



Politechnika Łódzka

Wydział Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

# VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

VI Sympozjum Studenckie  
PB031489 2011.  
Czytelnia Ogólna BBA



Szklarska Poręba 2011

624.01/07



wbais

**VI SYMPOZJUM**

**STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH**

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

**VI SYMPOZJUM**

**STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH**

**WYDZIAŁU BUDOWNICTWA, ARCHITEKTURY I INŻYNIERII**

**ŚRODOWISKA**

Łódź, Szklarska Poręba, październik 2011

### **Komitet organizacyjny:**

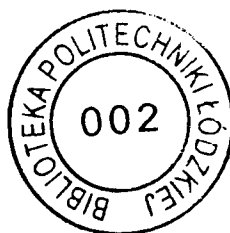
doc. dr inż. Jan Jeruzal, Prodziekan ds. Studiów Stacjonarnych  
Wydziału Budownictwa, Architektury  
i Inżynierii Środowiska PŁ  
dr inż. Teresa Jamroz, Prodziekan ds. Studenckich Wydziału  
Inżynierii Procesowej i Ochrony  
Środowiska PŁ

### **Pod patronatem**

prof. dr hab. inż. Dariusza Gawina, Dziekana Wydziału Budownic-  
stwa, Architektury i Inżynierii  
Środowiska PŁ

### **Komitet naukowy:**

dr hab. inż. Andrzej Markowski, prof. PŁ  
dr hab. inż. Bohdan Michalak, prof. PŁ  
dr hab. inż. Jerzy Sęk, prof. PŁ  
doc. dr inż. Krzysztof Wojszyn  
dr inż. Joanna Bogusławska - Kozłowska  
dr inż. Jerzy Goczek  
dr inż. Dariusz Heim  
dr inż. Piotr Ostrowski  
dr inż. Jerzy Pawlica  
dr inż. arch. Tomasz Bolanowski  
dr inż. arch. Grzegorz Leśniak  
mgr inż. Dariusz Borowiecki



31489

Redakcja: mgr inż. Ismena Gawęda  
mgr inż. Przemysław Jagielski  
inż. Karolina Włodek

Wydawca: Pracownia Wydawnictw Katedralnych KFBiMB  
Druk: AnnGraf, Łódź, ul. M. Rataja 54

ISBN 978-83-88499-39-5

2DA-001/218/2012

## SPIS TREŚCI

VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH  
Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

### Szklarska Poręba 2011

Machniewicz A., Knera D., Wieprzkowicz K.: <i>Rewitalizacja elektrociepłowni EC1 w Łodzi</i>	9
Lesiak P.: <i>Centrum Promocji Mody oraz Centrum Nauki i Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi.</i>	15
Zielińska P., Trzeciak M.: <i>System prefabrykowanych, wielkopłytowych domów drewnianych.</i>	23
Gładki P., Fabjański P.: <i>Naprawy konstrukcji wykonanych z drewna klejonego warstwowo.</i>	29
Zawadzka P.: <i>Nowoczesne stadiony w Polsce na przykładzie PGE Arena Gdańsk.</i>	35
Wojajczyk K.: <i>Katastrofa mostu Tacoma Narrows.</i>	41
Danisz R.: <i>Zasady BHP przy wykonywaniu różnych prac budowlanych.</i>	47
Opasiak R., Warszawska K., Wywijas R.: <i>Bezpieczeństwo podczas prac na wysokości.</i>	51
Głonek Ż., Grzelak A.: <i>Bezpieczeństwo pożarowe budynków – Drogi ewakuacyjne.</i>	61
Gołdyn M.: <i>Prezentacja Koła Naukowego „Momencik”.</i>	67
Gołdyn M., Krawczyk Ł.: <i>Zobaczyć 4D.</i>	71
Pazera E., Krawczyk Ł.: <i>„Cud Słońca” – zjawiska świetlne w atmosferze.</i>	77
Banat J.: <i>Zastosowanie chromatografii gazowej w analizie stężenia dwutlenku węgla w powietrzu.</i>	87
Kłusek A., Podlewska I., Robert M.: <i>Mikroblok grzewczo – energetyczny tzw. BHKW (Blockheizkraftwerke).</i>	93
Olejniczak R.: <i>Podciśnieniowe systemy spalinowe i ich wpływ na środowisko.</i>	101
Czyżewski M., Płachta A., Stolarek K.: <i>Produkcja sody kalcynowej i chloru sodu.</i>	111
Filipczak R., Wieczorek Ł.: <i>Praktyki studenckie na Ukrainie.</i>	117

Boniuk P., Oleksiak E., Słowińska M.: <i>Dialog z tradycją – retrospekcja udziału w konkursie architektonicznym na projekt domu jednorodzinnego na Warmii i Mazurach.</i>	125
Miśkiewicz M., Pawłowska S., Porczyk P., Sobczyńska M.: <i>Raport z XIV Wyprawy Naukowej Studentów Architektury PŁ w Karpaty Wschodnie „Huculszczyzna 2011”.</i>	145
Budner J.: <i>Drewniana cerkiew typu huculskiego i jej użytkownicy – czyli jak mieszkańcy dbają o swoje świątynie.</i>	159
Jakubowska E.: <i>ARCHIFIESTA – ewolucja idei.</i>	169



## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok



Już po raz szósty, w dniach 10 – 13 października 2011 roku, odbyło się Sympozjum Studenckich Kół Naukowych Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. W malowniczej scenerii, u stóp gór Szklarskiej Poręby spotkali się studenci, Wykładowcy i Pracownicy Uczelni. Po raz drugi uczestnikom z Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska towarzyszyła silna reprezentacja z Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska PŁ. Sympozjum na stałe już wpisało się w najnowszą historię Politechniki Łódzkiej. Owo wydarzenie to przede wszystkim podsumowanie minionego roku działalności studenckich kół naukowych, rozwijania swoich pasji i szeroko pojmowanej działalności akademickiej.



Uczestnicy Sympozjum na tle Ośrodka Politechniki Łódzkiej Cis (fot. W. Witkowski)



Podczas obrad (fot. W. Witkowski)

Na konferencji członkowie kół naukowych, przedstawiciele Samorządu Studenckiego i osoby zaangażowane w życie uczelni mogły podzielić się doświadczeniami zdobytymi przy realizacji projektów różnorodnej treści. Wspólne dyskusje na tematy o szerokim spectrum trwały do późnych godzin nocnych. Sympozjum uwydatniło, jak wiele ciekawych osób, poświęcając swój czas wolny, działa na rzecz Politechniki Łódzkiej.

W tym roku poprzeczka po raz kolejny została podniesiona. Rekordowa liczba wystąpień nierzadko wprawiała słuchaczy w zadziwienie i wzbudzała ogromne zainteresowanie. Warto podkreślić, że wachlarz tematyczny – począwszy od referatów czysto naukowych, poprzez techniczno – inżynierskie i historyczno – estetyczne do sprawozdań z wyjazdów i konferencji edukacyjnych – był tak szeroki, że każdy z uczestników mógł znaleźć coś dla siebie.

Nie tylko multimedialne prezentacje zachęcały do wymiany poglądów. Uczestnicy dzięki wspólnym wycieczkom zapoznawali się z warsztatem budowniczych różnych okresów i wielu stylów.

Już w drodze do Szklarskiej Poręby miało miejsce spotkanie z osobami uczestniczącymi w procesie budowlanym największego i najdłuższego obecnie mostu w Polsce – mostu na Odrze we Wrocławiu – Rędzinie.



Most we Wrocławiu – Rędzinie  
(fot. W. Witkowski)

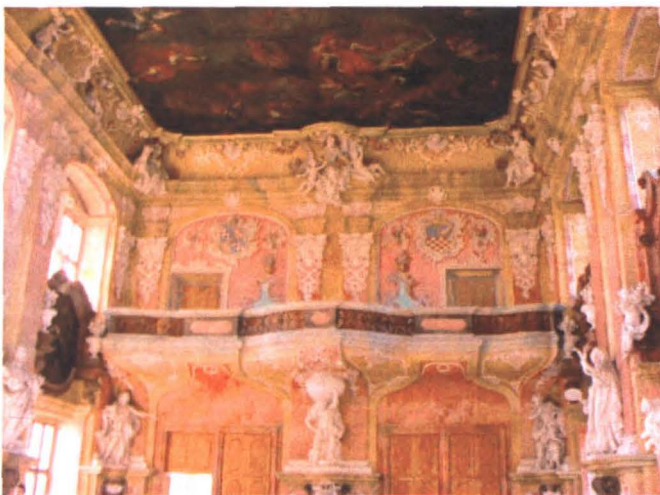


Rozmowa z projektantami mostu  
(fot. W. Witkowski)

Kolejnego dnia można było zobaczyć Park Miniatur Zabytków Dolnego Śląska w Kowarach: kościoły, zamki, pałace, klasztory,.. a wszystko wykonane w skali 1:25.

Uczestnicy Sympozjum odwiedzili też niedawno otwartą podziemną trasę turystyczną „Kowarskie Kopalnie”, liczącą 1600 metrów długości i usytuowaną w wyrobiskach byłej Kopalni „Podgórze”. Miejsce niezwykle i tajemnicze, skrywające prócz kamieni szlachetnych również uran.

Największą jednak pożywką dla duszy i skarbnicą kulturalną okazał się wyjazd do jednej z najwspanialszych stolic Europy – Pragi [Rys. 4]. Przykład tego urokliwego miasta jest dowodem na to, że warto przywracać świetność obiektów zabytkowych - i dla nas i dla przyszłych pokoleń.



Wnętrze sali balowej zamku Książ (fot. K.Kobędza)

W drodze powrotnej uczestnicy odwiedzili jeszcze jeden z najbardziej monumentalnych zamków w Polsce – zamek Książ. Zamek ten wpisał się bardzo mocno w historię Polski. Wspaniały, okalający go kompleks parkowy robi imponujące wrażenie, zwłaszcza w porze jesiennej.



Ostatnim zabytkiem na drodze ku politechnicznej codzienności była Świątynia Pokoju w Świdnicy - największy drewniany kościół w Europie, wpisany w 2001 r. na Listę Światowego Dziedzictwa Kultury UNESCO.

Forma konferencji jako spotkania wyjazdowego sprzyja nie tylko zgłębianiu szeroko pojętej wiedzy o otaczającym nas świecie, ale i wzajemnej integracji. Zacieśniająca się nić współpracy między kołami naukowymi oraz nowo zawiązane przyjaźnie na pewno zaprocentują w przyszłości.

Pełni energii i z zapałem do dalszej pracy uczestnicy wrócili na Uczelnię. Po symposium pozostaną bogate wspomnienia, przypieczętowane niniejszą publikacją.

doc. dr inż. Jan Jeruzal,  
inż. Karolina Włodek



## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szkłarska Poręba 2011 rok



### REWITALIZACJA ELEKTROCIĘPŁOWNI EC1 W ŁODZI

#### 1. Wstęp

Projekt rewitalizacji elektrociepłowni nr 1 jest częścią wielohektarowego programu Nowe Centrum Łodzi, którego celem jest rozwój gospodarczy oraz społeczny śródmiej-skiej części miasta. Adaptacja starych zasobów do nowych potrzeb pomoże zahamować proces degradacji historycznych dla Łodzi obiektów oraz przywróci ład architektoniczny i przestrzenny centrum Łodzi. Liczne renowacje, modernizacje oraz prace konserwatorskie pomogą nadać starym obiektom nowe funkcje społeczne, edukacyjne oraz kulturalno – artystyczne. Poprzez realizację projektu stworzone zostaną atrakcyjne zarówno dla mieszkańców Łodzi jak i turystów przestrzenie pu-bliczne, wzmocniona zostanie funkcja metropolitalna i kulturalna miasta. Nadrzędnym celem jest jednak zachowanie elementów urbanistycznych stanowiących o tożsamości i historii rewitalizowanego obszaru.

Na podstawie umowy zawartej w kwietniu 2008 roku pomiędzy Miastem Łódź a Fundacją Sztuki Świata w Łodzi utworzona została instytucja kultury „EC 1 Łódź – Miasto Kultury”. Jest ona odpowiedzialna za realizację projektu oraz będzie zarządzać zrewitalizowanym terenem EC 1. Obecnie teren elektrociepłowni został podzielony na dwa obszary: EC 1 zachód, gdzie głównym wykonawcą jest konsorcjum PORR oraz EC 1 wschód, realizowane przez firmę SKANSKA.



Rys. 1. Budynek rozdzielni – stan istniejący [2]

## **2. Przyszłość EC1**

Aby zachować wyjątkowy, postindustrialny klimat obszaru objętego projektem zachowanych będzie wiele elementów służących niegdyś elektrowni. Wykorzystane będą odkryte baseny nieistniejących już chłodni, budynki rozdzielni, maszynowni, pompowni, budynki biurowe oraz budynek chłodni kominowej. Częściowo zachowane będą również przemysłowe formy wyposażenia terenu takie jak słupy trakcji elektrycznych lub ciągi rur technologicznych. W miejscu starych budynków części wschodniej pojawiają się: biblioteka, planetarium, galerie, biura, sale seminaryjno-konferencyjne. Sercem zachodniej części elektrowni będzie Centrum Nauki i Techniki.

## **3. Nowa Elektrociepłownia**

Powstające w zachodniej części elektrowni interaktywne Centrum Nauki i Techniki będzie ośrodkiem muzealno – edukacyjno - rekreacyjnym, w którym stałą ekspozycję będą stanowiły urządzenia niegdyś wykorzystywane do produkcji energii. Możliwe tu będzie samodzielne przeprowadzanie doświadczeń oraz obserwowanie i badanie określonych zjawisk fizycznych i reakcji chemicznych.

Muzeum to będzie zajmowało m.in. budynek starej rozdzielni. Budynek ten ma szkielet stalowy o ścianach typu "mur pruski" wypełnionych murem z cegły pełnej. Fundamenty wykonane jako żelbetowe przenoszą obciążenia bezpośrednio na grunt. Stropy Kleina oparte są na belkach stalowych szkieletu, z których na podstawie inwentaryzacji i oględzin 10% będzie musiało być poddanych naprawie lub wymianie. Układ konstrukcyjny budynku jest podłużny.

Kolejnym budynkiem przeznaczonym na Centrum Nauki i Techniki jest budynek maszynowni, nad którym wykonany jest dach dwuspadowy z usytuowanym w osi trójkątnym świetlikiem o konstrukcji stalowej. Głównymi elementami konstrukcji są stalowe trapezowe kratownice, sztywno połączone z górnymi gałęziami słupów. Na dachu ułożona jest blacha trapezowa T55x188, blacha fałdowa, wełna mineralna oraz od dołu płyty eternitowe. Konstrukcję budynku stanowi szkielet stalowy, składający się z pięciu, jednonawowych, jednokondygnacyjnych, nitowanych ram. Na słupach, w poziomie 17,16m oparta jest belka podsuwnicowa. Ściany zewnętrzne, elewacyjne, wykonano jako szkieletowe, wypełniane cegłą ceramiczną pełną o grubości pół cegły.



Rys. 2. Wizualizacja Nowej Elektrowni [1]

#### 4. Teatr dźwięku i post produkcja

Na terenie „EC1 Wschód” będzie można zobaczyć profesjonalne studia dźwiękowe, które dają możliwość nagrywania muzyki filmowej i orkiestrowej. Sale te specjalnie zaprojektowano pod względem akustycznym, instalacyjnym oraz technologicznym, aby jak najlepiej spełniały swoje zadania.

Teatr Dźwięku, który wchodzi w skład Centrum Sztuki Filmowej Davida Lyncha to studio nagrań dźwięku, pomieszczenia obróbki dźwięków, pomieszczenia na sprzęt nagrywający oraz reżyserka i operatorka, natomiast post produkcja obejmuje 4 pomieszczenia montażowo – studyjne, które dają możliwość obróbki i przygotowania filmów fabularnych, dokumentalnych, animacji, reklam, wideoklipów, zarówno na potrzeby kinowe, jak i telewizyjne.



