPOSOBU UŻYTKOWANIA STRYCHÓW W STREFIE ŚRÓDMIEJSKIEJ NA CELE MIESZKALNE NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH KAMIENIC W RZESZOWIE

Jednym z popularnych sposobów pozyskiwania nowych powierzchni użytkowych w centrach miast jest adaptacja strychów kamienic. Zainteresowanie wzbudza możliwość wytworzenia mieszkań o niepowtarzalnym, indywidualnym charakterze przy stosunkowo niskich nakładach finansowych. Jak się jednak okazuje proces pozyskania i przekształcenia strychu okazać się może długotrwały, a przede wszystkim złożony. Już sam etap wstępny, poprzedzający właściwą adaptację wymaga wielu działań rozpoznawczych i formalnych. Zagadnienie omówiono na tle trzech przykładów adaptacji czterokondygnacyjnych kamienic w Rzeszowie, różniących się pod względem wymagań konserwatorskich: kamienicy przy ul. Kraszewskiego 1 leżącej w strefie ochrony konserwatorskiej, kamienicy przy pl. Śreniawitów 2 wpisaną do ewidencji zabytków i kamienicy przy ul. Grodzisko 3 wpisaną do rejestru zabytków. W artykule przedstawiono krótki opis i rysunki inwentaryzacyjne wybranych kamienic. Przedstawione zostały zagadnienia formalno-prawne etapu wstępnego zmiany sposobu użytkowania strychów na cele mieszkalne. Omówiono uwarunkowania prawne w zakresie trybu postępowania, formy i zakresu uzyskania zgody właścicieli na adaptację strychu. Podjęto kwestię zakresu niezbędnych prac inwentaryzacyjnych oraz koniecznych ekspertyz technicznych; rzetelna ocena i diagnoza stanu istniejącej struktury zarówno konstrukcyjnej jak i instalacyjnej ma zasadniczy wpływ na przyjęcie właściwego kierunku postępowania i przewidywanych rozwiązań - zarówno pod względem formalnym jak i projektowym. Przedstawiono kwestie związane ze sformułowaniem wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy oraz zwrócono uwagę na istotne aspekty zapisów decyzji. Odniesiono się do kwestii ustalenia wymagań konserwatorskich na wstępnym etapie inwestycji.

**Słowa kluczowe:** adaptacja, proces inwestycyjny, wymagania formalno-prawne

<sup>1</sup> Adres do korespondencji: Janusz Pełczyński, Politechnika Rzeszowska, tel.: 17 865 1691, jpe@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Bartłomiej Tomkowicz, Politechnika Rzeszowska, tel.: 17 865 1042, barttomk@prz.edu.pl

## ISSUES OF PRELIMINARY PHASE THE LOFT CONVERSION IN DOWNTOWN BY EXAMPLES OF SELECTED TENEMENTS IN RZESZÓW

### Summary

One of the popular ways of acquiring new usable space in city centers is an adaptation loft buildings. Interest is the ability to produce flats with a unique, individual character at relatively low cost. As it turns out the process of acquiring and converting the loft can be long, especially complex. Already the preliminary stage, before conversion itself, requires a lot of reconnaissance and formal actions.

The issue is discussed on the background of the three examples of adaptations four-storey townhouses in Rzeszów, which differ in terms of the requirements conservation of monuments: tenement at 1 Kraszewski Street lying in the zone of conservation protection, tenement at 2 Śreniawitów Square entered in the records of monuments and tenement at 3 Grodzisko Street entered in the register of monuments. The article presents a brief description and inventory drawings of selected buildings.

Shown the issues of formal and legal steps of preliminary stage of the loft conversion, juridical aspects of course of action, form and scope of the consent of the owners to adapt the attic. Raise an issue of needed inventory and the necessary technical expertise; Presents issues related to the formulation of an application for a zoning permit, and highlights the important aspects of the provisions of the decision. Reference was made to the issue of determining preservationist requirements at the initial stage of an investment.

**Keywords:** adaptation, investment process, formal and legal requirements

DOI:10.7862/rb.2014.107

*Przestano do redakcji: 24.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

## ROŚLINY ENERGETYCZNE JAKO KREATORZY KRAJOBRAZU

W warunkach klimatycznych Polski istnieje realna szansa włączenia do systemu energetycznego różnych gatunków roślin, które obecnie mają niewielkie znaczenie w kreowaniu krajobrazu. Wzrost powierzchni ich upraw może być przyczyną zmiany wizerunku obszarów wiejskich. Dlatego też w pracy dokonano analizy znaczenia plantacji energetycznych jako wartości dodanej wykorzystywanej w architekturze krajobrazu i turystyce. Rośliny energetyczne przyczynią się do zwiększenia atrakcyjności krajobrazowej poprzez bezpośrednie zaspokojenie potrzeb człowieka w zakresie piękna estetyki i harmonii, bowiem wnoszą w przestrzeń pozytywny akcent kolorystyczny. Rośliny tj. rzepak ozimy, topinambur, róża bezkolcowa dzięki jednolitej strukturze kompozycji tworzą duże platy kolorystyczne, które dają niezamierzony efekt przekazu artystycznego. Ponadto uprawa roślin energetycznych na dużych powierzchniach umożliwia wykorzystanie ich w turystyce poprzez tworzenie różnego typu labiryntów. Za atrakcyjne uważane się przede wszystkim labirynty wykonane z roślin jednorocznych: kukurydza zwyczajna, konopie siewne, bowiem corocznie umożliwiają one tworzenie nowych schematów ścieżek. Niektóre gatunki, jak rdest Sachalińskiego mogą przyczynić się do trwałego zaburzenia składu florystycznych zbiorowisk łąkowych i pól uprawnych, podobnie jak to miało miejsce w przypadku introdukcji barszczu Sosnowskiego na terenie Bieszczad. Wpływ na wizerunek przestrzeni mogą mieć nie tylko rośliny energetyczne uprawiane wielkopowierzchniowo, ale również gatunki o mniejszym znaczeniu ekonomicznym, często wykorzystywane do tworzenia ogrodów tematycznych.

**Słowa kluczowe:** przestrzeń krajobrazowa, barwa, atrakcja turystyczna, bioróżnorodność

## ENERGY CROPS AS CREATORS OF LANDSCAPE

### Summary

In Polish climatic conditions, there is a real chance of inclusion in to the energy system of different species of plants, which currently have little importance in creating the landscape. Increase in the area of crop may be the cause of changing the image of rural areas. Therefore, the study analyzes the importance of energy plantations as an added value used in landscape architecture and tourism. Energy crops will increase the attractiveness of the landscape through the direct satisfaction of human needs in the field of aesthetic beauty and harmony, as in space make a positive accent color. Plants such as *Brassica napus*, *Helianthus tuberosus*, *Rosa multiflora* through the uniform structure of the composition form large patches of color that give the unintended effect of artistic communication. In addition, the cultivation of energy crops on large areas allows to use them in tourism through the creation of various types of mazes. Considered to be attractive primarily mazes made from annual plants: *Zea mays*, *Cannabis sativa*hemp, because every year they enable the creation of new patterns of tracks. Some species, such as the *Reynoutria sachalinensis* can contribute to sustainable disorders floristic composition of meadow and arable land, as it did in the case of introduction of *Heracleum sosnowskyi* in the Bieszczady mountains. The impact on the image of the space may have not only grown energy crops large areas, but also species of lesser economic importance, is often used to create thematic gardens.

**Keywords:** space landscape, color, tourist attraction, biodiversity

DOI:10.7862/rb.2014.108

Przesłano do redakcji: 20.11.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

<sup>48</sup> Autor do korespondencji: Marta Pisarek, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów, 178721635, mpisarek@univ.rzeszow.pl

<sup>49</sup> Marta Gargała, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów, 178721659, mgargala@univ.rzeszow.pl



Sławomir RABCZAK<sup>50</sup>  
Danuta PROSZAK-MIĄSIK<sup>51</sup>  
Krzysztof NOWAK<sup>52</sup>

## WYKORZYSTANIE SYSTEMU FREE-COOLINGU W KLIMATYZACJI

Ciągle rosnące ceny energii elektrycznej, często zmuszają użytkowników do poszukiwania oszczędności, oraz nowych, tani i ekologicznych źródeł energii. W wielu gałęziach przemysłu, handlu są wprowadzane nowoczesne urządzenia mające na celu zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Również w systemach klimatyzacji coraz częściej stosuje się różnego rodzaju urządzenia zmniejszające koszty eksploatacyjne. Do takich rozwiązań należy system free-cooling'u. Polega on na wykorzystaniu powietrza zewnętrznego do procesu schładzania powietrza wewnętrznego w sposób pośredni lub bezpośredni. Stosowanie rozwiązania bezpośredniego jest możliwe jedynie, gdy temperatura powietrza zewnętrznego spadnie poniżej temperatury powietrza w pomieszczeniu, czyli w okresie przejściowym i zimowym, gdy wymagane jest jeszcze chłodzenie na skutek dużych zysków ciepła. Polega on na bezpośrednim nawiewaniu chłodniejszego powietrza zewnętrznego, po wcześniejszej jego obróbce w celu nadania mu odpowiednich parametrów. Free-cooling pośredni, najczęściej jest realizowany poprzez zamontowanie dodatkowej chłodnicy free-cooling i zaworu trójdrogowego w sprężarkowym agregacie chłodniczym. Gdy temperatura na zewnątrz spadnie poniżej temperatury powrotu medium pośredniczącego, free-cooling rozpoczyna pracę częściowego lub przy niższych temperaturach całkowitego schładzania czynnika pośredniczącego. W artykule przedstawiono analizę zapotrzebowania w chłód dla wybranego obiektu oraz możliwość pokrycia częściowego z wykorzystaniem systemu free-cooling'u. Określone zostały granice czasowe stosowania tego typu systemu w oparciu o wykres  $T_z-T_p$  oraz określone wielkości mocy chłodniczej możliwe do pozyskania w tym systemie.

**Słowa kluczowe:** free-cooling, chłodzenie, chiller, moc chłodnicza.

## FREE COOLING SYSTEM APPLICATION IN AIR CONDITIONING

### Summary

Increasing electricity prices, often forcing users to seek savings and new, cheap and clean energy. In many industries modern equipment to reduce electricity consumption are introduced. Also in air conditioning systems are increasingly being used all sorts of devices to reduce operating costs. Such solutions is free-cooling system. Free-cooling system operate as cooler of internal air in direct or intermediate way. Directed free-cooling system is on only if ambient temperature is below internal one – winter and transition period when air cooling is nesesity cause of large heat gain in cooled object. Intermediate free-cooling system work due to additional cool exchanger mounted in compressor unit with 3-way valve. The possible, obtained from analytical model the power of free-cooling system has been presented in the article. The boundaries of free-cooling system in all year period has presented using a  $T_z-T_p$  figure. Free-cooling effect, is usually carried out by adding a second free-cooling radiator and three-way valve in the compressor chiller. When the outdoor temperature drops below the temperature of the medium return intermediary, free cooling starts partial or at lower temperatures, the total cooling medium. The article presents an analysis of the demand in the cold for the selected object and to cover part of the system using free-cooling system.

**Keywords:** free-cooling, cooling, chiller, cooling power

DOI:10.7862/rb.2014.109

*Przesłano do redakcji: 26.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.*

50 Autor do korespondencji: Sławomir Rabczak, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, [rabczak@prz.edu.pl](mailto:rabczak@prz.edu.pl)

51 Danuta Proszak-Miąsik, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, [dproda@prz.edu.pl](mailto:dproda@prz.edu.pl)

52 Krzysztof Nowak, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, [krzynow@prz.edu.pl](mailto:krzynow@prz.edu.pl)

Sławomir RABCZAK<sup>53</sup>  
Danuta PROSZAK-MIĄSIK<sup>54</sup>  
Krzysztof NOWAK<sup>55</sup>

## KONCEPCJA POMPY CIEPŁA ZE SKRAPLACZEM DWUCZŁONOWYM

Kwestie optymalnego wykorzystania energii stanowią obecnie obszar, wokół których skupia się większość prac badawczych i ich technicznych aplikacji. Typowe układy pomp ciepła oddają do otoczenia ciepło w górnym wymienniku ciepła w procesie początkowo ochładzania przegrzanej pary czynnika chłodniczego, a następnie w wyniku samego skraplania. Te dwa procesy odbywają się w jednym wymienniku ciepła. W pracy przedstawiono możliwości odrębnego pozyskania ciepła przegrzania i ciepła samego skraplania z górnego wymiennika pompy ciepła. Rozwiązanie takie pozwala na wykorzystanie pompy ciepła jako urządzenia do produkcji ciepła o dwóch różniących się od siebie poziomach temperatur, co pozwala na bardziej wszechstronne wykorzystanie urządzenia, np. do przygotowywania ciepłej wody użytkowej oraz jednocześnie do celów centralnego ogrzewania niskotemperaturowego. Przedstawiono ideę działania tego typu układu pompy ciepła oraz schematy obrazujące możliwości jej aplikacji w budownictwie. Dokonano analizy wynikającej z transformacji odebranego ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody o umownie wysokiej temperaturze oraz dla potrzeby wentylacji lub ogrzewania, gdzie wystarczające są niższe temperatury medium grzewczego. Wykonano obliczenia mocy skraplaczy dwuczłonowych dla wybranych czynników chłodniczych oraz przedstawiono koncepcję pompy ciepła pozwalającą na produkcję ciepła o dwóch różnych poziomach temperatur. Przedstawiono wstępnie stanowisko badawcze do określania rzeczywistych wielkości ciepła pozyskiwanych z poszczególnych wymienników ciepła górnego dla wybranego czynnika chłodniczego. Omówione zostały podstawowe założenia konieczne do przeprowadzenia pomiarów.

**Słowa kluczowe:** pompa ciepła, skraplacz, wymiana ciepła, ciepło przegrzania

## CONCEPT OF HEAT PUMPS WITH TWO PARTS CONDENSER

### Summary

Issues of optimal energy use is currently the area around most of research and technical applications are focused. The paper presents the possibility of obtaining superheat and the condensing heat exchanger from the top of heat pump exchanger. The analysis of received heat for domestic hot water preparation with conventionally high temperature and for ventilation or heating systems, where lower temperatures are sufficient have been obtain. Calculations are performed under the two parts condenser for selected refrigerants, and presents the concept of heat pumps allows to produce of heat at two different temperature levels, eg. for preparation of hot water, and at the same time for low-temperature space heating system. The principle of operation of this type of heat pump system and diagrams have been presented to pay attention for possibility of its application in the industry. The analysis of transformation of the received heat for domestic hot water needs conventionally high temperature to ventilation and heating systems, where lower temperatures are not always a sufficient heating medium. The paper presents a pre-test to determine the actual size of the heat ratio extracted from each of heat exchangers for the selected refrigerant. Further discusses are necessary to obtain the basic principles to improve the results by measurements.

**Keywords:** heat pump, condenser, heat transfer, superheating.

DOI:10.7862/rb.2014.110

*Przestano do redakcji: 20.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.*

---

53 Autor do korespondencji: Sławomir Rabczak, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, rabczak@prz.edu.pl

54 Danuta Proszak-Miąsik, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, dproda@prz.edu.pl

55 Krzysztof Nowak, Politechnika Rzeszowska, Powstańców Warszawy 12, 17-865 1699, krzynow@prz.edu.pl

Henryk RÓŻAŃSKI<sup>56</sup>  
Krzysztof JABŁOŃSKI<sup>57</sup>

## TECHNOLOGIE POZYSKIWANIA BIOMASY LEŚNEJ NA CELE ENERGETYCZNE

Streszczenie. Wzrastające zapotrzebowanie na energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych zmusza do poszukiwania jej na terenach leśnych. Wyróżnia się trzy podstawowe źródła drewna energetycznego pochodzącego z lasu, są to: pozostałości zrębowe z cięć rębnych, drewno pozyskiwane z drzew o niewielkich wymiarach, np. w trakcie prowadzenia trzebieży wczesnych oraz drewno pniakowe. Najważniejsze znaczenie mają pozostałości zrębowe pochodzące z cięć rębnych drzewostanów sosnowych. Obecnie stosuje się trzy podstawowe technologie pozyskiwania drewna energetycznego z pozostałości zrębowych. Są to: pozyskiwanie zrębków na powierzchni leśnej lub przy drodze wywozowej oraz pakietowanie gałęzi i wierzchołków drzew. Zastosowana technologia warunkuje postać, w jakiej surowiec energetyczny dociera do odbiorcy. Najbardziej powszechną jest technologia pozyskiwania drewna sypkiego. Zasadnicza operacja rozdrabniania surowca (zrębkowanie) odbywa się przy użyciu agregatu zrębkującego na podwoziu forwardera. Typowy agregat zrębkujący składa się z nośnika i rębarki bębnowej lub tarczowej oraz pojemnika na zrębki. Podawanie surowca gardzieli rębarki odbywa przy pomocy chwytaka zamontowanego na żurawiu. Transport zrębków odbywa się niezależnie od operacji zrębkowania, w systemie kontenerowym. Maszynowe technologie pozyskiwania zrębków są bardzo wydajne (około 50-400 mp/h) i z tego powodu wymagana jest duża koncentracja surowca w miejscu pracy rębarki. Przedstawiona technologia pozyskiwania drewna energetycznego z biomasy leśnej wymaga stworzenia dobrych systemów organizacyjnych zarówno w odniesieniu do jej produkcji jak i do procesów wytwarzania energii.