Rys. 3. Wizualizacja Teatru dźwięku i post produkcji [4]

#### 5. Pale CFA

Przy rewitalizacji EC1 zostały wykorzystane różne technologie, między innymi do wzmocnienia gruntu zastosowano pale CFA(ang. Continuous Flight Auger). Są to pale wiercone, wykonywane przy pomocy świdra ciągłego, osiągają głębokość co najmniej równej długości pala.

Wykonanie pali CFA polega na wkręceniu świdra na żadaną głębokość. Po jej osiągnięciu przez przewód świdra wpompowuje się mieszankę betonową z jednoczesnym podnoszeniem świdra. Beton pod ciśnieniem dokładnie wypełnia trzon pala CFA, dzięki czemu uzyskujemy bardzo dobry kontakt pala CFA z gruntem na po-bocznicy.

Po zakończeniu betonowania do świeżej mieszanki wciskane jest zbrojenie w postaci szkieletu z prętów lub profil walcowanych.

Zalety stosowania pali CFA:

- brak wstrząsów i wibracji,
- możliwość wykonywania pali w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących obiektów,
- niski poziom hałasu w czasie robót,
- szybkość wykonania i duża wydajność.

## **6. Słupy Geilingera**

Słup Geilingera złożony jest z rdzenia stalowego o przekroju kołowym i z obudowy z blachy stalowej w kształcie koła lub kwadratu. Do obudowy są przyspawane blachy dystansowe i blacha spodnia, a do rdzenia są przyspawane trzpienie: centrujący i spodni lub dwa centrujące.

Słupy zespolone Geilingera są wykonywane ze stali zwykłej, węglowej i pokrywane powłoką epoksydowo-cynkową. Przestrzeń pomiędzy rdzeniem a obudową z blachy stalowej jest wypełniana betonem.

Stalowe słupy zespolone Geilingera są przeznaczone do stosowania jako podpory punktowe płyt żelbetowych.

Zalety stosowania słupów Geilingera:

- wysoka odporność ogniowa,
- łatwość montażu,
- estetyka,
- gładka stalowa powierzchnia,
- indywidualna kolorystyka.

## **7. Podsumowanie**

Oferta EC-1 skierowana będzie do możliwie szerokiego odbiorcy. Dla uczniów szkół średnich, studentów, czy nawet osób w wyższych kategoriach wiekowych, głównym celem wizyt będzie realizacja swoich zainteresowań i poszerzanie wiedzy i spędzanie czasu w ciekawym otoczeniu. Dorośli będą mogli odwiedzać Centrum Sztuki Filmowej z dziećmi, dla których przygotowana będzie specjalna oferta pobudzająca w nich zainteresowanie kulturą i sztuką. Specjalne oferty zostaną przygotowane także dla dorosłych.

Będą mogli uczestniczyć w licznych imprezach krajowych i międzynarodowych – zarówno kulturalnych (festiwale, biennale itp.), jak i biznesowych (targi, spotkania inwestorów, pokazy).

Poza szeroko rozwiniętym aspektem rozrywkowym, rewitalizacja EC1 pokazuje nowoczesne technologie i innowacyjne rozwiązania techniczne w dziedzinie budownictwa i renowacji. Realizacja tego projektu przyciąga nowych inwestorów, umożliwi dalszy rozwój miasta, a nawet może się przyczynić do zmiany wizerunku Łodzi, ze „starego włókiennictwa” na nowoczesne centrum kulturalno-naukowe

**Opracowali:**

inż. Anna Machniewicz

inż. Dominika Knera

Konrad Wieprzkowicz

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Andrzej NOWAKOWSKI

**Recenzent:**

dr inż. Jerzy PAWLICA

**Literatura:**

[1] <http://www.ec1lodz.pl>

[2] <http://www.mmlodz.pl/353467/2009/9/10/elektrocieplownia-ec---cudow-lodzi--nominacja?category=news>

[3] <http://www.pzwfs.com.pl/specyfikacje.html>

[4] <http://sztukiswiata.pl>



wbair

## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### CENTRUM PROMOCJI MODY ORAZ CENTRUM NAUKI I SZTUKI AKADEMII SZTUK PIĘKNYCH W ŁODZI

#### 1. Wstęp

Projekt Akademia Sztuk Pięknych w Łodzi to w ostatnich latach coraz popularniejsze miejsce kształcenia przyszłych artystów głównie w dziedzinie kreowania mody.

W 1976 roku Uczelnia, mieszcząca się dotąd w niewielkim, międzywojennym budynku przy ul. Narutowicza 77, otrzymała nową siedzibę, wzniesioną wg projektu Bolesława Kardaszewskiego. Monumentalny gmach stanowi do dziś jedyny w Polsce przykład kompleksu zrealizowanego na potrzeby współczesnej, wielowydziałowej uczelni artystycznej. W 1987 roku, przyjmując imię Władysława Strzemińskiego, jako swego patrona, Uczelnia wpisała również w swój program kontynuację jego idei, kontynuację twórczą, ewolucyjną, wiążącą tradycję ze współczesnością. W 1996 szkoła otrzymała status Akademii Sztuk Pięknych.

W związku z tak prężną działalnością władze uczelni podjęły decyzję o rozbudowie kompleksu.



Rys. 1. Główne wejście ASP

## 2. Koncepcja projektowa

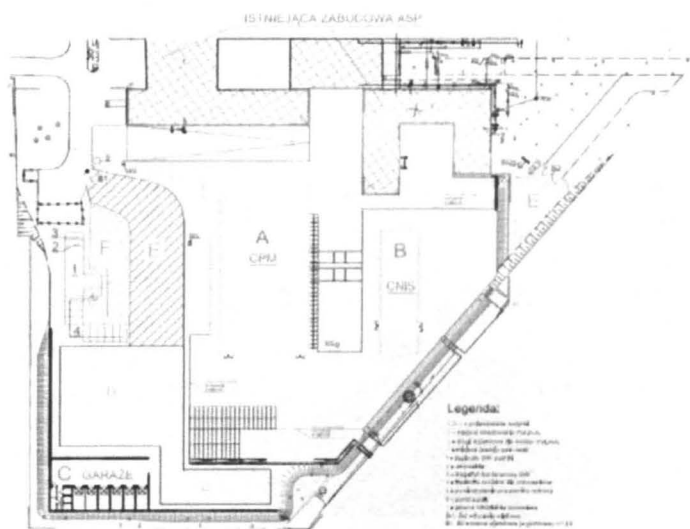
Obiekt Centrum Promocji Mody i Centrum Nauki i Sztuki zostały zaprojektowane jako zwarty kompleks stanowiący dopełnienie funkcji istniejącego obiektu ASP. Główną oś kompozycyjną budynków, istniejącego i nowoprojektowanego wyznacza dziedziniec wewnętrzny. Dziedziniec dzieli również całość założenia projektowego na dwie odrębne części. Po stronie zachodniej budynek Centrum Promocji Mody (część A – etap I inwestycji) i po stronie wschodniej budynek Centrum Nauki i Sztuki (część B – etap II inwestycji). Dodatkowo stanowiąc dopełnienie funkcji znajdujących się w obiekcie tj. dziedziniec może pełnić funkcje wystawowe z możliwością organizowania imprez plenerowych, warsztatów artystycznych itd. Dziedziniec stanowi połączenia obiektu projektowanego z istniejącym budynkiem tak aby wejścia do obu budynków znajdowały się na tym samym poziomie.

Główne wejścia do budynku zaprojektowano od przystanków autobusowych przy ul. G. Palki, które poprzez teren utwardzony na poziomie 225,80 mnpm. połączone są schodami z dziedzińcem wewnętrznym na poziomie 221,00 mnpm.

Budynek Centrum Nauki i Sztuki zaprojektowano w oparciu o wytyczne Zamawiającego oraz z uwzględnieniem bryły i charakteru istniejącego obiektu ASP, stanowiącego tło dla obiektu projektowanego. Budynek zaprojektowano wykorzystując znaczne różnice w wysokości terenu na którym zlokalizowana jest inwestycja. Podstawowym założeniem w trakcie prac nad projektem było przede wszystkim:

- stworzenie obiektu, który charakterem, bryłą i gabarytami nie będzie konkurował z obiektem istniejącym stanowiącym bardzo silny kontekst architektoniczny,
- dobre położenie komunikacyjne z obiektem istniejącym oraz z terenem,
- stworzenie obiektu o przestronnych wnętrzach z możliwością aranżacji na wystawy o różnym charakterze, z możliwością różnego aranżowania wnętrza.

PLAN ZAGOSPODAROWANIA PLACU BUDOWY BUDYNKU CPM ORAZ CNIS - ASP W ŁÓDZI



Rys.2 Lokalizacja nowopowstających budynków



### 3. Funkcja

W budynku Centrum Nauki i Sztuki dla Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi będzie znajdować się: wewnątrz kondygnacji podziemnej czytelnia z wypożyczalnią, kawiarnia z zapleczem, część administracyjna i magazynowa.

W części nadziemnej zlokalizowano główne wejście do obiektu dostępne bezpośrednio z placu otaczającego budynek a na drugim piętrze: czytelnia naukowa i czytelnia czasopism z częścią magazynową. Budynek posiada również trzecia kondygnację wykorzystaną na pomieszczenia techniczne wentylatorni.



A. Projekt „CENTRUM PROMOCJI MODY – KLASTER BRANŻY TEKSTYLNO – ODZIEŻOWEJ”  
B. Projekt „CENTRUM NAUKI I SZTUKI Akademii Sztuk Pięknych im. Wł. Strzebińskiego w Łodzi”

Rys.3 Wizualizacja architektoniczna nowych budynków

W budynku Centrum Promocji Mody dla Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi będzie znajdować się:

- kondygnacja pierwsza - w tej części budynku zrealizowano hol główny - kompleks wejściowy z szatnią i informacją, główny węzeł sanitarny obsługujący również aulę, oraz część administracyjna i zaplecze techniczne;
- kondygnacja przyziemia zaprojektowana została w taki sposób aby z jej poziomu można było dostać się do holu wejściowego budynku istniejącego ASP bez konieczności pokonywania różnic terenu, w rezultacie czego między budynkiem istniejącym a projektowanym wytworzył się odkryty dziedziniec wejściowy;
- kondygnacja druga: w tej części budynku znajduje się wielofunkcyjna aula z możliwością wydzielenia mniejszej sali dydaktycznej z zapleczem. Jako główną funkcję Sali przewiduje się organizację pokazów mody. W bezpośrednim sąsiedztwie auli znajduje się duża garderoba, pomieszczenia stylizacji, fotografów i szatnie modelek;
- kondygnacja trzecia: to antresola techniczna dla auli wielofunkcyjnej oraz pomieszczenia techniczne w tym wentylatornia.

## 4. Technologia robót budowlanych

### 4.1. Roboty ziemne

Teren przed rozpoczęciem budowy porośnięty był bujną roślinnością (m.in. drzewa, krzewy, trawy), znajdowały się na nim również chodniki i parkingi. Wymagał wyrównania co niosło za sobą duże nakłady robót ziemnych. Roboty wykonywano przy pomocy koparek podsiębiernych gąsienicowych, spycharek, ładowarek kołowych oraz wozideł przegubowych. Nadmiar gruntu wywożony był poza teren budowy przy pomocy samochodów ciężarowych.



Rys.4 Przygotowanie terenu pod budowę

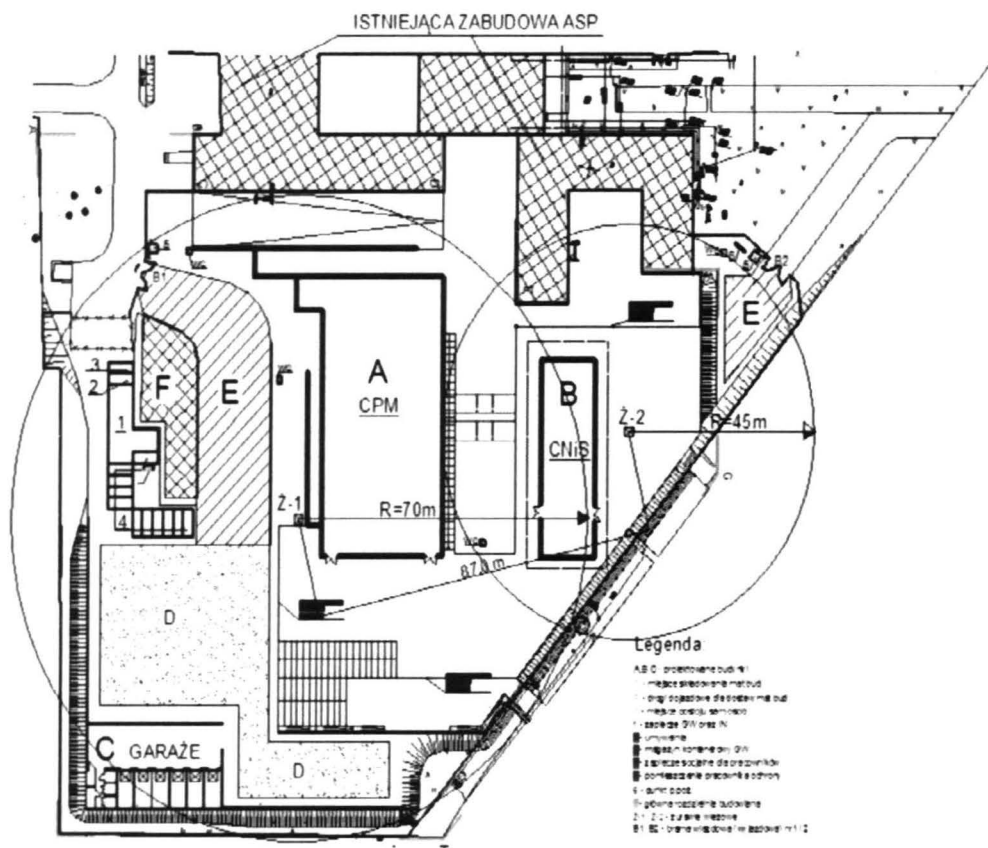
### 4.2. Konstrukcja budynku

Konstrukcja nośna budynków została zaprojektowana jako żelbetowa, monolityczna. Ściany działowe wewnętrzne zaprojektowano w technologii tradycyjnej – murowane z bloczków gazobetonowych firmy H+H.

Stopy fundamentowe oraz łąwy fundamentowe wykonywano jako monolityczne. Pierwszym etapem wykonania ww. elementów był wykop w gruncie, wykonanie podkładu betonowego z betonu C8/10 o gr.10cm. Następnie w wykopie umieszczano szalunki systemu Pallisander oraz zbrojenie. Kolejnym krokiem było betonowanie. Końcowym etapem była izolacja powierzchniowa przeciwwodna fundamentów. Zbrojenie stóp wyposażono w pręty startowe do zbrojenia słupów.

### 4.3. Żurawie wieżowe

Na budowie przewidziano 2 żurawie. Jeden większy o promieniu pracy 75m oraz mniejszy o promieniu 45m. O umieszczeniu 2 żurawi zdecydowało pole powierzchni placu budowy oraz względy ekonomiczne. Jako pierwszy swoją pracę rozpoczął żuraw o promieniu 75m, czas zyskano poprzez zastosowanie betonu o wyższej wytrzymałości (c35/45) co w krótszym czasie umożliwiło uzyskanie wymaganej wytrzymałości charakterystycznej betonu (c30/37) w kotwie traconej żurawia.



Rys.5 Schemat zasięgu żurawia

#### 4.4. Prowadzenie prac zimą

Dużym problemem logistycznym była konieczność prowadzenia prac również w okresie zimowym. Ponieważ budynek jest żelbetowy najwięcej problemów przysparzało pielęgnowanie świeżo ułożonej mieszanki betonowej.