**Słowa kluczowe:** pozostałości zrębowe, zrębki, baloty, drewno energetyczne

## FOREST BIOMASS HARVESTING TECHNOLOGIES FOR ENERGY PURPOSES

### Summary

Growing needs for renewable energy make it necessary to look for its sources in forests. There are three basic sources of forest woody biomass, these are: logging residues from final fellings, small-sized wood, e.g. from early thinnings and stump wood. Logging residues from final fellings in pine stands is the most important source. Today, there are three main technologies used for energy wood harvesting. These are: wood chip production on the forest site or at roadside and the bundling of tree branches and tops. The technology applied decides about the form in which the energy wood is delivered to the heating plant. The most commonly used technology is that of chip production, with the main operation of chipping, which is performed with a chipper on a forwarder undercarriage. The typical chipping set consists of a drum chipper, a chip container and an undercarriage, on which the former two are assembled. The feeding of the material to the chipper is done with a crane with a grapple. The transport of chips is independent of the chipping operation and it is performed in the container system. Mechanized technologies of wood chip production are characterized by high productivity (50-400 bulk cu.m. per hour) and they require large wood concentrations on the chipping site. The presented energy wood chip production technology requires good organization systems, with regard the chip production as well as the energy production.

**Keywords:** logging residues, chips, bundles, energy wood

DOI:10.7862/rb.2014.111

*Przesłano do redakcji: 25.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.*

<sup>56</sup> Prof. dr hab. Henryk Różański, afiliacja: Katedra Techniki Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 28, tel. 061 8487638, e-mail: henrykro@up.poznan.pl

<sup>57</sup> Autor do korespondencji: dr hab. Krzysztof Jabłoński, afiliacja: Katedra Techniki Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 28, tel. 061 8487640, e-mail: jabkrys@up.poznan.pl

## URZĄDZENIA ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ BUDYNKU ZAMIESZKANIA ZBIOROWEGO

Wprowadzania nowych rozwiązań służących poprawie efektywności produkcji i wykorzystania energii wynikające z przepisów krajowych i europejskich zmierza w kierunku rozwoju energetyki rozproszonej, zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii, preferowania skojarzonego wytwarzania energii. W budynkach o dużym zapotrzebowaniu na ciepło dla potrzeb przygotowania c.w.u. wykorzystanie energii słonecznej zostało już szeroko rozpowszechnione. Inne możliwości to wykorzystanie ciepła gruntu lub skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła. Wymaga to zastosowania nowych urządzeń oraz rozbudowy istniejących instalacji.

W artykule przedstawiono zmiany sposobu zaopatrzenia w ciepło domu studenckiego Politechniki Rzeszowskiej jakie nastąpiły w ciągu ostatnich lat. Polegały one na zastosowaniu kolektorów słonecznych wspomagających instalację centralnej ciepłej wody w istniejącym wymiennikowym węźle zasilanym z sieci ciepłej. W dalszej kolejności przedstawiono propozycję współpracy istniejącej instalacji z pompą ciepła oraz z agregatem kogeneracyjnym. Zintegrowana z istniejącą instalacją pompa ciepła wykorzystuje za pomocą wymienników pionowych ciepło gruntu, natomiast nośnikiem energii pierwotnej w przypadku zastosowania agregatu kogeneracyjnego jest gaz ziemny wysokometanowy wykorzystany do produkcji energii elektrycznej i ciepła. W artykule zaprezentowano, również graficznie, sposób rozwiązania instalacji oraz wzajemne powiązanie i współpracę zastosowanych urządzeń służących do produkcji, przetwarzania i magazynowania energii.

Należy zwrócić uwagę, że zaproponowane połączenia istniejącej instalacji z nowymi urządzeniami wynika z dużego zużycia ciepła niskotemperaturowego w postaci ciepłej wody użytkowej oraz znacznego i ciągle wzrastającego zużycia energii elektrycznej.

**Słowa kluczowe:** kogeneracja, pompa ciepła, ciepła woda użytkowa, rozwiązanie techniczne

## THE DEVICES OF CONNECTED SYSTEMS SUPPLY ENERGY FOR BUILDING COLLECTIVE RESIDENCE

### Summary

The introduction of new solutions to improve the efficiency of the production and use of energy arising from national and European legislation. It is moving in the direction of distributed energy development, increase the use of renewable energy sources, preferring a combined heat and power. In the buildings where is a large heat demand for the preparation of hot water, using solar energy has already been widely disseminated. The other possibility is to use the ground source heat pump or the cogeneration unit. This requires the use of new equipment and expansion of an existing installation.

The article shows how had been changes in the student house with the heat supplying of which have occurred over the past years. Solar thermal collectors are used that assist a hot water installation in an existing heat centre. In the article technical solutions of an existing installation and solar energy installation integrated with a heat pump and cogeneration are presented. The proposed combination of an installation with the new equipment is due to the high consumption of low temperature heat in the form of hot water and a significant and ever-increasing electricity consumption. This solution could provide significant environmental and financial benefits. However, require financial support during implementation.

**Keywords:** cogeneration, heat pump, hot water, technical solution.

DOI:10.7862/rb.2014.112

*Przesłano do redakcji: 21.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.*

<sup>58</sup> Autor do korespondencji: Elżbieta RYBAK-WILUSZ, dr inż. e-mail: elrywi@prz.edu.pl; Politechnika Rzeszowska, Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji, ul. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

<sup>59</sup> Vyacheslav PISAREV, dr hab.inż. prof. PRz e-mail: vpisarev@prz.edu.pl; Politechnika Rzeszowska, Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji, ul. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

<sup>60</sup> Paulina SAWICKA mgr inż. e-mail: sawicka61@wp.pl; Politechnika Rzeszowska, Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji, ul. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

## KIERUNKI PROJEKTOWANIA NIEWIELKICH OBIEKTÓW O FUNKCJI TEATRALNEJ NA PRZYKŁADZIE NOWEJ SIEDZIBY TEATRU LALEK W RABCE-ZDROJU

Artykuł dotyczy problematyki projektowania niewielkich obiektów teatralnych na przykładzie koncepcji nowej siedziby Teatru Lalek w Rabce-Zdroju. Zagadnienie to zostało przedstawione na tle obiektów o podobnej funkcji, które powstały na świecie w ciągu ostatnich lat: Dee and Charles Wyly Theatre w Dallas USA, projektu REX i OMA, Domäne Hildesheim w Hildesheim Niemcy, projektu agn Niederberghaus & Partner GmbH. W artykule przeanalizowano wielofunkcyjne budynki przeznaczone na potrzeby kultury m.in.: Małopolski Ogród Sztuki projektu pracowni Ingarden & Ewý. Analiza wybranych realizacji posłużyła do opracowania na zlecenie przedstawicieli samorządu terytorialnego koncepcji architektonicznej obiektu teatralnego w Rabce-Zdroju. Zadanie to wymagało wieloetapowych studiów związanych z technologią funkcjonowania teatru, a także, w tym przypadku, odpowiednim nawiązaniem do zastanego krajobrazu kulturowego zabytkowego uzdrowiska. Wynikiem tych analiz było stworzenie modelowego projektu budynku o przedmiotowej funkcji, który następnie modyfikowano i dostosowywano do możliwości i oczekiwań inwestora oraz kontekstu, w którym inwestycja będzie realizowana – sąsiedztwo dwóch zabytkowych kościołów. Ważnym aspektem związanym z realizacją inwestycji kulturalnych jest ich znaczenie dla społeczności lokalnych. W toku prac projektowych zostały opracowane trzy warianty koncepcji różniące się przyjętymi rozwiązaniami funkcjonalnymi, przestrzennymi oraz zastosowanym językiem form architektonicznych. Wybrana wspólnie z inwestorem koncepcja zakłada stworzenie budynku, w którym elementy związane z funkcją teatralną mogą być wykorzystywane w inny sposób. Dzięki temu zabiegowi budynek teatru będzie obiektem multifunkcyjnym co w oczywisty sposób zwiększy jego atrakcyjność, a także podniesie rentowność całej inwestycji.