Postanowiono zatem wprowadzić kilka udogodnień umożliwiających prowadzenie prac także w niesprzyjających warunkach atmosferycznych:

- stropy w czasie i po zabetonowaniu były podgrzewane od spodu. Ciepło wytwarzane było w beczkach opalanych drewnem i koksem, utrzymywane pod stropem za pomocą okrycia z plandek. Temperatura pod stropem wynosiła ok. 7 stopni Celsjusza i utrzymywana była przez pierwsze 4dni od ułożenia mieszanki betonowej;
- wierzchnia warstwa płyt stropowych przykryta była matami z pianki o grubości 2cm. Płyta po obwodzie została zabezpieczona poprzez blaty „obstawkowe”;
- beton używany w czasie betonowania zawierał dodatki mrozooodporne;
- betonowania odbywały się w temperaturach nawet do -15 stopni Celsjusza. Kruszywo i woda zarobowa zostały podgrzane przed wykonaniem mieszanki.



Rys.6 Betonowanie ścian



Rys.7 Okrywanie betonu przed mrozem

Betonowanie odbywało się przy pomocy pompy (beton spełniał wymagania odpowiedniej konsystencji) – wydajność pompy wynosiła ok 100m<sup>3</sup>/h. Beton dostarczała firma GO-TRAKT ze Strykowa. Zagęszczenie mieszanki uzyskiwano za pomocą wibratorów wstępnych. Przerwy robocze uzyskiwano poprzez siatki Streckmax oraz „obstawki” z drewna. Uzyskany beton spełniał wymagania szczelności i estetyki.

## 5. Elewacja i efekt końcowy

Założenia projektowe obejmują wykonanie elewacji nowopowstałych budynków jako połączenia płyt cementowo włóknistych i szkła profilowego.

Szkoło profilowe jest szkłem sodowo – wapniowo - krzemianowym, do którego produkcji wykorzystuje się głównie piasek krzemowy, wapń i sól, a także inne składniki chemiczne tworzące specjalną mieszankę szkła walcowanego. Szkoło profilowe cechuje się bardzo dobrymi właściwościami optycznym, a jego technologia produkcji i specjalny kształt dają efekt ożywionej, rozpraszającej światło przegrody szklanej. Płyty elewacyjne włóknisto-cementowe o wym. 300x90x2 na podkonstrukcji aluminiowej mają stanowić dopełnienie przestrzeni przeszklonych. Projektant we wstępnej wizualizacji zaproponował neutralny szary kolor płyt elewacyjnych. Ostateczny wygląd nowopowstałych budynków nawiązuje jednak do artystycznego charakteru uczelni



Rys.8 Ostateczna koncepcja elewacji

Jaskrawe kolory i geometryczne kształty nawiązują do prac żony patrona uczelni – Katarzyny Kobro. Nasuwa się również skojarzenie z kolorowym logo województwa łódzkiego.

## 6. Podsumowanie

Słup Geilingera złożony jest z rdzenia stalowego o przekroju kołowym i z obudowy z blachy stalowej w kształcie koła lub kwadratu. Do obudowy są przyspawane blachy dystansowe i blacha spodnia, a do rdzenia są przyspawane trzypię: centrujący i spodni lub dwa centrujące.

Budowa nowych obiektów dla Akademii Sztuk Pięknych poszwa się szybko i wszystko wskazuje na to, że już w 2012 roku studenci tej artystycznej uczelni będą mieli dostępne nowe przestrzenie do doskonalenia swoich umiejętności. Niemniej jednak budowa wciąż budzi wiele kontrowersji szczególnie wśród łódzkich architektów i urbanistów. Obiekt Bolesława Kardaszewskiego, jak twierdzą fachowcy, jest budynkiem „architektonicznie

skończonym” i wszelkie ingerencje w jego bryłę są zachwianiem pewnej zaprojektowanej przez twórcę harmonii.

Niestety władze uczelni stanęły przed bardzo trudnym wyborem pomiędzy pragmatycznym powiększeniem kubatury swoich obiektów dydaktycznych a pozostawieniem dzieła jakim niewątpliwie jest kompleks ASP w pierwotnym kształcie.

Czy podjęta decyzja okazała się słuszna będziemy pewnie mogli się przekonać już niebawem gdy pierwsi użytkownicy ocenią użyteczność i urodę nowopowstałych obiektów.

**Opracował:**

inż. Paweł Lesiak

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Andrzej NOWAKOWSKI

**Recenzent:**

dr inż. Jerzy PAWLICA

**Literatura:**

- [1] Pas Projekt Archi Studio: *Projekt wykonawczy Centrum Nauki i Sztuki oraz Centrum Promocji Mody Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi*, Nadarzyn 2010
- [2] Palisander: *Katalog systemów szalunkowych*, Białystok 2010
- [3] [www.asp.lodz.pl](http://www.asp.lodz.pl)



wbair

## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### SYSTEM PREFABRYKOWANYCH, WIELKOPŁYTOWYCH DOMÓW DREWNIANYCH

#### 1. Wstęp

W okresie 15 - 29 lipca 2011 r. grupa studentów pierwszego roku studiów magisterskich, pod opieką mgr inż. Przemysława Jagielskiego, miała możliwość odbycia praktyk w czeskiej firmie RD Rymarov. Program praktyk obejmował zapoznanie się z kolejnymi procesami powstawania drewnianych domów z prefabrykatów. Uczestnicy mieli okazję obserwować kolejne etapy; od projektowania, przez produkcję prefabrykatów w wytwórni i montaż obiektów na placu budowy.

#### 2. Charakterystyka firmy

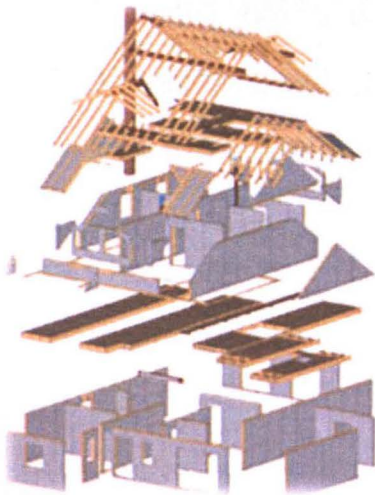
RD Rymarov to największy dostawca gotowych do montażu domów drewnianych w Republice Czeskiej. Zakłady powstały prawie 40 lat temu. Początkowo spółka opierała się o know - how zachodniemieckiej firmy OKAL.

Obecnie poza terenem swojego kraju zrealizowali ponad 20 tys. domów m.in. w Niemczech, Austrii, Rosji, Szwajcarii oraz w Polsce (osiedle domów w Konstancynie Łódzkim).

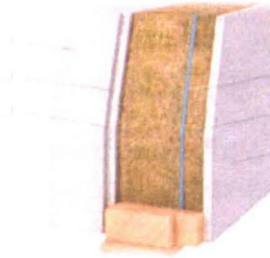
Budynki wykonywane przez RD Rymarov spełniają wszelkie unijne standardy. Duży nacisk położony jest na nieszkodliwość materiałów oraz energooszczędność budowanych obiektów [1]. O wysokiej jakości świadczy prawo do korzystania ze znaku jakości RAL, nadawanego przez Stowarzyszenie do spraw jakości domów montowanych w Niemczech.

#### 3. Parametry techniczne

Budynki wykonywane są w systemie lekkiej prefabrykacji drewna. Element nośny obiektu stanowi masywna konstrukcja szkieletowa z drewna świerkowego, która dostarczana jest na budowę w postaci wielkich paneli gotowych do montażu (Rys. 1)[2]. Wszystkie elementy, z których wykonywane są panele spełniają normy krajowe oraz europejskie. Drewno znajdujące się w konstrukcji zabezpieczane jest przez struganie. Jedynie elementy narażone na bezpośredni wpływ warunków atmosferycznych są zabezpieczane za pomocą impregnatów rozpuszczalnych w wodzie.



Rys. 1. Poszczególne panele [1]



1. Fermacell 15 mm
2. Rama drewniana (wypełniona wełną mineralną) 4 mm
3. Folia paroizolacyjna
4. Rama drewniana (wypełniona wełną mineralną) 120 mm
5. Fermacell<sup>1</sup> 15 mm
6. Termofasada 107 mm

**Grubość całkowita: 297 mm**

Rys. 2. Schemat ściany obwodowej [1]<sup>1</sup>

Technologia ta zapewnia bardzo dużą izolacyjność cieplną budynku. Standardowa ściana obwodowa (Rys. 2), charakteryzuje się niskim, w porównaniu do grubości przegrody, współczynnikiem przenikania ciepła  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . W przypadku domów pasywnych wartość współczynnika spada do  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  przy grubości ściany 367 mm, gdzie w przypadku budownictwa tradycyjnego grubość ścian obwodowych przy takich samych parametrach izolacyjnych musiałaby wynosić przynajmniej około 450 mm. Dzięki temu ściany domu prefabrykowanego drewnianego mogą być wykonane z elementów o mniejszych przekrojach. Pozwala to zaoszczędzić do  $15 \text{ m}^2$  powierzchni obiektu przy takich samych fundamentach.

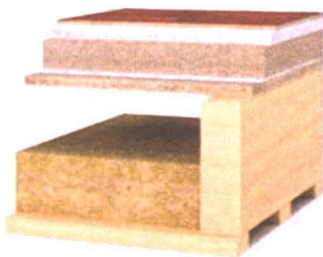
Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest konstrukcja stropu. Dzięki zastosowaniu wielu warstw podłogowych (Rys. 3.) stropy te charakteryzują się bardzo dobrą izolacyjnością akustyczną, co nierzadko jest problemem w przypadku stropów gęsto żebrowych.

Dobłą izolacyjność termiczną wykazuje także konstrukcja dachu ( $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) (Rys.4.), a dzięki temu, że kryty jest dachówką charakteryzuje się on również bardzo wysoką trwałością.

Ponadto należy wspomnieć, że montowane okna są przynajmniej dwukomorowe, a w przypadku domów pasywnych trójkomorowe. W standardzie inwestor otrzymuje również kolektory słoneczne. Wszystko to sprawia, że domy są energooszczędne, a co za tym idzie, również nakłady na ogrzewanie są znacznie niższe niż w budownictwie tradycyjnym. Domy te są także ekologiczne, ponieważ głównym materiałem konstrukcyjnym jest drewno, charakteryzujące się tym, że jest samoodnawialne oraz w pełni biodegradowalne.

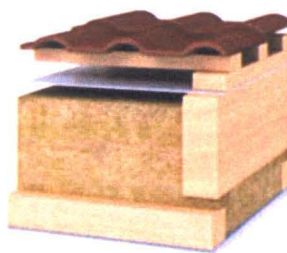
<sup>1</sup> FERMACELL płyta składająca się z gipsu i z włókien uzyskiwanych w procesie wtórnego przetwarzania papieru. Zastosowanie unikalnej technologii produkcji, polegającej na sprasowaniu pod wysokim ciśnieniem jednorodnej mieszanki tych surowców z dodatkiem wody i odpowiednim jej wysuszeniu, pozwala wyprodukować płytę o wyjątkowej stabilności.





- 1 Wykładzina podłogowa 10 mm
- 2 Fermacell – element podłogowy 25 mm
- 3 Płyta pilśniowa miękka 60 mm
- 4 Mirelon<sup>2</sup>
- 5 Płyta wiórowa 22 mm
- 6 Nośnik stropowy 60x240 mm, dylatacja powietrzna 120 mm, izolacja cieplna 120 mm
- 7 Ruszt z łąt 30 mm
- 8 2x Płyta gipsowa 25 mm

Grubość ogółem 412 mm



- 1 Dachówka
- 2 Łaty dachowe 33 mm
- 3 Kontrłaty 33 mm
- 4 Folia dyfuzyjna
- 5 Krokiew 60x180 mm, Dylatacja powietrzna 30 mm, umieszczenie łąt 60 mm (wypełnione izolacją cieplną 240 mm)
- 6 Ochrona przeciw przenikaniu pary
- 7 Fermacell – płyta gipsowo-włókienna 15 mm

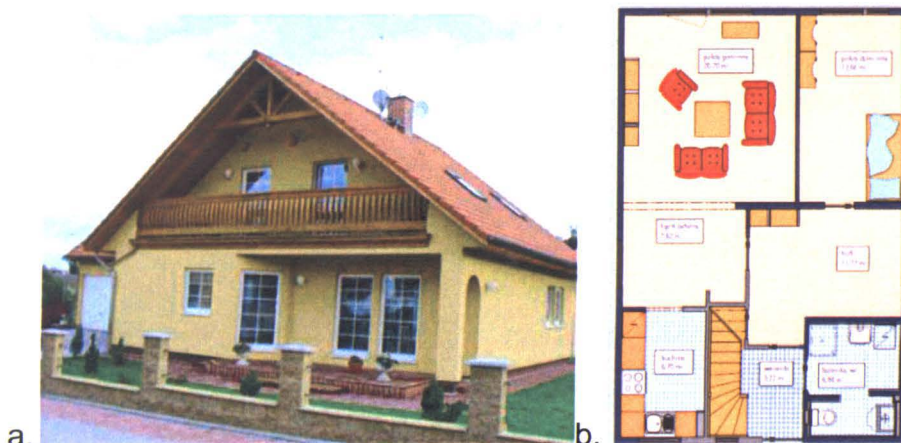
Grubość ogółem 351 mm

Rys.3. Schemat stropu nad parterem [1]<sup>2</sup> Rys.4. Schemat konstrukcji dachu [1]

#### 4. Projektowanie

RD Rymarov oferuje około 20 standardowych projektów domów typu: SOLO, NOVA, KUBIS, LARGO, DIMENZE i CITY. Realizowane są ponadto zamówienia na projekty indywidualne min. hotele, centra konferencyjne i handlowe.

Budynki projektowane są w oparciu o normy europejskie, zwłaszcza z wykorzystaniem technologicznych norm niemieckich i czeskich. Rysunki konstrukcyjne wykonywane są w różnych programach min. AutoCad, ArchiCad, Cadwork i K2. Ten ostatni wykorzystywany jest głównie do wykonywania rysunków wykonawczych niezbędnych w wytwórni.



Rys. 5. Domek typu SOLO 79 a) widok na elewację b) rzut parteru [1]

<sup>2</sup> Mirelon – materiał izolacyjny, posiada doskonale własności tłumiące hałas. W Polsce stosowane są maty polietylenowe

## 5. Wytwórnia elementów

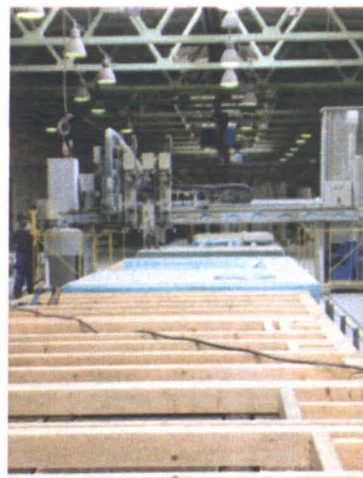
Wytwórnia elementów konstrukcyjnych znajduje się w mieście Rymarov, oddalonym o 100 km na południowy – wschód od Ostrawy. Główna hala produkcyjna składa się z trzech części tj.: z części magazynowej, części produkcyjnej oraz części dystrybucyjnej.

Do hali magazynowej trafia drewno przygotowane do bezpośredniej obróbki. Następnie za pomocą maszyny firmy Hundegger (Rys. 6.), w sposób w pełni zautomatyzowany, elementy docinane są do wymaganych wymiarów. Tak przygotowane trafiają do części produkcyjnej, gdzie wykonywane są z nich elementy konstrukcyjne domków.

Na stole montażowym układane są poszczególne części szkieletu drewnianego, a następnie są one łączone za pomocą blaszek wstrzeliwanych przy użyciu pistoletów pneumatycznych.