**Słowa kluczowe:** projekt architektoniczny, teatr, obiekt wielofunkcyjny

---

<sup>1</sup> Dr hab. inż. arch. Adam RYBKA, prof. PRz, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, telefon: (17 865) 1624, akbyr@prz.edu.pl.

<sup>2</sup> Autor do korespondencji: dr inż. arch. Michał Krupa, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, telefon: (17 865) 1691, mkrupa@prz.edu.pl.

### TRENDS IN DESIGNING SMALL OBJECTS SERVING A THEATRE FUNCTION ON THE EXAMPLE OF THE NEW PUPPET THEATRE IN RABKA-ZDROJ

#### Summary

The article concerns the issue of designing small theatre objects on the example of the new Puppet Theatre in Rabka Zdroj. The question was posed against the background of theatre objects created in the world within recent years, such as: Dee and Charles Wyly Theatre in Dallas, USA, designed by REX and OMA and Domäne Hildesheim in Hildesheim, Germany, designed by agn Niederberghaus & Partner GmbH. Multi-functional buildings meant to serve cultural needs have also been analysed in the article, e.g.: Lesser Poland Garden of Art designed by Ingarden & Ewý. An analysis of selected realisations was used to prepare an architectonic concept of such a theatre object in Rabka-Zdroj commissioned by representatives of the local government. The task required multi-stage studies connected with e.g. technology of theatre functioning, functionality of a theatre object and, in this case, an appropriate reference to the existing cultural landscape of a historic health resort. The result of those analyses was creating a model project of such a building which was subsequently modified and adjusted to the possibilities and expectations of a concrete investor, and of the context in which a given investment would be realised – neighbourhood of two historic churches. An important aspect connected with the realisation of cultural investments is their significance for local communities. In the course of project work, three variants of the concept were prepared which differed in accepted functional and spatial solutions, and the applied language of architectonic forms. The concept, selected jointly with the investor, involves creating a building in which elements serving theatre functions can be used otherwise. Because of that the theatre building will be a multi-functional object which will obviously enhance its attractiveness and also increase the profitability of the whole undertaking.

**Keywords:** architectural design, theater, multifunctional building

DOI:10.7862/rb.2014.113

Przesłano do redakcji: 14.05.2014 r.

Przyjęto do druku: 04.09.2014 r.

## WPLYW WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ POWIETRZA NA SORPCYJNE ZAWILGOCENIE MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Referat dotyczy procesu sorpcji wilgoci w materiałach budowlanych. Przedstawiono w nim badania związane z wyznaczeniem zawilgocenia sorpcyjnego, zrealizowane na ośmiu różnych materiałach w sześciu odmiennych warunkach cieplno-wilgotnościowych. Testowanymi materiałami były cegła ceramiczna CC, cegła silikatowa CS, cztery betony komórkowe BK1, BK2, BK3, BK4 oraz zaprawa cementowa ZC i cementowo-wapienna ZCW. Badania zrealizowano w temperaturze 5°C oraz przy następujących poziomach wilgotności względnej powietrza:  $\varphi \approx 11,3; 33,6; 58,9; 75,7; 87,7; 98,5$  %. Próbkę materiałów o grubości 1 cm zaizolowano na poboczniczy i wysuszone do stałej masy w temperaturze 105°C. Następnie próbki umieszczano nad nasyconymi roztworami odpowiednich soli stabilizującymi wilgotność względną powietrza na określonym poziomie. W danych warunkach wilgotnościowych znajdowało się po 3 próbki każdego materiału. Badania polegały na rejestracji zmiany masy próbek w określonych odstępach czasu. Pomiar zmiany masy próbek rejestrowano przy użyciu wagi elektronicznej o dokładności 1 mg. Najdłużej ustalała się równowaga sorpcyjna przy wilgotności powietrza bliskiej 100 %. Przeprowadzone pomiary dostarczyły ilościowych danych na temat wielkości zawilgocenia sorpcyjnego w zależności od rodzaju, gęstości materiału oraz warunków cieplno-wilgotnościowych, w jakich materiały się znajdują. Oceniano wpływ wymienionych czynników na wielkość zawilgocenia sorpcyjnego. Wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza obserwowano wzrost zawilgocenia sorpcyjnego. Jedynie w przypadku cegły ceramicznej nie zanotowano wyraźnych różnic w wielkości tego parametru. Największe wartości uzyskiwano dla betonów komórkowych.

**Słowa kluczowe:** sorpcja, wilgoć, beton komórkowy, cegła ceramiczna, cegła silikatowa, zaprawa cementowa, zaprawa cementowo-wapienna

## THE INFLUENCE OF THE RELATIVE HUMIDITY OF AIR ON SORPTION MOISTURE CONTENT OF BUILDING MATERIALS

### Summary

The paper is devoted to the moisture sorption process in building materials. Presented research carried out on eight different materials in six diverse hygrothermal conditions were aimed on determining sorption moisture content. Ceramic brick CC, calcium silicate brick CS, four autoclaved aerated concretes BK1, BK2, BK3, BK4, cement mortar ZC and cement-lime mortar ZCW were tested. The measurements were conducted in temperature of 5°C and in the following levels of air relative humidity:  $\varphi \approx 11.3; 33.6; 58.9; 75.7; 87.7; 98.5$  %. The materials samples of 1 cm thickness were insulated on sides and dried up in temperature of 105°C to a constant mass. Subsequently, the samples were placed over saturated salt solutions which were stabilizing air relative humidity at definite level. In given humidity conditions 3 samples of every material were kept. The experiments consisted in recording changes of samples mass in pre-defined time intervals. Measurements of the changing mass of samples were recorded with the electronic scale with accuracy of 1 mg. The sorption equilibrium settled the longest at the relative humidity close to 100%. The carried out measurements provided quantitative data regarding sorption moisture content, depending on material type, material density and hygrothermal conditions. Influence of the factors in question on the value of sorption moisture content was evaluated. With the increase of air relative humidity the increase of sorption moisture content was observed. Merely in case of ceramic brick no distinct differences of this parameter was noted. The highest values were obtained for autoclaved aerated concretes.

**Keywords:** sorption, humidity, autoclaved aerated concrete, ceramic brick, silica brick, cement mortar, cement-lime mortar

DOI:10.7862/rb.2014.114

Przestano do redakcji: 27.11.2014 r.

Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.