Rys.6 Maszyna firmy Hundegger



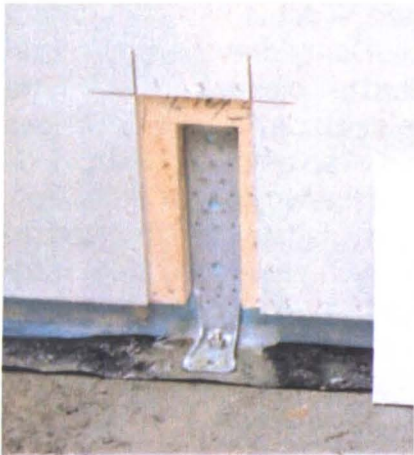
Rys.7. Maszyna firmy Weinmann

Na tak przygotowany szkielet nakładana jest folia paroizolacyjna oraz płyta Fermacell przytwierdzana automatycznie zszywkami o długości 5 cm przy użyciu maszyny firmy Weinmann (Rys. 7.), która również zajmuje się wycinaniem otworów pod stolarkę okienną czy też puszki instalacji elektrycznej. Po obróceniu elementu na drugą stronę, pomiędzy szkielet drewniany wkładana jest wełna mineralna i wszystko przykrywane jest płytą Fermacell.

Następnie elementy są ustawiane w pozycji pionowej, w której następuje montaż stolarki okiennej oraz zewnętrznej warstwy izolacyjnej ze styropianu. Tak przygotowane panele trafiają do części dystrybucyjnej, gdzie są suszone i później ładowane na środki transportu kołowego. Codziennie fabrykę opuszczają 2 gotowe do montażu domy. Rocznie produkowane jest około 500 budynków jedno - lub wielorodzinnych.

## 6. Montaż

Czas montażu głównej konstrukcji nośnej w przypadku standardowego domu trwa około dwóch dni.



Rys. 8. Sposób kotwienia



Rys. 9. Montaż stropów

W czasie pierwszego dnia, na wcześniej przygotowaną płytę fundamentową, ustawiane są ściany nośne, które są w odpowiedni sposób kotwione do fundamentu (Rys. 7.) Następnie montowane są stropy (Rys. 9.) oraz schody. W kolejnym dniu następuje montaż konstrukcji dachu. Po doprowadzeniu obiektu do stanu surowego zamkniętego następują prace wykończeniowe wewnątrz obiektu. Średnio po około 14 dniach od rozpoczęcia montażu nowi właściciele mogą się już wprowadzać do swojego domu (Rys. 10) [3].



Rys. 10. Dom pokazowy w Konstancynie Łódzkim typu NOVA 1 [3]

## 7. Podsumowanie

W chwili obecnej, kiedy tak dużą wagę zaczyna się przywiązywać do tego, aby nowo-wybudowane obiekty były energooszczędne i ekologiczne, czyli żeby wykonane były z materiałów samoodnawialnych i jednocześnie biodegrado-

walnych, oraz to, co w tej chwili jest najważniejsze w dobie kryzysu finansowego, tj. aby były tanie w budowie i eksploatacji. Domy drewniane w systemie wielkopłytowym prefabrykowanym są bardzo ciekawą alternatywą w stosunku do budownictwa tradycyjnego. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że jeżeli dom drewniany jest odpowiednio eksploatowany, będzie on równie trwały tak, jak w przypadku budownictwa tradycyjnego murowego. Zaletą tej technologii jest również to, że domy te wyglądają bardzo estetycznie. Inwestor ma do wyboru mnóstwo standardowych projektów, które można dostosować do jego indywidualnych wymagań, a także projekty indywidualne.

Dzięki wszystkim tym zaletom, budownictwo tego typu może swobodnie konkurować z tradycyjnymi technologiami w budownictwie.

**Opracował:**

inż. Paulina Zielińska

inż. Marcin Trzeciak

**Opiekun naukowy:**

doc. dr inż. Jan JERUZAL

**Recenzent:**

dr inż. Dariusz HEIM

**Literatura:**

- [1] [rymarovskiedomy.pl/](http://rymarovskiedomy.pl/)
- [2] [www.rdrymarov.cz](http://www.rdrymarov.cz)
- [3] [www.glassbud.pl/news-19.html](http://www.glassbud.pl/news-19.html)



wbais

## VI SYMPOZJUM

# STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## NAPRAWY KONSTRUKCJI WYKONANYCH Z DREWNA KLEJONEGO WARSTWOWO

### 1. Wstęp

Drewno klejone warstwowo jest znakomitym tworzywem do budowy jednoprzestrzennych obiektów o dużej rozpiętości. Dzięki metodzie klejenia unika się wielu trudności konstrukcyjnych i zapewnia sztywność elementów o najbardziej zróżnicowanej formie i przekroju poprzecznym, co jest trudne, a czasem niemożliwe do osiągnięcia przy zastosowaniu łączników mechanicznych.

Klejenie jest najbardziej nowoczesną metodą łączenia drewna. Zapewnia ono w zasadzie 100% wykorzystania przekroju. Przy zastosowaniu łączników mechanicznych uzyskuje się co najwyżej 80% przekroju pracującego drewna.

W konstrukcjach drewno klejone warstwowo spełnia rolę głównego elementu konstrukcyjnego, ale również nadaje całej budowli unikalny charakter. Najczęściej wykonuje się konstrukcje w postaci dźwigarów o przekroju stałym lub zmiennym, układów trójprzegubowych, łuków i ram oraz konstrukcji przestrzennych takich jak kopuły, łupiny i tarczownice.

Konstrukcje z drewna klejonego warstwowo znajdują zastosowanie głównie w obiektach o znacznych rozpiętościach i przenoszących duże obciążenia.

### 2. Problemy eksploatacyjne obiektów wykonanych z drewna klejonego warstwowo

Na przełomie lat 70 i 80-tych w regionie łódzkim powstało wiele ciekawych obiektów budowlanych - hal sportowych i basenów, w których wykorzystano elementy konstrukcyjne z drewna klejonego warstwowo. W okresie 25-30 lat eksploatacji obiektów wykonano liczne naprawy i remonty elementów drewnianych zgodnie z zaleceniami zawartymi w protokołach przeglądów technicznych tych obiektów. W niniejszym referacie przedstawiono zastosowane rozwiązania techniczne do napraw drewnianych łuków z drewna klejonego warstwowo.

Do analizy wybrano trzy obiekty:

- halę basenu i halę sportowo-widowiskową w Spale,

- halę sportowo-widowiskową w Zgierzu,
- halę sportowo-widowiskową w Bełchatowie.



Rys.1. Badane hale sportowe: a) Hala w Zgierzu, b) Hala basenu w Spale, c) Hala sportowo-widowiskowa w Spale

Podczas prowadzonych prac badawczych zapoznano się z dokumentacją dotyczącą opisu uszkodzeń konstrukcji oraz uprzednio wykonanych napraw. Główne uszkodzenia tego typu konstrukcji, które wystąpiły w badanych obiektach to:

- rozwarstwienia występujące głównie wzdłuż spoin,
- korozja biologiczna – porażenie przez grzyby oraz owady.

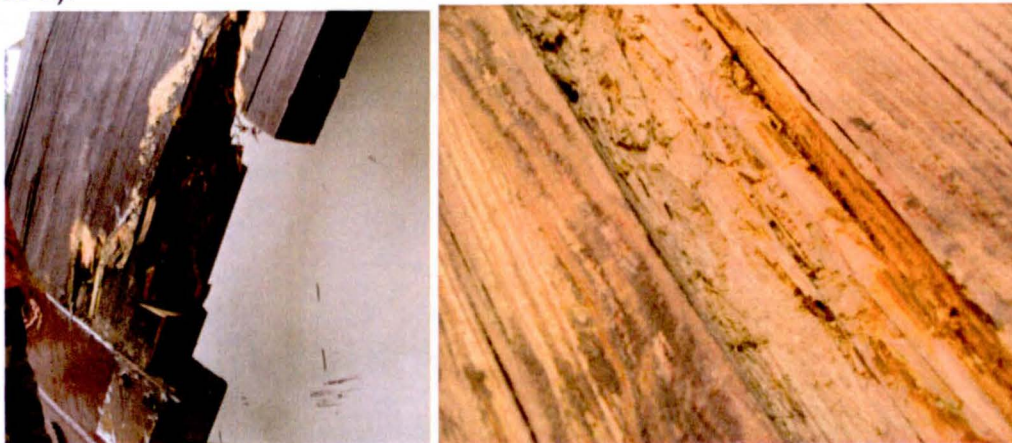
Stwierdzone podczas oględzin uszkodzenia powstały w różnych okresach eksploatacyjnych. Pierwsze uszkodzenia wystąpiły wkrótce po zakończonym montażu łuków konstrukcyjnych. Były to rozwarstwienia w spoinach, a przyczyną ich powstania były błędy popełnione w procesie produkcyjnym (nieprzestrzeganie rygorów technologicznych klejenia). Rozwarstwienia, które powstały w kolejnych latach eksploatacji były efektem błędów wykonawczych oraz zmian wilgotnościowych. Widoczne były pęknięcia w linii śrub montażowych zastosowanych do mocowania stalowego okucia podpory. Śruby te, po wykonanym montażu, należało usunąć - w przeciwnym razie powodowały pęknięcia drewna wzdłuż spoin lub wzdłuż włókien. Podczas wykonanych napraw usunięto śruby i zaobserwowano przesunięcia łuku w okuciu (rys. 2).



Rys.2. Przemieszczenie łuku w okuciu po wyjęciu śrub montażowych

W okresie eksploatacji wystąpiły uszkodzenia drewna na skutek jego porażenia przez grzyby i owady, czego konsekwencją był destrukcyjny rozkład tarcicy. Główną przyczyną porażen biokorozyjnych była wilgoć spowodowana nieszczelnością pokrycia lub źle wykonanymi obróbkami blacharskimi części dźwigarów wyeksponowanych poza zadaszenie. Powstałe

uszkodzenia elementów konstrukcyjnych wymagały pilnych napraw. Zdarzało się występowanie znacznych ubytków drewna w przekroju poprzecznym (rys. 3).

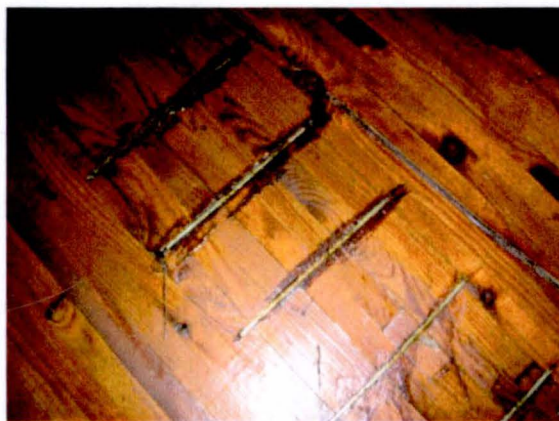


Rys.3. Przykłady biokorozyjnych uszkodzeń drewna

### 3. Stosowane metody napraw drewnianych konstrukcji z drewna klejonego warstwowo.

Powstałe pęknięcia i rozwarstwienia drewnianych łuków z drewna klejonego warstwowo miały różny zasięg - od kilkunastu centymetrów do długości odpowiadającej  $\frac{3}{4}$  długości połówki łuku. Rozwarstwienie w spoinie powoduje zmniejszenie nośności dźwigara i bezwzględnie wymaga przeprowadzenia naprawy. Pierwsze naprawy wykonano stosując łączniki podatne (odpowiednio wyprofilowane fragmenty płaskownika). Wklejano je w wykonane nacięcia (rys. 4) w zmiennym rozstawie – w zależności od siły rozwarstwiającej w szwie. Jest to połączenie podatne, które nie przywraca pełnej nośności łuku. Takie łączniki poddano badaniom doświadczalnym w celu określenia nośności złącza.

W latach 90-tych opracowano metodę scalania rozwarstwionych łuków metodą iniekcji szczelin żywicą epoksydową. Skuteczność tej metody została potwierdzona badaniami eksperymentalnymi. Iniekcja rozwarstwień żywicą epoksydową powoduje powstanie nowej spoiny (złącze niepodatne) i pozwala na zaprojektowanie połączenia na pełną nośność przekroju poprzecznego łuku.



Rys.4. Naprawa dźwigara za pomocą łączników podatnych

Porażenia drewna jedynie przez owady występowały sporadycznie. Łuki, w których stwierdzono otwory wylotowe po owadach lub obecność owadów (aktywny stan porażenia), zostały poddane dezynsekcji metodą gazowania z zastosowaniem bromku metylu (rys. 5). Zalecono usunięcie tylko silniej (na głębokość > 30 mm) porażonych fragmentów drewna dźwigarów, a następnie wykonanie dezynsekcji i na koniec impregnację odsłoniętych części dźwigarów preparatem bio- i ogniochronnym, metodą smarowania. Wymienione czynności należało wykonać bezpośrednio przed pracami naprawczymi (uzupełnienie ubytków drewna) i wykonaniem ochrony dźwigarów przed czynnikami atmosferycznymi.



Rys.5. Dźwigar przygotowany do dezynsekcji metodą gazowania

W kilku dźwigarach uszkodzenia drewna były wyjątkowo rozległe. Były to ubytki przekroju poprzecznego powstałe w wyniku korozyjnego rozkładu drewna porażonego przez grzyby (także przez owady). Uszkodzenia te sięgały nawet do 30% przekroju poprzecznego łuku. Ich naprawa polegała na usunięciu zniszczonych fragmentów drewna i wklejeniu w to miejsce nowych fragmentów wykonanych z zabezpieczonego antykorozyjnie drewna (rys. 6). Do połączenia nowych fragmentów drewna z dźwigarem użyto żywicy epoksydowej z dodatkiem mączki koloidalnej.



Rys.6. Dźwigary przygotowane do naprawy



Część dźwigarów była uszkodzona w takim stopniu, że wykonana analiza statyczno-wytrzymałościowa wykazała przekroczenia stanu granicznego nośności i wymagała dodatkowych zabezpieczeń (rys. 7). Wykonane zabezpieczenia polegały na wykonaniu dodatkowego okucia stalowego w celu przejścia obciążeń i przeniesienia ich bezpiecznie na fundament.



Rys.7. Dodatkowe zabezpieczenie podpory dźwigara

Po zakończeniu prac naprawczych wszystkie dźwigary zostały poddane impregnacji przed biokorozją metodą smarowania (natrysku). Na rysunku 8 pokazano widok dźwigarów bezpośrednio po naprawie.



Rys.8. Widok dźwigara po naprawie

#### **4. Podsumowanie**

Zastosowanie jako elementów konstrukcji budynków halowych dźwigarów z drewna klejonego warstwowo pozwoliło na zaprojektowanie obiektów o wysokich walorach funkcjonalnych i estetycznych. Jednak błędy i niedociągnięcia lub zaniechania popełnione podczas projektowania, a następnie podczas montażu i eksploatacji hal spowodowały powstanie różnego rodzaju uszkodzeń. Dla umożliwienia dalszej bezpiecznej eksploatacji hal zgodnie z ich przeznaczeniem, opracowano i zastosowano odpowiednie naprawy – przy czym niektóre z nich obniżyły walory estetyczne budowli. Konieczne jest zatem zwrócenie dużej uwagi - na etapie powstawania dokumentacji projektowej - na konstruowanie detalu budowlanego, jakim jest przejście konstrukcji drewnianej przez ściany obudowy. Montaż i nadzór nad nim powinny prowadzić wraz z projektantem doświadczone ekipy. Nie do przecenienia jest też wykonywanie określonych przepisami prawa, systematycznych przeglądów konstrukcji, ze szczególną uwagą - stref przypodporowych dźwigarów.

**Opracował:**

inż. Piotr Gładki

inż. Paweł Fabijański

**Opiekun naukowy:**

doc. dr inż. Jan JERUZAL

**Recenzent:**

dr inż. Joanna BOGUSŁAWSKA-KOZŁOWSKA



wbaur

## VI SYMPOZJUM

# STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## NOWOCZESNE STADIONY W POLSCE NA PRZYKŁADZIE PGE ARENA GDAŃSK

### 1. Wstęp

Budowa nowych stadionów w Polsce, bądź gruntowna modernizacja istniejących obiektów tego typu, jest efektem przygotowań Polski - gospodarza Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej UEFA EURO 2012. Wysokiej jakości infrastruktura sportowa powstała już w Poznaniu, Gdańsku i Wrocławiu. Ukończenie prac na stadionie Narodowym w Warszawie również dobiega końca.