<sup>61</sup> Agata Siwińska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Dróg, Mostów i Materiałów Budowlanych, Al. Piastów 50, 70-311 Szczecin, telefon: 91 449 43 41, e-mail: siwinska@zut.edu.pl

## NOWOCZESNE MATERIAŁY I TECHNOLOGIE DO WYKONYWANIA PODŁÓG PRZEMYSŁOWYCH

W artykule przedstawiono nowoczesne rozwiązania materiałowo-technologiczne, pozwalające na wykonanie bezspoinowych (bezdyfuzyjnych, beznacięciowych) podłóg przemysłowych. Metoda tradycyjna wykonania betonowych podkładów podłogowych wymaga zastosowania gęstej siatki nacięć dyfuzyjnych, stanowiących zabezpieczenie przed zarysowaniami płyty betonowej, wynikającymi ze skurczu betonu, zmian temperatury itd. Niekorzystne skutki nacięć dyfuzyjnych na właściwości wytrzymałościowe i użytkowe betonowej płyty podkładu zainicjowały poszukiwania rozwiązań bezdyfuzyjnych. Redukcję skurczu betonu, a przez to możliwość rezygnacji z nacięć dyfuzyjnych osiągnięto dzięki zastosowaniu dodatku włókien stalowych do betonu, przejmujących naprężenia rozciągające lub poprzez sprężenie betonu za pomocą kabli sprężających, które nie dopuszcza do powstawania rys skurczowych przez wprowadzenie dodatkowej siły ściskającej do przekroju. Zastosowanie włókien stalowych jako zbrojenia rozproszonego, a także sprężenia betonu jako zbrojenia aktywnego pozwala nie tylko na zabezpieczenie podkładu przed zarysowaniami skurczowymi, ale również powoduje polepszenie właściwości mechanicznych betonu, zwiększając wytrzymałość na rozciąganie, zginanie, wytrzymałość zmęczeniową, odporność na uderzenia i odporność na ścieranie. W artykule scharakteryzowano dwa rodzaje podkładów bezdyfuzyjnych: fibrobetonowe i betonowe sprężone. Zaprezentowano również najczęściej stosowane technologie i materiały do wykonania posadzek bezspoinowych na podkładach betonowych: metodę DST (Dry Shake Topping) - przez utwardzanie powierzchniowe górnej warstwy wiążącego betonu za pomocą suchej posypki oraz przez wykorzystanie niskoskurczowych żywic syntetycznych. W artykule zawarto także informacje dotyczące aktualnych kierunków zastosowania bezspoinowych podkładów i posadzek przemysłowych.

**Słowa kluczowe** podkład bezspoinowy, posadzka bezspoinowa, podkład fibrobetonowy, podkład zbrojony aktywnie, posadzka żywiczna, włókna stalowe, żywice syntetyczne

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Ryszard Skiba, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. 12 628 23 06, e-mail: rskiba@pk.edu.pl.

## MODERN MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL FLOOR CONSTRUCTION

### Summary

Modern material and technological solutions that allow to construct jointless (seamless) industrial floors are presented in the paper. The traditional method of concrete subfloors implementation requires the application of dense grid of joint cuts, being the protection against cracking of a concrete slab, resulting from the shrinkage of concrete, temperature changes, etc. The negative effects of joint cuts on the strength and functional properties of a concrete screed slab have led to search for jointless solutions. The reduction of the shrinkage of concrete, and thus the opportunity to resign from joint cuts have been achieved by the application of the addition of steel fibres to the concrete matrix, taking over the tensile stresses or by the compression of concrete by prestressing cables, that prevents the formation of shrinkage cracks by the insertion of an additional compressive force into the section. The use of steel fibers as a distributed reinforcement, as well as the prestressing of concrete as an active reinforcement not only allows to protect a screed against cracking, but it also results in the improvement of the mechanical properties of concrete, increasing tensile strength, flexural fatigue strength, impact resistance and resistance to abrasion.

Two types of jointless screeds: fibre reinforced concrete and prestressed concrete ones are characterized in the paper. The most commonly used technologies and materials for the jointless floors on concrete screeds: DST method (Dry Shake Topping) – by the surface hardening of the top layer of setting concrete with dry chippings and by the application of low shrinkage synthetic resins are presented.

The information concerning current trends of the application of jointless industrial floors and screeds is also included in the paper.

**Keywords:** jointless screed, jointless floor, fibre reinforced concrete screed, actively reinforced screed, resin floor, steel fibres, synthetic resins.

DOI:10.7862/rb.2014.115

*Przestano do redakcji: 02.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

## PROJEKTOWANIE ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH Z ZAŁOŻONĄ NIEZAWODNOŚCIĄ

Wartości docelowych poziomów niezawodności zalecane w różnych normatywach krajowych i zagranicznych nie są spójne i mogą prowadzić do różnej oceny niezawodności, bezpieczeństwa konstrukcji czy określenia prawdopodobieństwa zniszczenia. W artykule zestawiono zalecane docelowe wartości wskaźników niezawodności według różnych normatywów i zaleceń normowych, które odniesiono do poziomu niezawodności projektowanych elementów żelbetowych według podejścia probabilistycznego. Zalecane wartości wskaźników niezawodności są zazwyczaj podawane w przypadku dwóch okresów odniesienia: 1 roku oraz 50 lat (zgodnie z PN-EN 1990 czy z MC 2010) lub z uwzględnieniem zależności między docelowym poziomem niezawodności a konsekwencjami zniszczenia i kosztami zapewnienia bezpieczeństwa (zgodnie z ISO 2394 oraz zaleceniami JCSS). Prezentowane zalecenia normowe proponują różne wartości docelowego poziomu niezawodności. Wybór docelowego poziomu niezawodności to uwzględnienie możliwych skutków awarii w zakresie ryzyka dla życia lub uszkodzenia ciała, potencjalnych strat ekonomicznych, ekologicznych czy stopnia niedogodności społecznych. Wybór docelowego poziomu niezawodności uzależniony jest też od uwzględnienia kosztów i nakładów w celu zapewnienia wymaganego poziomu niezawodności i zmniejszenia ryzyka zagrożenia. Przedmiotem analiz był żelbetowy słup ściskany, przyjęty jako wewnętrzny element wydzielony, usztywniony za pośrednictwem belki wieloprzęsłowej. Ze względu na duże różnice w wynikach przeprowadzonych rozważań, zwrócono szczególną uwagę na zróżnicowanie poziomu niezawodności konstrukcji, szczególnie dla konstrukcji, które mają być zrealizowane z betonu o niejednorodności większej niż 4 MPa.

**Słowa kluczowe:** beton, wskaźnik niezawodność, odchylenie standardowe, konstrukcje żelbetowe

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Izabela Skrzypczak, Politechnika Rzeszowska, ul Poznańska 2, izas@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Lidia Buda-Ożóg, Politechnika Rzeszowska, ul Poznańska 2, lida@prz.edu.pl

<sup>3</sup> Marta Słowik, Politechnika Lubelska, ul Nadbystrzycka 40, m.slowik@pollub.pl

## DESIGN OF REINFORCED CONCRETE MEMBERS WITH ASSUMED RELIABILITY

### Summary

The target values of reliability levels recommended in various domestic and foreign standards are not consistent and they may lead to a different assessment of the reliability of structures. The paper summarizes the recommended target values for indicators of reliability according to different standards which refer to the level of reliability of reinforced concrete members according to the probability approach. Recommended values of reliability indicators are usually applied for two reference periods: 1 year and 50 years (in accordance with PN-EN 1990, or MC, 2010) or with regard to the relationship between the target level of reliability, the consequences of the damage and the cost of safety-security (according to ISO 2394 and recommendations JCSS). Presented standard recommendations proposed the different target values of reliability levels. The selection of the target values of reliability levels is connected with taking into account the possible consequences of damage connected with life injury, potential economic losses, as well as the degree of inconvenience. When selecting the target values of reliability levels, the costs and inputs are also taken into account in order to ensure the required values of reliability levels and to reduce the risk. In the performed analysis, a concrete column was considered. The column was defined as the separated, internal element, stiffened by a multi-span continuous beam. Due to the large differences in the obtained results of the analysis, the particular attention has been paid for the diversity of reliability levels for concrete structures, especially when standard deviation of concrete is greater than 4 MPa.