Rys. 1. Wizualizacje stadionów: od lewej z góry Stadion Miejski w Poznaniu, Stadion Narodowy w Warszawie, Stadion w Gdańsku, Stadion Miejski we Wrocławiu

Żaden ze stadionów nie jest obiektem, który będzie wykorzystywany wyłącznie do piłkarskich zmagani. Stadiony te zostały zaprojektowane, jako tzw. areny wielofunkcyjne, przystosowane do organizacji różnego rodzaju

wydarzeń, nie tylko sportowych, ale również kulturalnych, rozrywkowych, biznesowych czy towarzyskich.

## 2. PGE Arena Gdańsk

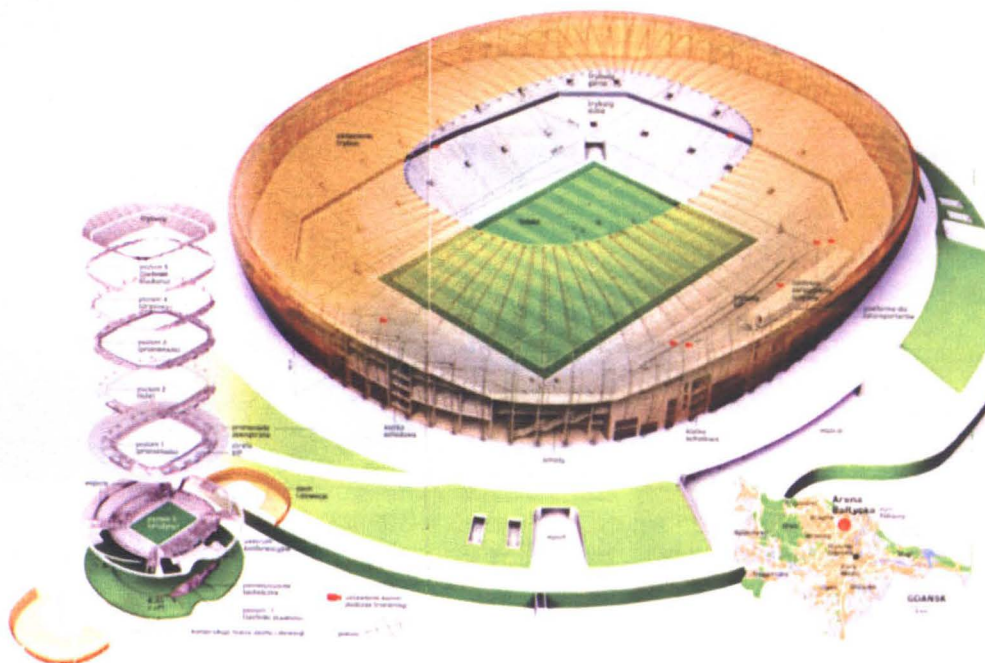
### 2.1. Wprowadzenie

Stadion zlokalizowany jest w nadmorskiej dzielnicy Gdańska-Letnicy przy ulicy Pokoleń Lechii Gdańsk 1. Położenie to stanowi środek trójkąta, którego wierzchołki to stare miasto, lotnisko i stocznia. Sponsorem tytularnym obiektu jest Polska Grupa Energetyczna. Pierwotnie projekt nosił nazwę Baltic Arena. Budowę areny rozpoczęto 15 grudnia 2008 roku, a oddano do użytku 19 lipca 2011 roku. Stadion zaprojektowała firma *Rhode-Kellermann-Wawrowsky* z Dusseldorfu. Obiekt nawiązuje do tradycji miasta nadbałtyckiego, związanego z bursztynem, dzięki czemu stanowi znak identyfikacyjny Gdańska.

### 2.2. Stadion w liczbach

Wymiary stadionu to 236 m długości, 203 m szerokości i 45 m wysokości. Pojemność wynosi 44 tysiące miejsc. Na stadionie znajduje się 40 przeszklonych łóż, 8 o powierzchni 60m<sup>2</sup> oraz 32 o powierzchni 30 m<sup>2</sup>. Oprócz łóż, miejscami o wyższym standardzie są także 1383 miejsca biznesowe. Fasada pokryta jest 18 tys. płyt poliwęglanowych, w 6 odcieniach bursztynu, o łącznej powierzchni 4, 5 ha. W czasie trwania mistrzostw na stadionie zostaną rozegrane trzy spotkania grupowe i jeden ćwierćfinał.

### 2.3. Budowa stadionu



Rys. 2. Układ funkcjonalny stadionu

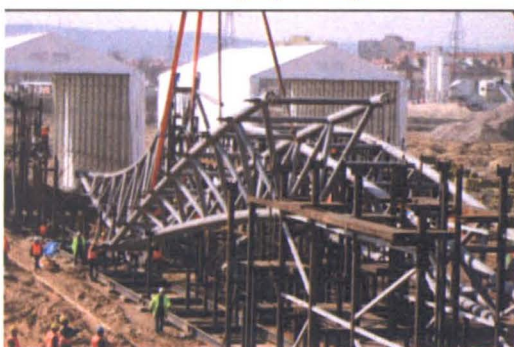
Budowę stadionu zrealizowało konsorcjum złożone z firm Hydrobudowa Polska SA, Hydrobudowa 9, Alpine Bau Deutschland AG Berlin, Alpine Bau GmbH Austria i Alpine Construction Polska Sp z o.o.

Wliczając piwnice i płytę boiska, stadion posiada osiem poziomów. Na płytę boiska prowadzą cztery tunele o wymiarach 7,20 na 4,50 m. Dwupoziomowe trybuny otacza nośna konstrukcja zadaszzenia, połączona z konstrukcją ścian zewnętrznych. Wokół obiektu zbudowano tor wrotkarski. Konstrukcja stadionu jest pokryta płytami z poliwęglanu, które w dzień lśnią w słońcu, a nocą jaśnieją podświetlone od wewnątrz. W sumie na stadionie znajdują się 22 klatki schodowe i siedem wind.

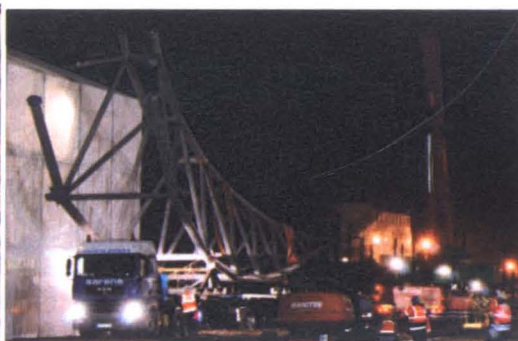
#### 2.4. Konstrukcja stalowa

Konstrukcja stalowa składa się z 82 dźwigarów. Każdy z nich waży 66 ton (daje to w sumie 5412 ton) i ma 100 metrów długości. Montaż każdego elementu przebiegał dwuetapowo: najpierw montowano pionową część fasadową, a następnie poziomą część dachową.

Gabaryty konstrukcji oraz jej ciężar stanowiły ogromny problem, nie tylko w fazie montażu, ale także podczas transportu. Ze względu na znaczne gabaryty pojedynczego dźwigara oraz odległość, jaką musiał pokonać (Gliwice-Gdańsk), każdy był przewożony w sześciu częściach przez kilka samochodów transportowych. Tak przetransportowane dźwigary trafiały na plac budowy do namiotów montażu wstępnego. Na tym etapie następowało scalanie elementów wysyłkowych w dwie części.



Rys. 3. Faza montażu wstępnego



Rys. 4. Transport elementów wstępnie zmontowanych na miejsce wbudowania

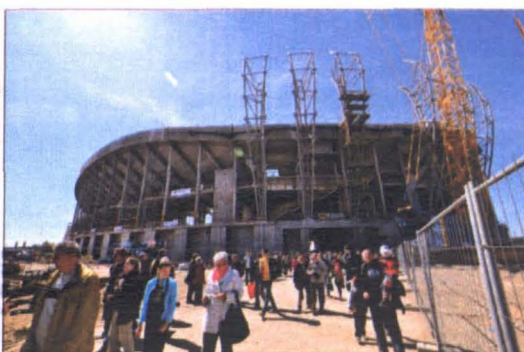
Montaż pionowego elementu dźwigara, liczącego 40 m długości i wającego ponad 30 ton, poprzedzony był przygotowaniem podstawy (na poziomie promenady) oraz specjalnej szyny na belce korony, do której był tymczasowo montowany. Kolejnym etapem było zainstalowanie na trybunach montażowych wież podporowych pełniących rolę tymczasowej konstrukcji wsporczej. Umożliwiły one montaż poziomych elementów konstrukcji dachowej.

Najciekawszym etapem budowy zadaszzenia był proces uwalniania konstrukcji z podparć montażowych. Polegał on na opuszczeniu konstrukcji zadaszzenia stadionu, połączonej stalową liną (tzw. ring wewnętrzny), z wież podporowych. W pierwszej fazie przeprowadzono operację odłączenia kon-

strukcji stalowej od żelbetowej belki korony stadionu. Odkonduło się to w dwóch fazach. Najpierw odkonduło dolne śruby pierścienia zewnętrznego (charakterystyczna „szyna” na belce korony). Później usunięto rząd górny (jak w przypadku rzędu dolnego przed rozpoczęciem cięcia trzeba było rozgrzać każdą śrubę), a następnie usunięto połączenia. Każdy poszczególny etap wieńczyły badania odkształceń i narada z udziałem projektantów, naukowców m.in. z Politechniki Gdańskiej i inżynierów nadzoru, którzy na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wskazywali kolejność usuwania poszczególnych elementów.



Rys. 6. Montaż części fasadowej konstrukcji stalowej



Rys. 7. Widok montażowych wież podporowych z poziomymi elementami zadaszenia trybun zmontowanych na

W końcowej fazie opuszczania, uwolniono stalową konstrukcję dachu z podparcia przy użyciu siłowników hydraulicznych w wieżach podporowych. Opuszczanie dachu odbywało się etapowo, co 50mm, aż do całkowitego uwolnienia, prowadząc cały czas kontrolne pomiary geodezyjne. Pierścień wewnętrzny stalowych dźwigarów konstrukcji obniżył się o ok. 30 centymetrów. Po opuszczeniu, dach o masie ponad 6500 ton, stał się jedną z ciekawszych w Polsce konstrukcji.



Rys. 8. Widok z wnętrza obiektu



Rys. 9. Widok obiektu

## 2.5. Bezpieczeństwo konstrukcji dachu

Na 16 wybranych dźwigarach, czyli stalowych elementach konstrukcji, zostało zainstalowanych ok. 160 czujników, które rejestrują odkształcenia występujące w dachu. Informacje z czujników są nieustannie przekazywane do specjalnego centralnego kontrolera, który na bieżąco analizuje dane. Po przekroczeniu ustalonych limitów progowych, nastąpi automatyczne ostrzeżenie o niebezpieczeństwie.

### **Opracował:**

Paulina Zawadzka

### **Opiekun naukowy:**

dr inż. Michał GAJDZICKI

### **Recenzent:**

dr inż. Jerzy GOCZEK

### **Literatura:**

- [1] <http://www.2012.org.pl/pl/infrastruktura/stadiony.html>
- [2] [http://www.mapapolski.biz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=154&Itemid=131](http://www.mapapolski.biz/index.php?option=com_content&view=article&id=154&Itemid=131)
- [3] [http://stadiony.net/stadiony/pol/arena\\_gdansk](http://stadiony.net/stadiony/pol/arena_gdansk)
- [4] <http://gdansk.naszemiasto.pl/artykul/655866,stadion-pge-arena-gdansk-w-letnicy-uwolniony-z-podpor,id,t.html>
- [5] <http://wiadomosci.dziennik.pl/sport/euro-2012/artykuly/145761,mozna-budowac-stadion-w-gdansku.html>
- [6] [http://krakow.naszemiasto.pl/serwisy/euro\\_2012/gdanska\\_droga\\_do\\_euro\\_2012/241739,22-klatki-schodowe-i-7-wind-w-gdanskiej-baltic-arenie-12-03,id,t.html](http://krakow.naszemiasto.pl/serwisy/euro_2012/gdanska_droga_do_euro_2012/241739,22-klatki-schodowe-i-7-wind-w-gdanskiej-baltic-arenie-12-03,id,t.html)



wbair

## VI SYMPOZJUM

# STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## KATASTROFA MOSTU TACOMA NARROWS

### 1. Wstęp

Pierwszy most Tacoma Narrows został zbudowany w okresie od 23 listopada 1938 do 1 lipca 1940 roku. Kosz budowy wyniósł około \$6,400,000. Umożliwił on przeprawę nad zatoką Puget Sound, łącząc miasto Tacoma z półwyspem Kitsap. Był on wówczas trzecim pod względem rozpiętości mostem wiszącym na świecie. Wyprzedzały go jedynie Golden Gate w San Francisco oraz George Washington Bridge w Nowym Jorku.



Rys. 1. Otwarcie mostu – 4 lipca 1940 [1]

### 2. Konstrukcja mostu

Całkowita długość mostu Tacoma wynosiła 1810 m, jego środkowe przęsło miało rozpiętość 853 m, a wysokość jezdni liczona od poziomu wody

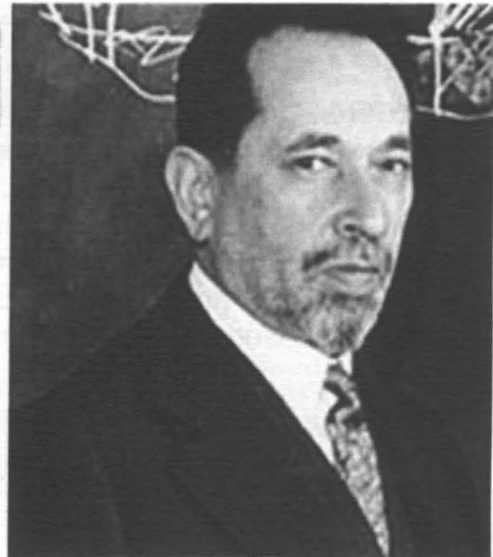


wynosiła 62 m. Charakterystycznymi cechami mostu były wysokość i smukłość konstrukcji, co nadawało mu eleganckiego wyglądu. Szerokość pomostu, na którym znajdowała się jezdnia, wynosiła zaledwie 12 m (2 pasy ruchu). W konstrukcji mostu zrezygnowano, z dotychczas stosowanych, wysokich podłużnic kratowych, zastępując je pełnościennymi o wysokości 2,4 m. Tacoma Narrows Bridge był drugim mostem, w którym zastosowano dźwigary pełnościenne – pierwszy był Bronx-Whitestone Bridge w Nowym Jorku ukończony w 1939 r.

Przyjęte rozwiązania stały się powodem niebywałej smukłości konstrukcji i podatności na oddziaływanie wiatru.



Rys. 2. Budowa mostu – 1940 r. [1]



Rys.3. Leon Moisseiff [1]

### 3. Projektant

Projektantem pierwszego mostu Tacoma Narrows, oddanego do eksploatacji 4 lipca 1940 r., był Leon Moisseiff (1872–1943), uważany wówczas za jednego z najwybitniejszych inżynierów budownictwa mostowego. Współpracował on przy projektach takich mostów jak Manhattan Bridge, Golden Gate czy San Francisco-Oakland Bridge.

Moisseiff zaadaptował teorię zginania Wilhelma Rittera (1847–1906) i Josefa Melana (1854–1941) do potrzeb mostów wiszących. Bazując na niej obliczył reakcje konstrukcji i lin głównych od obciążenia grawitacyjnego i wiatru. Udowodnił, że im dłuższe przęsło, tym większy jego ciężar, a więc tym mniejsze usztywnienie potrzebne do utrzymania stanu równowagi sił składowych mostu. Twierdził, że kratownice o dużej sztywności redukują w niewielkim stopniu ugięcie mostu. Uważał, że można zredukować ich wysokość bez większego wpływu na sztywność całości konstrukcji. Kontynuując wywód myślowy, konkludował, iż użycie niskich kratownic usztywniających naturalnie prowadzi do podłużnic o przekroju dwuteowym, które mają wiele zalet nie tylko konstrukcyjnych, technologicznych, ale także eksploatacyjnych (konserwacja). Uważał także, że liny nośne zapewniają usztywnienie mostu wiszącego, a przez zmniejszenie krzywizny lin można zmniejszyć

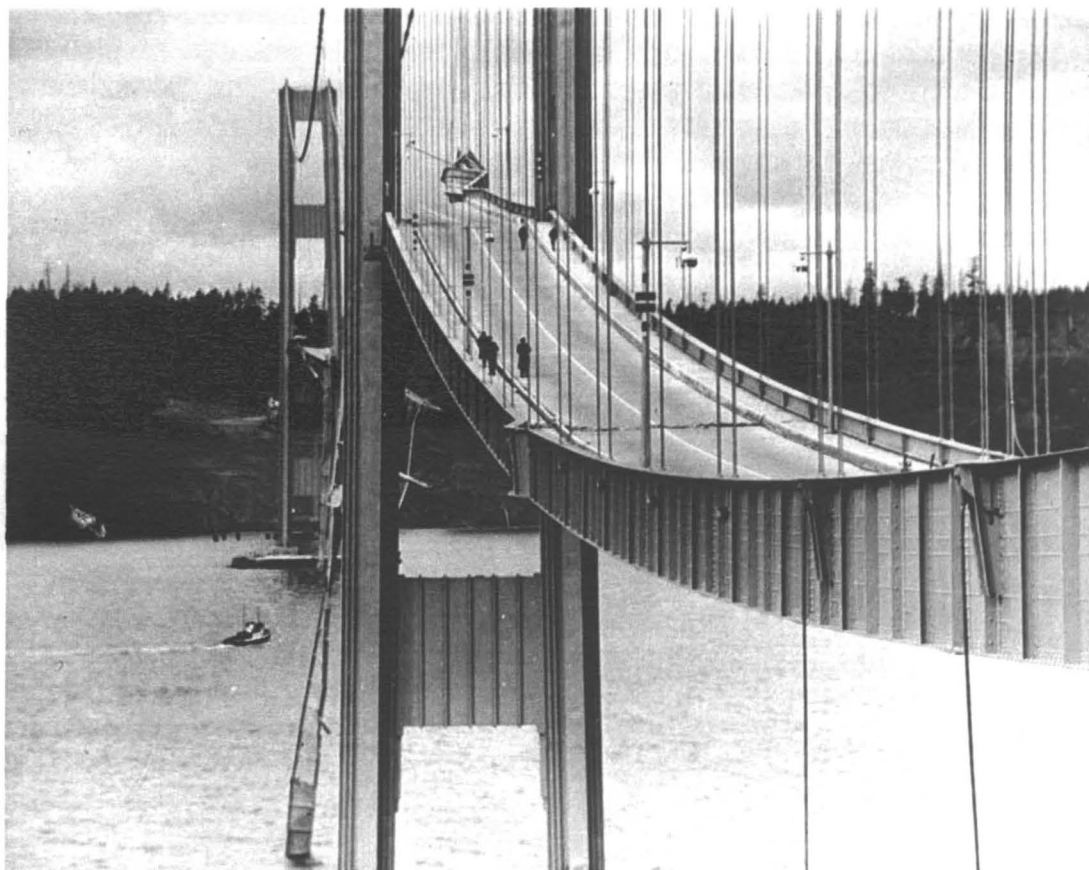
szyc jego deformację. Podłużnice traktował, jako drugorzędne elementy w przenoszeniu obciążenia i ograniczaniu ugięcia. Uważał je za elementy konstrukcji odpowiedzialne za przeciwdziałanie siłom wiatru, które uznawał jako znaczące przy długich i wąskich przęsłach.

#### **4. Katastrofa**

Skutkiem zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych okazała się niezwyczajna podatność mostu na działanie wiatru. Już podczas końcowego etapu budowy robotnicy odczuwali mdłości wynikające z dużych deformacji mostu. Po otwarciu, falowanie, jakiemu podlegało szczególnie główne przęsło podczas wiatru wiejącego prostopadle do konstrukcji było wyraźnie odczuwalne przez kierowców. Most szybko stał się atrakcją turystyczną. Wielokrotnie obserwowane, pionowe oscylacje były nietypowe i czasami zabawne. Zdarzało się, że jadące samochody znikwały i pojawiały w polu widzenia. Z tego powodu Tacoma Narrows nazywano Galopującą Gercią (ang. Galloping Gertie).

Nietypowe zachowanie konstrukcji zastanawiało ekspertów Stanowego Zarządu Mostów. Zwrócono się do Fredericka Farquharsona (1895–1970), profesora mechaniki Uniwersytetu Washington, o przebadanie modelu w tunelu aerodynamicznym. Farquharson po testach poradził wzmocnienie zakotwienia lin nośnych i wykonanie otworów w podłużnicach lub założenie opływowej osłony dla poprawy swobodnego przepływu strumienia powietrza wokół dwuteowych podłużnic. Niestety, nie wszystkie zalecenia doczekały się realizacji.

Do katastrofy doszło niewiele ponad 4 miesiące po oddaniu mostu do użytkowania – 7 listopada 1940 roku. Tamtego dnia wiał mocny wiatr z prędkością dochodzącą do 65 km/h. Falowanie głównego przęsła mostu odbywało się z coraz większą częstotliwością. Podjęto decyzję o jego zamknięciu. Około godziny 10 wystąpiło nowe zjawisko w drganiach mostu - pomost zaczął podlegać drganiom o postaci skrętnej: gdy jedna jego krawędź była wychylona maksymalnie wysoko, to druga krawędź w tym samym miejscu mostu była wychylona maksymalnie nisko, natomiast linia środkowa jezdni prawie nie zmieniała swego położenia. Drgania te stawały się coraz gwałtowniejsze. Jezdnia odchyłała się nawet 45°, a maksymalne wychylenia przekraczały 6m. Zjawisku temu towarzyszył przeraźliwy dźwięk powodowany przez tarcie elementów mostu o siebie. Kilka minut po godzinie 11 nastąpiła katastrofa- główne przęsło mostu runęło do wody (rys. 4).



Rys. 4. Zniszczone przęsło mostu [1]

Przyczyna katastrofy była złożona. Falowanie konstrukcji mostu było wywoływane różnicami w prędkości przepływu powietrza nad górną i dolną powierzchnią pomostu. Do jego powstawania przyczyniły się niekorzystne własności aerodynamiczne podłużnic: zamknięcie konstrukcji pomostu z boków pełnościennej konstrukcją oraz duża wiotkość konstrukcji wynikająca z małej wysokości podłużnicy oraz małej szerokości pomostu. Most został zniszczony jednak dopiero wtedy, gdy drgania giętne, poprzeczne zamieniły się w skrętne o wzrastającej amplitudzie. Zjawisko to, nazywane dziś flatterem, nie było wówczas znane konstruktorom.

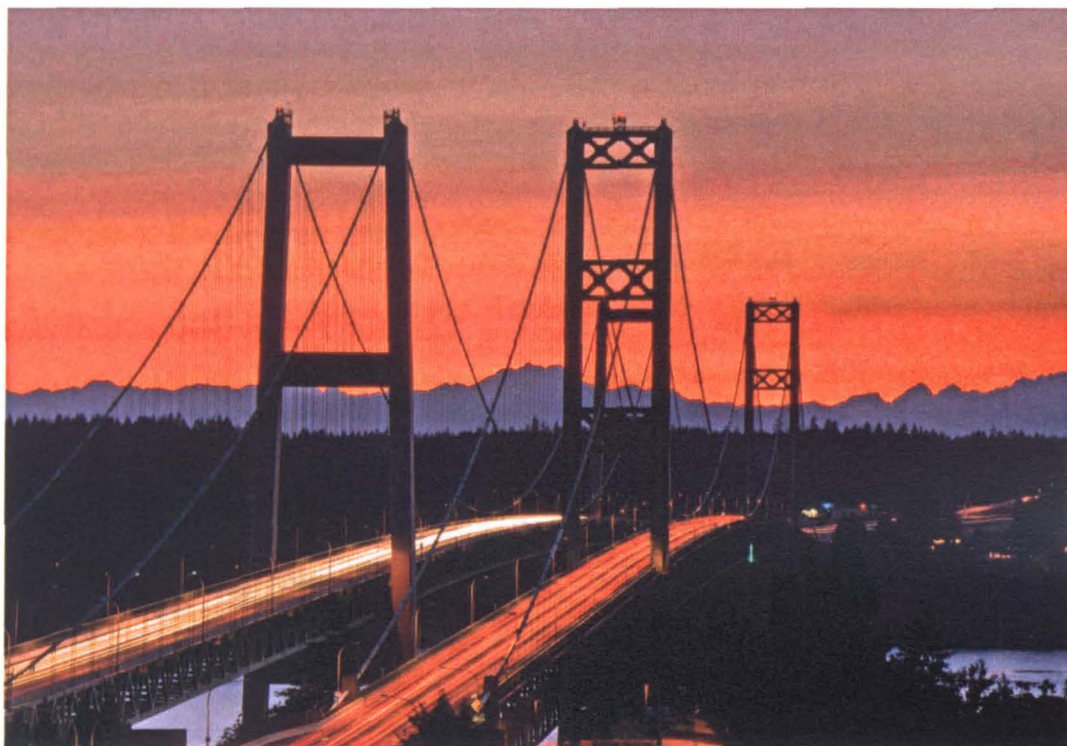
Po katastrofie mostu została powołana komisja w celu określenia tych zjawisk oraz przyczyn katastrofy. W konkluzji, komisja nie obciążyla za błędy Moisseiff, a uznając, że most Tacoma Narrows był zaprojektowany zgodnie z istniejącą wiedzą i standardami oraz spełniał warunki równowagi sił statycznych, włączając obciążenie od sił wiatru, zwykle brano pod uwagę we wszystkich podobnych projektach. Stwierdziła natomiast, że nie było świadomości, że siły aerodynamiczne i niestateczność nimi powodowana, w przeszłości niszczące dużo lżejsze i krótsze mosty, mogą mieć wpływ na konstrukcje takich rozmiarów, jak most Tacoma Narrows.

## 5. Tacoma Narrows dziś

W 1950 r. oddano do użytku drugi most wiszący Tacoma Narrows. Przed jego wykonaniem przeprowadzono badania jego modelu w tunelu aerodynamicznym. W porównaniu do pierwszego mostu wprowadzono szereg zmian. Przede wszystkim zastąpiono 2,4-metrowe dwuteowe dźwigary podłużnic dźwigarami kratownicowymi, o wysokości 10 metrów. Wzdłuż jezdni wprowadzono ciągi otworów umożliwiające przepływ powietrza i redukcję zjawiska flatteru. Zastosowano mechanizmy tłumienia drgań w trzech newralgicznych miejscach, w środku między kablami głównymi i pomostem oraz na każdym z pylonów. Zwiększono także szerokość pomostu z 12 m do 18 m.

Na początku XXI wieku okazało się, że przepustowość mostu jest niewystarczająca.

Trzeci most wiszący, wybudowany obok mostu z 1950 r., został oddany do użytku w 2007 r. Jest to konstrukcja wisząca na wskroś współczesna, oddaje nowe trendy w budownictwie mostów wiszących. Konstrukcja fundamentów, pylonów, podłużnic kratowych, zakotwienia lin została zaprojektowana z myślą o dodaniu w przyszłości drugiego poziomu pomostu. Podobnie jak most z 1950 r., oba modele mostów wybudowane w skali zostały przetestowane w tunelu aerodynamicznym.



Rys. 5. Mosty Tacoma Narrows [2]

## 6. Podsumowanie

Katastrofa Tacoma Narrows trwale wpisała się w historię mechaniki i konstrukcji mostów wiszących. Rozwiązania konstrukcyjne, które zastosowano przy budowie drugiego mostu są po dziś dzień z dobrym skutkiem

wykorzystywane we współczesnych mostach. Analiza aerodynamiczna stała się nieodłącznym elementem przy projektowaniu współczesnych konstrukcji. Od 1940 r. po dziś dzień nie uległ katastrofie żaden most wiszący. Znając historię mostów Tacoma Narrows trudno się nie zgodzić z opinią Richarda Hobbesa, który napisał „Mosty Tacoma Narrows, dzieło lat prób, błędów, tragedii i wytrwałości, są znakomitym przykładem triumfu ludzkiego umysłu i ducha”.

**Opracował:**

Konrad Wojajczyk

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Michał GAJDZICKI

**Recenzent:**

dr inż. Jerzy GOCZEK

**Literatura:**

- [1] <http://www.tacomanarrowsbridge.org/photos1940.html>
- [2] <http://www.flickr.com/photos/doctorwats/4154608157/>
- [3] Guyer J. P.: *Ethical Issues from the Tacoma Narrows Bridge Collapse*
- [4] Dąbrowiecki K.: *Mosty Tacoma Narrows*. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 5/2010



wbair

## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### ZASADY BHP PRZY WYKONYWANIU RÓŻNYCH PRAC BUDOWLANYCH

#### 1. Wstęp

Podczas wykonywania prac budowlanych dochodzi do bardzo wielu wypadków. Z badań Państwowej Inspekcji Pracy z 2008 roku wynika, że w ogólnej liczbie poszkodowanych w wypadkach dominowali robotnicy budowlani stanu surowego i pokrewni (11,5%), a w następnej kolejności – kierowcy pojazdów (8,3%); robotnicy budowlani robót wykończeniowych i pokrewni (6,8%); robotnicy pomocniczy w budownictwie (5,7%). Głównymi przyczynami takich zdarzeń są: niewłaściwa organizacja pracy, niestosowanie środków ochrony indywidualnej, brak właściwych szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy oraz fakt, iż prace często wykonywane są na otwartym terenie, gdzie głównym zagrożeniem jest zmienność warunków pogodowych. Lekceważenie tych czynników może spowodować uszczerbek na zdrowiu, a nawet śmierć. Pracodawca, zgodnie z Kodeksem pracy, dział dziesiąty, art. 207. § 1. [1], ponosi odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie pracy. To on powinien dokonywać analiz zagrożeń jakie się mogą zdarzyć oraz wybrać odpowiednie sposoby ich eliminacji. Omówię obowiązujące zasady bhp dotyczące działalności budowlanej. Spośród wielu rodzajów prac wybrałem: roboty malarskie, roboty dachowe i dekarские oraz roboty betonowe i żelbetonowe.



Rys. 1. Kask budowlany

źródło: [www.eniro.no/upload/Budownictwo%202011.jpg](http://www.eniro.no/upload/Budownictwo%202011.jpg)

#### 2. Bezpieczeństwo i higiena pracy w budownictwie

##### 2.1. Prace malarskie

Szczególne ostrożności należy zachować przy użyciu farb zawierających składniki o właściwościach palnych bądź wybuchowych. Powinno się

wtedy usunąć wszystkie otwarte źródła ognia na odległość przynajmniej 30 metrów, zapewnić wentylację otwierając okno bądź poprzez wentylacje mechaniczną, nie palić papierosów, nie rzucać narzędziami oraz nie przebywać długo w pomieszczeniu, w którym były używane farby ze składnikami toksycznymi. W pracach malarskich stosowane są składniki zawierające szkodliwe dla zdrowia substancje lotne, które mogą być wchłaniane drogą oddechową, przez skórę czy błony śluzowe. Dlatego bardzo ważne jest dobranie odpowiednich środków ochrony indywidualnej. Podczas malowania metodą natryskową należy zwrócić uwagę na oddziaływanie substancji parujących emitowanych podczas utwardzania się powłok oraz krzemionkę. W takich sytuacjach nie może zabraknąć maski ochronnej. Trzeba także pamiętać, że farby zawierające związki ołowiu są toksyczne i szlifowanie powłok na sucho jest zabronione. Gdy malujemy takimi farbami powinniśmy posługiwać się wyłącznie pędzlem. Każdy pracownik który jest narażony na działanie ługów powinien być zaopatrzony w okulary ochronne, rękawice oraz kremy do skóry rąk i twarzy. Jeżeli są to stężone ługi dodatkowo powinien posiadać buty gumowe oraz fartuch.