**Keywords:** concrete, reliability index, standard deviation, reinforced concrete structures

DOI:10.7862/rb.2014.116

*Przesłano do redakcji: 26.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*



**Robert TOMASZEWSKI<sup>62</sup>**  
**Jan M. OLCHOWIK<sup>63</sup>**  
**Jerzy ADAMCZYK<sup>64</sup>**

## **BADANIA NAD EFEKTYWNOŚCIĄ KONWERSJI FOTOWOLTAICZNEJ (PV) DLA WARUNKÓW LUBELSZCZYZNY**

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z 10-cio letnią analizą pracy układu słonecznego zainstalowanego w południowo-wschodniej Polsce. Analizie porównawczej poddano układ nadążny i stacjonarny z wykorzystaniem chłodzenia modułów PV i modułów PV bez chłodzenia. Porównanie energii uzyskanej z poszczególnych fotomodułów pozwoli w przyszłości na wybranie najbardziej optymalnej konfiguracji dla warunków Lubelszczyzny. W badaniach uwzględniono wymiar godzin słonecznych w województwie lubelskim. Kryzys energetyczny i rosnące ceny energii oraz coraz surowsze normy emisji spalin są głównym powodem zainteresowania alternatywnymi źródłami energii. Energia czerpana ze słońca jest najbardziej pierwotną formą pozyskiwania energii. Naturalne jest bezpośrednie wykorzystanie energii Słońca. Zastosowanie systemów PV jest najbardziej przyjazną formą wytwarzania zarówno prądu elektrycznego, jak i energii cieplnej. Obecnie w Polsce nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie energetyki konwencjonalnej. System elektrowni słonecznych jako przyszłościowe źródło energii jest w stanie skutecznie uzupełnić niedobory w okresie największego zapotrzebowania na prąd elektryczny w ciągu dnia. Zastosowanie źródeł rozproszonych nie wpływa negatywnie na infrastrukturę sieci przesyłowych. Systemy PV z powodzeniem można stosować na obszarach o słabo rozbudowanej sieci przesyłowej. Warunki klimatyczne w Polsce są porównywalne z warunkami Niemiec, gdzie systemy PV są rozwijane od wielu lat. Przeprowadzone badania na obszarze polski południowo-wschodniej (Lublin) potwierdziły efektywność tej formy pozyskiwania energii. Analiza godzin słonecznych, jak i badania przeprowadzone na Politechnice Lubelskiej w okresie 10-cio letnich badań układów PV pozwalają jednoznacznie potwierdzić celowość rozwijania technologii fotowoltaicznych.

**Słowa kluczowe:** fotowoltaika, efektywność energetyczna, energia słoneczna, układy nadążne

### **STUDY ON THE EFFICIENCY OF THE PV CONVERSION FOR LUBLIN REGION**

#### **S u m m a r y**

The study presents problems connected with the decennial analysis of the solar system working that was installed in the south-east of Poland. The follow the sun system and the land-based one with using the module PV cooling and the module PV without cooling have been submitted for comparative analysis. The comparison of the energy gained from particular photomodules will allow choosing the most optimal configuration for the Lublin region. conditions in the future. The amount of sunny hours in the Lublin region has been taken into account in the research. The energy crisis and rising energy prices and increasing rigor of emission standards are a major reason for interest in alternative energy sources. Energy derived from the sun is the most primary form of energy generation. Natural is the direct use of the solar energy. Use of PV systems is the most environmentally friendly form of the production of both electric and thermal energy. Currently in Poland is not possible to completely eliminate the conventional energy. The solar power plants as a future source of energy is able to effectively complement the shortages in the peak demand for electricity during the day. The use of diffuse sources does not affect the transmission network infrastructure. PV systems can be successfully used in areas with poorly developed transmission network. The climatic conditions in Poland are comparable with those of Germany, where PV systems are developed for many years. The research in the area of south-eastern Polish (Lublin) confirmed the effectiveness of this form of energy production. Analysis of hours of sunshine, as well as research carried out at the Technical University of Lublin during the 10-year study of PV systems allow you to clearly confirm the desirability of developing photovoltaic technologies.

**Keywords:** photovoltaics, energy efficiency, solar energy, follow the sun system

DOI:10.7862/rb.2014.117

*Przestano do redakcji: 25.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

---

<sup>62</sup> Autor do korespondencji: Robert Tomaszewski Państwowa Szkoła Wyższa Im. Papieża Jana Pawła II, Instytut Informatyki, ul. Siderska 95/97 Biała Podlaska

<sup>63</sup> Jan M. Olchowik, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38, 30-618 Lublin; Państwowa Szkoła Wyższa Im. Papieża Jana Pawła II, Instytut Informatyki, ul. Siderska 95/97 Biała Podlaska

<sup>64</sup> Jerzy Adamczyk, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38, 30-618 Lublin; Państwowa Szkoła Wyższa Im. Papieża Jana Pawła II, Instytut Informatyki, ul. Siderska 95/97 Biała Podlaska

Henryk WACHTA<sup>1</sup>  
Krzysztof BARAN<sup>2</sup>  
Marcin LEŚKO<sup>3</sup>

## ILUMINACYJNE, BEZPRZEWODOWE OŚWIETLENIE DYNAMICZNE

Współczesne instalacje iluminacyjne coraz częściej wyposaża się w oprawy oświetleniowe ze źródłami LED. Cechuje je, obok niskiego poboru energii oraz dużej trwałości, zaleta możliwości sterowania barwą i wartością strumienia emitowanego w oświetlaną przestrzeń. Pozwala to tworzyć bardzo atrakcyjne sekwencje gry światłocienia przez przemyślane rozświetlanie lub przyciemnianie wybranych stref iluminowanego obiektu. Nowością jest możliwość rezygnacji z niekiedy kłopotliwego prowadzenia instalacji sterującej do grup opraw iluminacyjnych. Zastosowanie systemu bezprzewodowego umożliwia z jednej strony rezygnację z tworzenia sieci sterującej a z drugiej pozwala sterować całością instalacji z poza iluminowanego obiektu. Jako obiekt do zastosowania tego typu dynamicznej instalacji iluminacyjnej został wybrany Ratusz Rzeszowski. W przygotowanym referacie autorzy zestawili najważniejsze etapy realizacji instalacji iluminacyjnej, pozwalającej na bezprzewodowe sterowanie oprawami oświetleniowymi, wyposażonymi w źródła światła typu LED. Instalacja została skonfigurowana z uwzględnieniem obowiązujących wytycznych iluminacyjnych, odpowiadających formie przestrzennej Ratusza Rzeszowskiego. Zostały skonfigurowane dwie zasadnicze grupy opraw oświetleniowych: oprawy iluminujące konturowo dedykowane do oświetlenia elewacji oraz oprawy do iluminacji punktowej. Zrealizowana instalacja zawiera elementy sterowania bezprzewodowego na etapie komunikacji baterii opraw oświetleniowych z jednostką zarządzającą oraz sterownikiem TCP. Odpowiednio do wybranego rozlokowania sprzętu oświetleniowego, przygotowano system sterowania bezprzewodowego. Korzystając z narzędziowej aplikacji PHAROS wykonano etap informatycznej identyfikacji opraw oświetleniowych, założono dla nich tryby pracy (ściemniania lub rozjaśniania oraz zmiany barwy), a także synchronizację z zaproponowaną ścieżką dźwiękową. Finalnie zaproponowano szereg dynamicznych sekwencji typu „obraz-dźwięk”. Przykładowe statyczne dwa ujęcia uruchomionej instalacji iluminacyjnej zamieszczono w referacie.

**Słowa kluczowe:** iluminacje architektoniczne, oświetlenie dekoracyjne, sterowanie oświetleniem, źródła światła LED

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Henryk Wachta, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, email: hwachta@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Krzysztof Baran, mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów, email: kbaran@prz.edu.pl

## WIRELESS DYNAMIC ILLUMINATION LIGHTING

### Summary

Modern illumination systems are increasingly equipped with luminaires based on LED light sources. In addition to low power consumption and high durability, they are characterized by another advantage, the ability to control the color and value of the luminous flux emitted in the illuminated space. It allows to create very attractive sequences of light play through the thought brightens or darken the selected zones of illuminated object. A new feature is the ability for renouncement of sometimes troublesome conducting of control installation for illumination luminaire groups. Use of the wireless system allows on the one hand resignation from the creation of the control network and on the other hand allows to control the whole installation from outside the illuminated object. As an application object for presented type of dynamic illumination was chosen Rzeszow town hall. In this paper authors combined the most important stages of installation, which allows for wireless control of luminaires equipped with LED light sources. The installation was set up, according to existing illumination guidelines, corresponding to a spatial form of town hall. There was configured two main groups of luminaires: contour illuminating lamps, dedicated to illuminate facades and point illuminating lamps. Installation contains wireless control elements for communication between TPC control unit and battery of luminaires. Respectively to chosen equipment location there was prepared wireless control system using PHAROS application. There was specified work modes of lamps, like dimming or brightening, color change and synchronization with soundtrack. Finally authors proposed a series of dynamic "image-sound" sequences.