Rys.2. Prace malarskie,

źródło: [www.img.projektoskop.pl/003malowaniedrzwi\\_w250.jpg](http://www.img.projektoskop.pl/003malowaniedrzwi_w250.jpg)

## 2.2. Prace dachowe i dekarские

Roboty dachowe i dekarские można zaliczyć do prac szczególnie niebezpiecznych. Zajęcia te są zaliczane do prac na wysokościach (jest to praca wykonywana na powierzchni znajdującej się na wysokości co najmniej 1,0 m nad poziomem podłogi lub ziemi [5] ), a według GUS w roku 2002 upadek stanowił przyczynę ponad 30% wszystkich wypadków przy pracy, odnotowanych w Polsce. Dlatego muszą być zachowane wszelkie środki ostrożności. Zbiorniki i kotły do podgrzewania oraz transportu mas bitumicznych powinny być szczelnie zamknięte, aby nie dopuścić do wylania się np. gorącej smoły. Nie mogą być wypełnione więcej niż  $\frac{3}{4}$  ich wysokości. Podgrzewanie masy bitumicznej powinno odbywać się w kotłach do tego przystosowanych, zgodnie z wymaganiami określonymi w przepisach przeciwpożarowych. Podgrzewanie masy bitumicznej w beczkach i pojemnikach służących do jej przechowywania i transportu jest zabronione [1]. W miejscach gdzie występuje zagrożenie spadaniem przedmiotów należy wyznaczyć strefę niebezpieczną o szerokości co najmniej  $\frac{1}{10}$  wysokości budynku, lecz nie mniej niż 6 metrów. Pracujących na dachach płaskich, ale w pobliżu krawędzi dachu jak i pracujących na dachach stromych (pochylenie przekracza  $20^\circ$ ) należy wyposażyć w sprzęt ochrony indywidualnej zapobiegający upadkowi z wysokości. Główne funkcje jakie spełnia sprzęt to: zatrzymanie

upadku w powietrzu i ograniczenie siły towarzyszącej zatrzymaniu [2] oraz ustalanie pozycji podczas pracy [3]. W wyposażeniu powinny znaleźć się szelki bezpieczeństwa z linką bezpieczeństwa przymocowaną do stałych elementów, szelki bezpieczeństwa z pasem biodrowym, a także podzespół łącząco-amortyzujący. W przypadku dachów, których wytrzymałość nie zapewnia bezpiecznego przebywania na nich osób, konieczne jest układanie stałych lub przenośnych kładek zabezpieczających.



Rys.3. Prace dachowe,

źródło: [www.dekarstwosmolarek.pl/var/1715/17244-dachy.jpg](http://www.dekarstwosmolarek.pl/var/1715/17244-dachy.jpg)

### 2.3. Prace betonowe i żelbetowe

W pracach betonowych oraz żelbetowych niebezpieczeństwo najczęściej spowodowane jest zerwaniem się prętów oraz uszkodzeniem zakotwień, porażeniem prądem elektrycznym czy oparzeniem materiałami budowlanymi. Aby uniknąć wypadków trzeba przestrzegać kilku podstawowych zasad. Niezabetonowane uzbrojenie żelbetowej konstrukcji, mające łączność z odcinkiem nagrzewanym elektrycznie musi być uziemione. Kierownictwo zakładu ma obowiązek opracowania instrukcji, podając sposób podgrzewania prądem elektrycznym materiałów używanych podczas budowy. Teren powinien być ogrodzony, odpowiednio oznakowany, a pracownicy zabezpieczeni przed oparzeniem. Formy do produkcji elementów prefabrykowanych o masie większej niż 50 kg powinny być przemieszczane za pomocą urządzeń mechanicznych. W czasie podnoszenia elementu prefabrykowanego należy sprawdzić dynamometrem masę elementu zawieszzonego na haku dźwigu oraz stwierdzić, czy nie nastąpiło przyssanie lub przyczepienie się powierzchni elementu do formy. Osoba która obserwuje dynamometr powinna znajdować się w odległości przynajmniej 1,5 metra od formy. Podnoszenie nie może być kontynuowane jeśli strzałka dojdzie do nominalnego udźwigu, podczas gdy element nie zostanie jeszcze uniesiony [4].



Rys.4. Betonowanie,

źródło: [www.pf.pl/images/5/9/004987559](http://www.pf.pl/images/5/9/004987559).



### 3. Podsumowanie

Według Głównego Urzędu Statystycznego liczba wypadków przy pracy od roku 1997 znacznie spada. Coraz więcej pracodawców zaczyna rozumieć, iż inwestycja w bezpieczeństwo i higienę pracy jest na różnych płaszczyznach opłacalna. Ważne jest także, aby pracodawca nie ignorował szkoleń BHP, które są jednym z najważniejszych etapów pracy. Profesjonalnie przeszkolony pracownik stwarza mniejsze zagrożenie oraz pracuje z większą skutecznością. Z badań Państwowej Inspekcji Pracy wynika, iż w tej kwestii powinno się jeszcze wiele zmienić, gdyż występuje szereg uchybień. O przepisach BHP trzeba pisać jak najwięcej, aby uświadamiać pracodawców oraz pracowników jak ważna jest to kwestia. Szczególnie tyczy się to branży budowlanej, gdzie wypadków zdarza się najwięcej.

**Opracował:**

Rafał Danisz

**Opiekun naukowy:**

dr hab. inż. Adam MARKOWSKI,  
prof. PŁ

**Recenzent:**

dr inż. Beata PAWŁOWSKA

#### Literatura:

- [1] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy ( tekst jedn.: Dz. U. z 1998 r. Nr 21. poz. 94 z późna.. zm.)
- [2] PN-EN 363:2005 Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości - Systemy powstrzymywania spadania.
- [3] PN-EN 358:2002 Indywidualny sprzęt ochronny ustalający pozycję podczas pracy i zapobiegający upadkom z wysokości. Pasy ustalające pozycję podczas pracy i ograniczające przemieszczanie oraz linki ustalające pozycję podczas pracy
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.03.47.401)
- [5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy ( tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r., nr 169, poz. 1650 ze zm.)



## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

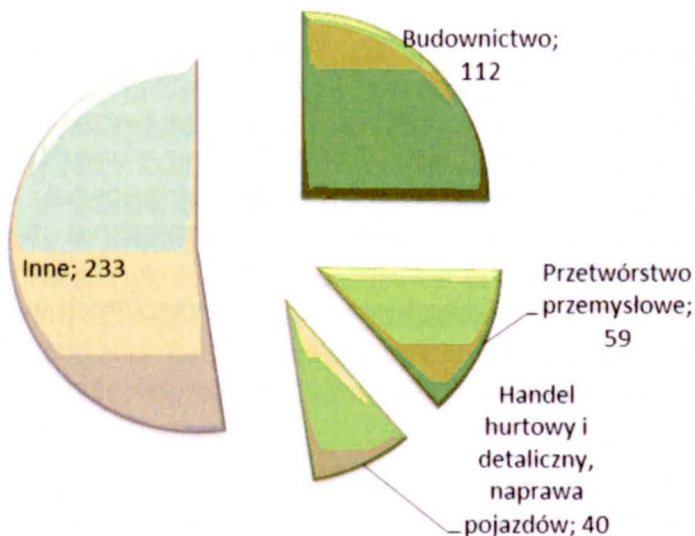
Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## BEZPIECZEŃSTWO PODCZAS PRAC NA WYSOKOŚCIACH

### 1. Wstęp

W 2010 r. w Polsce doszło do 94207 wypadków przy pracy, z których 444 zakończyły się śmiercią poszkodowanego, a 625 ciężkimi urazami ciała. Upadek z wysokości był przyczyną 6% wszystkich wypadków. Budownictwo jest trzecią gałęzią gospodarki, w której najczęściej dochodzi do wypadków i zarazem pierwszą w skali wypadków śmiertelnych. W roku 2010 w budownictwie doszło do 9098 wypadków, z czego 132 to wypadki ciężkie, a 112 śmiertelne, co stanowi 25% wszystkich śmiertelnych wypadków przy pracy. Przyczyną 11% wszystkich wypadków w budownictwie był upadek z wysokości, z których około 70% skończyło się zgonem poszkodowanego.



Rys.1. Śmiertelne wypadki przy pracy

Powyższe statystyki pokazują, jak niebezpieczna jest praca na budowie, szczególnie praca na wysokości. Mimo obowiązujących przepisów prawa pracy i prawa budowlanego, wskutek zaniedbań oraz oszczędności pracodawców, przez upadek z wysokości ginie kilkadziesiąt osób. Najczęstsze przyczyny wypadków to:

- brak nadzoru;

- tolerowanie przez osoby sprawujące nadzór odstępstw od przepisów i zasad bhp;
- brak, nieodpowiednie lub uszkodzone środki ochrony indywidualnej;
- niewłaściwe, uszkodzone, nieprawidłowo zamontowane środki ochrony zbiorowej;
- lekceważenie zagrożenia (brawura);
- niedostateczna koncentracja uwagi na wykonywanej czynności;
- nieznanostwo zagrożenia - brak lub niedostateczne szkolenie, brak oceny ryzyka;
- spożycie alkoholu lub środków odurzających [1].

## 2. Definicje

Praca na wysokości w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy z późn. zm. (tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r., nr 169, poz. 1650) [2] jest to praca wykonywana na powierzchni znajdującej się na wysokości, co najmniej 1 m nad poziomem podłogi lub ziemi. Do pracy na wysokości nie zalicza się pracy na powierzchni, niezależnie od wysokości, na jakiej się znajduje, jeżeli powierzchnia ta jest osłonięta ze wszystkich stron do wysokości, co najmniej 1,5 m pełnymi ścianami lub ścianami z oknami oszklonymi, a także, gdy wyposażona jest w inne stałe konstrukcje lub urządzenia chroniące pracownika przed upadkiem z wysokości.

Prace na wysokości zalicza się do prac szczególnie niebezpiecznych (Dział IV, rozdział 6 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. (Dz. U. z 1997r. Nr 129, poz. 844)). Zgodnie z ww. Rozporządzeniem, pracodawca powinien określić szczegółowe wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych, a zwłaszcza zapewnić:

- bezpośredni nadzór nad tymi pracami wyznaczonych w tym celu osób;
- odpowiednie środki zabezpieczające;
- instruktaż pracowników obejmujący w szczególności:
  - imienny podział pracy,
  - kolejność wykonywania zadań,
  - wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy poszczególnych czynnościach.

## 3. Śmiertelny upadek z 8 metrów

Inspektor pracy OIP Bydgoszcz badał okoliczności i przyczyny śmiertelnego wypadku przy pracy, jakiemu uległ pracownik wykonujący prace antykorozyjne na słupach WN 110kV Włocławek Wschód-Kawenczyn, Włocławek Wschód-Zawiśle.

Po dopuszczeniu do pracy pracownicy, zgodnie z poleceniem pisemnym i wcześniejszą odprawą, weszli na słup. Rozpoczęli malowanie ku do-

łowi od wysokości ok. 65 m. Tuż przed wypadkiem poszkodowany pracował mniej więcej osiem metrów nad podestem konstrukcyjnym słupa, pozostali na wysokości podestu. W pewnym momencie pracownicy usłyszeli krzyk i zauważyli spadającego ze słupa poszkodowanego, który upadł na plandekę osłaniającą teren przed zalaniem farbą.

Przybyły lekarz pogotowia stwierdził zgon. Bezpośrednią przyczyną wypadku była utrata równowagi podczas chodzenia po konstrukcji. Do pośrednich przyczyn wypadku należy zaliczyć nieprawidłowe zachowanie poszkodowanego, który w chwili wypadku nie był przypięty do słupa, lekceważąc zagrożenie. Inną, pośrednią przyczyną, było tolerowanie przez nadzór nieprawidłowego stosowania sprzętu chroniącego przez upadkiem z wysokości [3].

#### **4. Środki ochrony**

Odnosząc się do poprzednich punktów, w świetle prawa polskiego, pracodawca ma obowiązek zabezpieczyć pracownika przed zagrożeniem jakim jest upadek z wysokości. Dotyczy to nie tylko przydzielenia środków ochrony indywidualnej, ale przede wszystkim prawidłowego podejścia do problematyki zagrożenia występującego na stanowisku pracy, jakim jest teren budowy. Podstawowym narzędziem do właściwej organizacji pracy oraz doboru wszelkiego rodzaju środków ochrony jest, zatem ocena ryzyka zawodowego na stanowisku pracy. Na jej podstawie otrzymujemy identyfikacje występujących zagrożeń, które należy w pierwszej kolejności rozwiązać od strony technicznej. Następnie zastanowić się nad rozwiązaniami organizacyjnymi najlepiej nad wyeliminowaniem zagrożenia, czyli takiego zorganizowania, aby w ogóle uniknąć pracy na wysokości lub znacząco je ograniczyć (oczywiście tam gdzie jest to możliwe) np. poprzez montowanie konstrukcji dachu czy też mostu na poziomie zerowym, a dopiero później przetransportowanie w całości na miejsce docelowe.. Dopiero na końcu zaopatrzyć pracowników w środki ochrony zbiorowej i indywidualnej. Jednakże w rzeczywistości praca wykonywana na terenie budowy nie może obejść się bez tych ostatnich, dlatego prawo generuje szereg przepisów szczegółowych, z których przytoczymy zaledwie podstawowe [3, 4].

##### **4.1. Środki ochrony zbiorowej**

Jak sama nazwa wskazuje są to zabezpieczenia chroniące więcej niż jedną osobę przed wystąpieniem zagrożenia podczas przebywania na terenie pracy?

##### **Balustrady**

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych podstawowym środkiem takiej ochrony są balustrady. Ich zastosowanie wskazane jest przy zabezpieczaniu stanowiska pracy, dróg komunikacyjnych, krawędzi, otworów w ścianach i stropach, jak również do ogrodzenia stref niebezpiecznych takich jak wykopy, doły itp.

Odwołując się do powyższego rozporządzenia przez „balustradę” rozumiemy, że składa się z deski krawężnikowej o wysokości 0,15 m i poręczy ochronnej umieszczonej na wysokości 1,1 m. Natomiast wolną przestrzeń pomiędzy deską krawężnikową a poręczą wypełnia się w sposób zabezpieczający przed upadkiem z wysokości. Wypełnienia stosowane są różne, najczęściej jest to dodatkowa bariierka, ale mogą to być także siatki bezpieczeństwa zgodne z normą PN-EN 1263 lub sztywne stalowe siatki. Tak zbudowana balustrada ma za zadanie oczywiście uniemożliwienie zagrożenia upadku z wysokości, ale zastosowanie desek krawężnikowych chroni też przed upadkiem z wysokości przedmiotów stałych, które mogą spaść pracownikowi na głowę.

### Siatki bezpieczeństwa

Innym środkiem ochrony zbiorowej, coraz bardziej popularnym, są siatki zabezpieczające. Są to siatki wykonane z polipropylenu lub poliestru, głównie z siatek o oczkach 100 mm wykonanych z linek o grubości 4-5 mm, zgodnie z normą PN-EN 1263-1. Dodatkowo posiadają linę graniczną, za pomocą której siatka mocowana jest do konstrukcji, a wszelkie informacje odnośnie instalacji siatki bezpieczeństwa zawarte są w normie PN-EN 1263-2. Warto tutaj dodać, że w przypadku używania siatek bezpieczeństwa należy opracować dodatkowe procedury ewakuacji osób, które wskutek zaistniałego zdarzenia „zawisły” nad ziemią.