**Keywords:** architectural illuminations, decorative lighting, lighting control, LED light sources

DOI:10.7862/rb.2014.118

*Przesłano do redakcji: 21.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

## IZOLACYJNOŚĆ AKUSTYCZNA ŚCIAN W SALACH DO PRÓB W SZKOLE MUZYCZNEJ

**Streszczenie:** W artykule zawarto wyniki badań izolacyjności akustycznej przegród w salach do prób w szkole muzycznej. Analiza wyników przeprowadzona została w odniesieniu do aktualnych przepisów oraz w aspekcie odczuwania komfortu. Aby sprawdzić, czy ujęte w normach wymagania dotyczące izolacyjności przegród w szkołach są wystarczające, aby komfortowo uczyć się gry na instrumentach, dokonano pomiarów izolacyjności akustycznej ścian i drzwi w salkach do prób w jednej ze szkół muzycznych. Kolejnym elementem analizy w aspekcie izolacyjności akustycznej było określenie wpływu przed-sionka na warunki akustyczne w salach prób. Izolacyjność akustyczna zarówno ścian pomiędzy salami jak i ścian z drzwiami prowadzącymi do przedsionka spełniają wymagania dotyczące izolacyjności od dźwięków powietrznych ale tylko w odniesieniu do szkół tradycyjnych. Pomimo spełnienia warunków dotyczących izolacyjności od dźwięków powietrznych dla ścian analizowanych pomieszczeń, komfort akustyczny w tych salach nie jest wystarczający. Obserwacje oraz wywiad z użytkownikami sal wskazuje na wzajemne zakłócenia dźwięków w przypadku jednoczesnego korzystania z sąsiadujących sal. Autorzy artykułu postulują zatem konieczność stworzenia takich wymagań normowych, aby szkoły muzyczne i inne temu podobne instytucje, zapewniały komfort nauki gry na instrumentach i śpiewu. W analizowanym budynku szkoły muzycznej zaprojektowanie przedsionków było właściwym rozwiązaniem, skutkującym znacznym zwiększeniem izolacyjności od dźwięków powietrznych generowanych na korytarzu. Ochrona od dźwięków generowanych w sąsiedniej sali jest zbyt niska – nie stwarza warunków komfortowych do nauki muzyki. Sytuacja, w której każda sala posiadałaby oddzielny przedsionek, byłaby rozwiązaniem bardziej korzystnym.

**Słowa kluczowe:** izolacyjność akustyczna, ciśnienie akustyczne, decybel, pogłos

## ACOUSTIC TESTS OF THE INSULATION PROVIDED BY THE BARRIERS LOCATED IN A REHEARSAL ROOM OF THE MUSIC SCHOOL

### Summary

The article contains the results of acoustic tests of the insulation provided by the barriers located in a rehearsal room of the music school. The analysis of the results was carried out in relation to the current legislation and to the relative comfortable feeling. To check whether the requirements for the barrier insulation that are included in the standards are sufficient for the comfortable learning to play instruments, measurements were made of sound insulation of the walls and doors in the rehearsal hall in one of the music schools. Another element of the analysis in aspect of sound insulation was to determine the effect of the atrium on the acoustic rehearsal rooms. The sound insulation in both the walls between the rooms and the walls with a door leading to the vestibule meet all the requirements for airborne sound insulation but only in relation to traditional schools. Despite the fact that the airborne sound insulation of the walls in the rooms fulfilled the requirements of the standards, the acoustic comfort in these rooms was not preserved. The observations and the interview with room occupants have shown the presence of sound disruptions in cases where adjacent rooms are simultaneously used. Therefore, there is a need to define standards for music schools and other similar institutions, in order to provide comfort to learn to playing instruments and singing.

In the music school where the investigations were conducted, the creation of a vestibule in each room was the right solution that significantly increased the insulation from the airborne sound generated in the hallway. The protection against the sounds generated in the adjacent rooms is too low – it does not ensure comfortable conditions for learning music. If every room had its separate vestibule, the situation would look much better.

**Keywords:** acoustic insulation, sound pressure, sound intensity, decibel, reverb

DOI:10.7862/rb.2014.119

*Przesłano do redakcji: 19.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

<sup>65</sup> Autor do korespondencji: mgr inż. Anna Zastawna-Rumin, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

<sup>66</sup> mgr inż. Kinga Zębała, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

Agata ZDYB<sup>1</sup>  
Piotr LICHOGRAJ<sup>2</sup>

## ANALIZA MORFOLOGII ELEKTROD STOSOWANYCH W BARWNIKOWYCH OGNIWACH SŁONECZNYCH

W pracy przeprowadzono badania mikroskopowe warstw nanocząstek ditlenku tytanu ( $\text{TiO}_2$ ) osadzonych na szkle. Tego typu struktury stosowane są jako pokrycia oświetlanej elektrody w barwnikowych ogniwach słonecznych. W budowie i funkcjonowaniu ogniwa elektroda ta jest najważniejszym elementem. Składa się ona ze szkła z warstwą przewodzącą ITO (indium tin oxide) oraz naniesionych na nią nanocząstek  $\text{TiO}_2$  z zaadsorbowanymi na powierzchni cząsteczkami barwnika organicznego. Warstwa nanocząstek, dzięki temu, że jest mezoporowata, zwiększa powierzchnię czynną w absorpcji światła. Ditlenek tytanu absorbuje promieniowanie słoneczne jedynie w nadfiolecie. Zastosowanie barwnika zapewnia absorpcję światła w szerszym zakresie widma. W pracy, warstwy ditlenku tytanu otrzymywano po rozproszaniu nanocząstek różnych rodzajów z dodatkiem kwasu octowego lub  $\alpha$ -terpineolu. Otrzymane struktury były wygrzewane w temperaturze  $450^\circ\text{C}$  w celu uzyskania lepszego kontaktu między nanocząstkami i poprawy trwałości warstwy. Do obrazowania warstw wykorzystano mikroskop sił atomowych oraz skaningowy mikroskop elektronowy. Urządzenia te pozwalają uzyskać rozdzielczości odpowiednio: ok. 20 nm i 0,2  $\mu\text{m}$ . Zastosowanie nanocząstek pochodzących z firmy Sigma Aldrich oraz EasyChem pozwoliło na otrzymanie jednorodnych warstw o rozmiarach aglomeratów 0,2-0,3  $\mu\text{m}$ . Wykorzystanie nanocząstek z firmy Degussa, często opisywane w literaturze, nie dało zadowalających rezultatów przy zastosowaniu przedstawionych w pracy metod przygotowania zawiesiny. Naniesienie barwnika organicznego (alizaryny) na badane powierzchnie warstw nanocząstek nie zmienia w znaczącym stopniu uzyskanych obrazów mikroskopowych.

**Słowa kluczowe:** nanocząstki, ditlenek tytanu, mikroskopia sił atomowych, skaningowa mikroskopia elektronowa

## THE ANALYSIS OF MORFOLOGY OF ELECTRODES USED IN DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS

### Summary

The paper presents microscopic study of the titanium dioxide nanoparticles layers deposited on glass plates. This type of structures finds application as illuminated electrode coatings in dye-sensitized solar cells. Dye-sensitized solar cells (DSSC) have many advantages and their efficiency reached 12%, the same value as for amorphous silicon cells that are very popular in the photovoltaic market. The main part of the structure of DSSC that influences the performance of the cell is illuminated electrode which consists of glass plate with conducting ITO (indium tin oxide) layer and titanium dioxide nanoparticles covered by dye molecules. The mesoporous nanoparticle layer has high surface to volume ratio and enhances the process of light absorption. Titanium dioxide, which absorbs only ultraviolet part of solar radiation is sensitized by dye to visible light. In this work, titanium dioxide layers were obtained by spreading of different kinds of nanoparticles (coming from various sources) in acetate acid or  $\alpha$ -terpineol. The obtained structures were annealed in the temperature of  $450^\circ\text{C}$  in order to achieve better contact between nanoparticles and increase durability of the layers. The atomic force microscope and scanning electron microscope were used to obtain images of the surface. These two devices allow gaining resolution of 20 nm and 0,2  $\mu\text{m}$  respectively. The homogenous layers of 0,2-0,3  $\mu\text{m}$  agglomerates were obtained by using edible nanoparticles and the ones from Sigma Aldrich. Using of nanoparticles from Degussa, often described in the literature, and applying presented in this work methods of colloid preparation did not provide satisfactory results

**Keywords:** nanoparticles, titanium dioxide, atomic force microscopy, scanning electron microscopy

DOI:10.7862/rb.2014.120

*Przesłano do redakcji: 22.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

## KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ SPOSOBEM NA OBNIŻENIE RACHUNKÓW ZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

W niniejszym artykule podjęto temat energooszczędności w zakładach pracy, w których wykorzystywane są maszyny, a co za tym idzie, bardzo duże zużycie energii. Cena energii elektrycznej jest coraz wyższa, a kolejne regulacje prawne i wzrost kosztów paliw nie wróżą zmiany tej sytuacji, dlatego warto już dziś zastanowić się czy można obniżyć ilość zużywaną energii elektrycznej i jej koszty. Rozwiązaniem tego problemu mogą stać się baterie kondensacyjne, dzięki którym można będzie mocno ograniczyć opłaty za energię bierną. Moc bierną pobierają wszystkie urządzenia indukcyjne. Jednak najczęściej: silniki asynchroniczne (zwłaszcza te pracujące na biegu jałowym), słabo obciążone transformatory, spawarki, zgrzewarki. Niestety przepływ mocy biernej ma też ujemne skutki. Jej przepływ od źródła do odbiornika obciąża prądowo kable i linie, zmniejszając ich przepustowość, wywołując dodatkowe spadki napięć i powodując straty mocy czynnej. Dlatego też dostawcy energii elektrycznej wymagają ograniczania poboru mocy biernej.

Istotną jest również kompensacja mocy biernej polegająca na jej wytworzeniu w miejscu zapotrzebowania przy pomocy kompensatora synchronicznego lub baterii kondensatorów. Dzięki temu nie trzeba jej przysyłać od wytwórcy do odbiorcy, dzięki czemu tymi samymi liniami elektroenergetycznymi można przesłać większą moc czynną.

Najistotniejszą sprawą przy zakupie baterii jest jej właściwy dobór. Od właściwego doboru baterii zależy jak długo będzie ona prawidłowo pracować. Źle dobrana bateria szybko ulegnie awarii, a nawet może stanowić zagrożenie, dlatego ważne jest, aby doбором baterii zajęli się specjaliści. Aby prawidłowo dobrać baterię najpierw przeprowadzany jest pomiar profilu mocy oraz odkształceń. Na jego podstawie określa się moc urządzenia, typ i inne istotne parametry.

**Słowa kluczowe:** kompensacja, moc bierna, moc czynna, kondensator, energooszczędność

## COMPENSATION OF REACTIVE POWER WAY TO DECREASE THE ACCOUNTS FOR ELECTRICITY.

### Summary

Subject of energy savings in the workplaces, where the machines requiring high energy consumptions are used, were described in this article. Prices of electric energy are higher and higher, further legal acts and the increase of fuel costs are not going to change this situation, which is why we must consider all ways of lowering the quantity of electric energy use and its costs. Usage of the condensing batteries could significantly reduce the reactive power losses and solve the problem. All induction machines consume reactive power. But, these that use the most are: a-synchronic engines (especially those working on the idling), not much burdened convertors, welders. Unfortunately, the flow of reactive power has also disadvantages. Its flow from the source to the receiver burdens electrically cables and lines, lowering their flow capacity and leading to additional voltage fall and loss of real power. That is why the suppliers of electrical energy require limitation of reactive power consumption.

Reactive power compensation plays also an important role. Where necessary, it is created by means of synchronic capacitor. Thanks to it there is no need of sending it from the supplier to the receiver, which is why greater real power can be sent by the same electrical power lines.

While buying batteries it is important to know which one to choose. When chosen properly, it will work correctly, but badly chosen the one will suffer from destruction very quickly, and it may set danger, which is why only specialists should be responsible for choosing batteries. In order to choose a battery properly, the power profile and any deformation must be measured at first. When it is done the power of device and other parameters are taken into consideration. Only above mentioned measurement guarantee proper and long work of the device. On the basis of the invoice for electrical power we may only approximately assess the cost of device, but it will not give us any information about deformation of current and voltage, danger of resonance and required gradation.

**Keywords:** Compensation, reactive power, active power, energy efficiency

DOI:10.7862/rb.2014.121

*Przesłano do redakcji: 21.05.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*

---

<sup>67</sup> mgr inż. Kinga Zębala, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej.

Agnieszka ŻELAZNA<sup>1</sup>  
Agata ZDYB<sup>2</sup>  
Artur PAWŁOWSKI<sup>3</sup>

## PORÓWNANIE WYBRANYCH PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA PODSTAWIE BILANSU MATERIAŁOWO-ENERGETYCZNEGO W ICH CYKLU ŻYCIA

W pracy dokonano porównania dwóch wybranych rodzajów paneli fotowoltaicznych na podstawie danych otrzymanych przy zastosowaniu metody oceny cyklu życia (Life Cycle Assessment - LCA). Przedstawione zostały główne założenia metodologii LCA, której celem jest badanie wpływu środowiskowego i zrównoważoności. Analizy poświęcone najbardziej popularnym modułom krzemowym (Si) i cienkowarstwowym z tellurku kadmu (CdTe) wykazują, że zużycie materiałów i energii jest mniejsze w przypadku CdTe. Ocena cyklu życia jest to technika zarządzania środowiskowego, która pozwala określić wpływ produktów (dóbr i usług) na środowisko. W pracy, główne założenia tej metody przedstawione są w kontekście fotowoltaiki. Wśród wielu rodzajów modułów fotowoltaicznych, najbardziej rozpowszechnione są moduły Si oraz CdTe i właśnie one zostały porównane. W oby tych przypadkach największe znaczenie w ocenie cyklu życia ma ich produkcja i możliwości recyklingu. Montaż i utrzymanie w czasie eksploatacji ma niewielkie znaczenie w kontekście zużycia materiałów i energii. Analiza pokazuje, że zapotrzebowanie na energię i materiały jest mniejsze w przypadku CdTe niż Si. Oba typy modułów są natomiast jednakowo dobre w kontekście recyklingu ze względu na to, że możliwe jest odzyskanie 90-99% zużytych materiałów. Tak wysoki wynik jest bardzo istotny ponieważ czas życia modułów fotowoltaicznych wynosi 20-30 lat i przeprowadzanie recyklingu jest koniecznością. Analiza cyklu życia systemów fotowoltaicznych pozwala na ocenę ich zrównoważoności.

**Słowa kluczowe:** moduł PV, LCA, fotowoltaika, zrównoważony rozwój

<sup>1</sup> Agnieszka Żelazna, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel./fax: (+081) 53 81 997, tel: (+081) 538 4406, a.zelazna@wis.pol.lublin.pl

<sup>2</sup> Autor do korespondencji: Agata Zdyb, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel./fax: (+081) 53 81 997, tel: (+081) 538 4747, a.zdyb@pollub.pl

<sup>3</sup> Artur Pawłowski, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel./fax: (+081)5381997, tel: (+081)5384409, a.pawlowski@wis.pol.lublin.pl

## COMPARISON OF PHOTOVOLTAIC PANELS BASED ON THE MATERIAL-ENERGY BALANCE IN THE LIFE CYCLE

### Summary

Two types of photovoltaic modules are compared basing on data provided by Life Cycle Assessment (LCA) methodology, which main assumptions are also described. LCA for photovoltaic technologies aims at analysing the environmental impacts and sustainability. The research related to the most popular Si and CdTe modules show that the consumption of materials and energy is smaller in the case of CdTe

Life Cycle Assessment (LCA) is a technique of environmental management, which allows to determine the impact of the products (goods and services) on the environment. Main assumptions of such approach are presented in the paper in the context of photovoltaics. Among different types of photovoltaic modules two are the most popular: Si and CdTe, and they are compared in the paper. In both cases the highest share in the LCA is connected with production process and possibilities of recycling after dismantling the modules (since assembly, maintaining and further dismantling have little impact in the context of material and energy use). In the context of production process, the research shows that the consumption of materials and energy is smaller in the case of CdTe than in the case of Si. In the context of recycling both types of modules are very good, since it is possible to recycle about 90-99% of used materials. Such high factor is very important, because the life span of photovoltaic modules is about 20-30 years, so good recycling is a must.

**Keywords:** PV modules, LCA, sustainable development

DOI:10.7862/rb.2014.122

*Przesłano do redakcji: 26.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 22.12.2014 r.*