Ze względu na sposób wykorzystania rozróżniamy kilka typów siatek:

Typ S: poziome siatki bezpieczeństwa - stosowane głównie w zabezpieczeniu prac na konstrukcjach hal oraz otworów w stropach budynków. Aby spełnić wymagania normy, siatka taka powinna mieć minimalną powierzchnię 35 m<sup>2</sup> oraz najmniejszy bok większy niż 5 m. Powstrzymuje ona upadek nawet z wysokości 6 m, lecz należy pamiętać, iż powinna być ona umieszczona jak najwyżej, aby minimalizować nie tylko skutki, lecz również długość spadania. Podczas doboru siatek należy kalkulować także przestrzeń pod siatką potrzebną do powstrzymania upadku (ugięcie siatki).



Rys.3. Siatka Typu S

Typ T: siatki poziome mocowane do wsporników - wykorzystywane w powstrzymaniu spadania podczas pracy przy krawędziach budynków. Najważniejszym ich celem jest zabezpieczenie pracy podczas zbrojenia i deskowania na najwyższych kondygnacjach budynku (czyli tam, gdzie nie można jeszcze zainstalować balustrady). Przy szerokości wsporników 3 m powstrzymują upadek nawet z wysokości 6 m, dlatego mocowane są zwykle do stropu lub elewacji na niższej kondygnacji, czyli tam gdzie beton uzyskał już wystarczającą wytrzymałość.



Rys.4. Siatka Typu T

Typ V: siatki mocowane do wsporników typu „szubienica” - spełniają podobne zadania i wymogi jak siatki mocowane na wspornikach typu T. Zwykle zamocowanie konstrukcji odbywa się do stropów dwóch niższych kondygnacji, a dzięki swojej budowie mogą wystawać ponad najwyższą elewację.



Rys.5. Siatka Typu V

Typ U: siatki pionowe stanowiące zabezpieczenie krawędzi - siatki te wykorzystywane są do zabezpieczenia krawędzi zgodnie z normą PN-EN13374. Mocowane są do specjalnie zaprojektowanych słupków lub ograniczają (wypełniają) całą wolną przestrzeń elewacji lub rusztowania.



Rys.6. Siatka Typu U

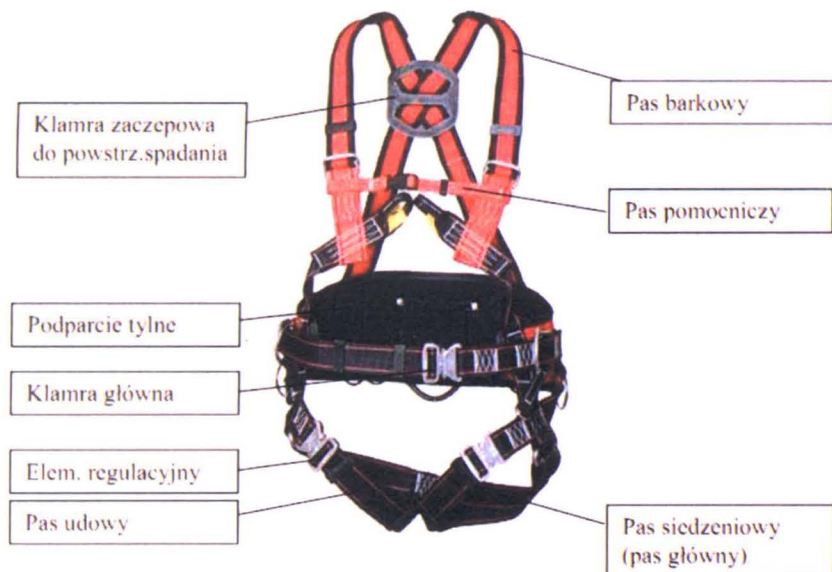
#### 4.2. Środki ochrony indywidualnej

W momencie, kiedy nie można zastosować środków ochrony zbiorowej, lub są one niewystarczające, wówczas pracodawca musi wyposażyć pracownika w środki ochrony indywidualnej. Również powinny być stosowane, gdy nie da się uniknąć sytuacji, w których wykonywanie wielu czynności możliwe jest jedynie przy ich użyciu. Przez tego typu środki rozumie się środki noszone bądź trzymane przez pracownika w celu jego ochrony przed jednym lub większą liczbą zagrożeń.

W przypadku środków ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości mamy do czynienia z systemem powstrzymywania spadania, na który składają się trzy kategorie elementów: uprząże (szelki bezpieczeństwa), podsystem łącząco-amortyzujący i punkty kotwiczące. Należy jednak pamiętać, że niezależnie od funkcji, dany środek ochrony powinien spełniać wymagania w zakresie ochrony zgodności czego poświadczeniem jest oznakowanie CE.

##### Szelki bezpieczeństwa (uprząże)

Szelki bezpieczeństwa są elementem składowym systemu powstrzymywania spadania, charakteryzującym się specjalnym rodzajem uprząży służących do powstrzymywania upadku z wysokości. Wykonane zgodnie z normą PN-EN361, która określa wymogi dotyczące konstrukcji oraz badania takiego sprzętu. Prawidłowo wykonane posiadają jeden rozmiar, cztery klamry regulacyjne, pas do pracy w podparciu i dwa punkty zaczepienia. Stąd też stosowanie innych uprząży (np. wspinaczkowych) przy systemach powstrzymujących spadek jest kategorycznie zabronione.

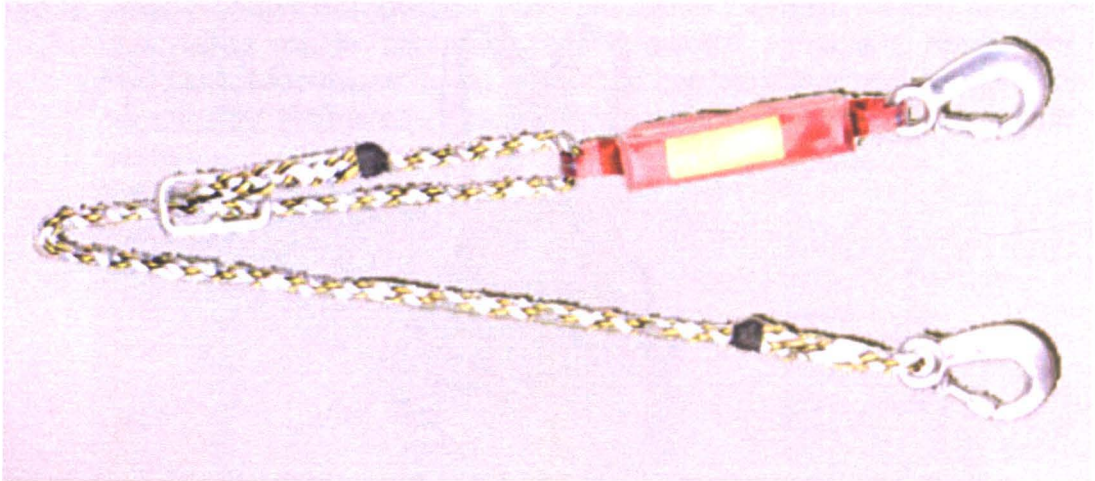


Rys.7. Szelki bezpieczeństwa

### Elementy łącząco – amortyzujące

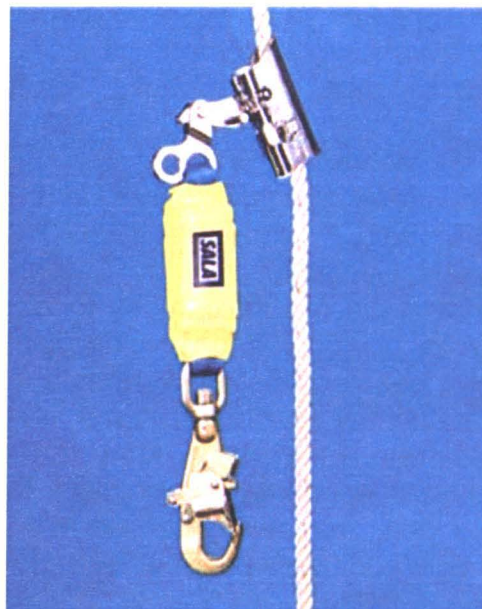
Jak sama nazwa wskazuje są to wszelkiego rodzaju elementy łączące uprząże z punktami kotwiczącymi? Elementami łącząco-amortyzującymi są zatrzaśniki, linki bezpieczeństwa, amortyzatory, urządzenia samozaciskowe ze sztywną lub giętką prowadnicą, urządzenia samohamowne spełniające odpowiednie wymagania techniczne przedstawione w normach. Podstawowym elementem są chociażby zatrzaśniki wykonane z różnych materiałów, zgodnie z normą PN-EN362. Posiadające trwały mechanizm zamykający o dwukrotnym samozabezpieczeniu. Aby go otworzyć należy zamknięcie przesunąć, obrócić i następnie otworzyć, kiedy to zamykanie następuje już całkowicie automatycznie, powodując tak zwany „zatrask”. Innym elementem łączącym jest linka bezpieczeństwa wytwarzana z linii syntetycznych, stalowych, taśm lub łańcuchów zgodnie z normą PN-EN 354 w połączeniu najczęściej z amortyzatorem. Elementem, który ma za zadanie pochłonąć energię kinetyczną podczas spadania z wysokości. Wynika to z konstrukcji amortyzatora, który to jest zbudowany z odpowiednio zwiniętych taśm, zgodnie z normą, tak aby podczas spadania następowało stopniowe rozrywanie szwów łączących zwinięte taśmy. Dzięki takiemu rozwiązaniu wydłuża się droga spadania, zmniejszając przy tym energię kinetyczną, a wartość siły uderzenia jest poniżej 6kN.





Rys.8. Linka bezpieczeństwa z amortyzatorem i zatrzaśnikami

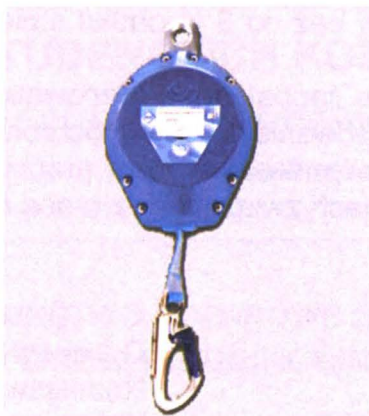
Innymi elementami tej kategorii są urządzenia samozaciskowe z prowadnicą, które pełnią dwojaką funkcję. Pozwalają na swobodne przemieszczanie się pracownika wzdłuż linki, natomiast w momencie spadania lub gwałtownego pociągnięcia następuje mechaniczne zablokowanie linki i uniemożliwienie przemieszczenia się.



Rys.9. Urządzenie samozaciskowe z prowadnicą

Ostatnim jednym z najczęściej stosowanych rozwiązań są urządzenia samohamowne działające na dokładnie takiej samej zasadzie jak pasy bezpieczeństwa znajdujące się w samochodach. Podczas gwałtownego szarpnięcia taśma lub linka stalowa ulegają zablokowaniu. Natomiast podczas normalnej pracy urządzenie dowolnie rozwija i zwija linkę na bęben znajdujący się wewnątrz jej obudowy. Jest dodatkowym rozwiązaniem wynikającym z potrzeby częstego przemieszczania się na znaczne odległości względem punktu kotwiczącego. Urządzenia te mogą wykorzystywać taśmę albo rozwi-

janą linkę stalową, mocowaną do szelek bezpieczeństwa. Występuje w różnych długościach, nawet do 15m.



Rys.10. Urządzenie samohamowne

### Punkty kotwiczące

Trzeci element systemu powstrzymywania spadania, do którego tak naprawdę pracownik jest przypięty i bez którego pozostałe elementy nie zadziałałyby są punkty kotwiczące. Nie może być to dowolnie wybrane miejsce gdzie widzimy możliwość przymocowania linki, ale muszą one charakteryzować się wytrzymałością nie mniejsza jak 10kN. Dodatkowo muszą ograniczać drogę spadania, dlatego punkty kotwiczące powinny być umieszczone bezpośrednio nad głową użytkownika, bez konieczności oddalania w poziomie podczas wykonywania pracy, dzięki czemu eliminowany jest efekt wahadła. Najprostszymi punktami kotwienia są elementy konstrukcji umożliwiające bezpośrednie dołączenie systemu łącząco-amortyzującego. W przypadku braku takich elementów należy stosować dodatkowe urządzenia umożliwiające zakotwienie systemu. Większość urządzeń jest zgodna oraz spełnia wymagania normy zharmonizowanej PN-EN795 (Urządzenia kotwiczące - Wymagania i badania).



Rys.11. Pracownik przymocowany do punktu kotwiczącego

## 5. Podsumowanie

Upadek z wysokości jest przyczyną co 6 wypadku śmiertelnego w całej gospodarce narodowej i aż co 3 wypadku śmiertelnego w budownictwie [4].

Należy pamiętać, że zaopatrzenie pracownika w środki ochrony indywidualnej, a także zastosowanie środków ochrony zbiorowej powinno być połączone z odpowiednim przeszkoleniem pracownika i poinformowaniem go o możliwych zagrożeniach związanych z pracą na wysokości.

### **Opracowali:**

Radosław Opasiak  
Katarzyna Warszawska  
Roksana Wywijas

### **Opiekun naukowy:**

dr hab. inż. Adam MARKOWSKI,  
prof. PŁ

### **Recenzent:**

mgr inż. Dariusz BOROWIECKI  
*Nadinspektor Pracy, Okręgowy In-*  
*spektorat Pracy w Łodzi*

### **Literatura:**

- [1] Upadki z wysokości - analiza przyczyn wypadków PIP 2009
- [2] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy z późn. zm. (tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r., nr 169, poz. 1650)
- [3] [www.pip.gov.pl](http://www.pip.gov.pl)
- [4] Praca na wysokości wyd. PIP 2008



## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szkłarska Poręba 2011 rok

### BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE BUDYNKÓW - DROGI EWAKUACYJNE

#### 6. Wstęp

Bezpieczeństwo pożarowe - drogi ewakuacyjne, to temat, z którym, każdy spotyka się, na co dzień. Jednak czy ludzie są świadomi tego, jak powinien wyglądać dobrze zaprojektowany budynek, aby podczas sytuacji zagrożenia możliwa była szybka i bezpieczna ewakuacja? Istotną sprawą jest także dobra interpretacja znaków bezpieczeństwa, umieszczonych odpowiednio na ścianach, wewnątrz budynków. Wytyczne dotyczące prawidłowości rozmieszczenia dróg ewakuacyjnych występujących w obiektach regulują odpowiednie przepisy prawne, na których oparte są treści poniżej.

Wymagania ogólne dotyczące wyjść ewakuacyjnych z budynku zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 – zm. z 2003 r. Nr 33, poz. 270, z 2004 r. Nr 109, poz. 1156).

Dział VI Bezpieczeństwo pożarowe jest w pełni poświęcony zagadnieniom ochrony ppoż., który określa:

- podział budynków na odpowiednie kategorie;
- definicje wszystkich pojęć;
- parametry stref pożarowych;
- odporność pożarową budynku;
- odporność ogniową elementów budynku;
- drogi ewakuacyjne, ich podział i wielkości;
- wystrój wnętrz;
- odległości od innych budynków i umiejscowienie na działce budowlanej

#### 7. Drogi ewakuacyjne. Ich podział i wielkość.

**Ewakuacja** (*łac. evacuatio – opróżnianie; znikanie*) – to zorganizowane przemieszczenie ludzi, czasem wraz z dobytkiem, z miejsca, w którym występuje zagrożenie, na obszar bezpieczny.[1]

§ 236. 1. Z pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi powinna być zapewniona możliwość ewakuacji w bezpieczne miejsce na zewnątrz budynku

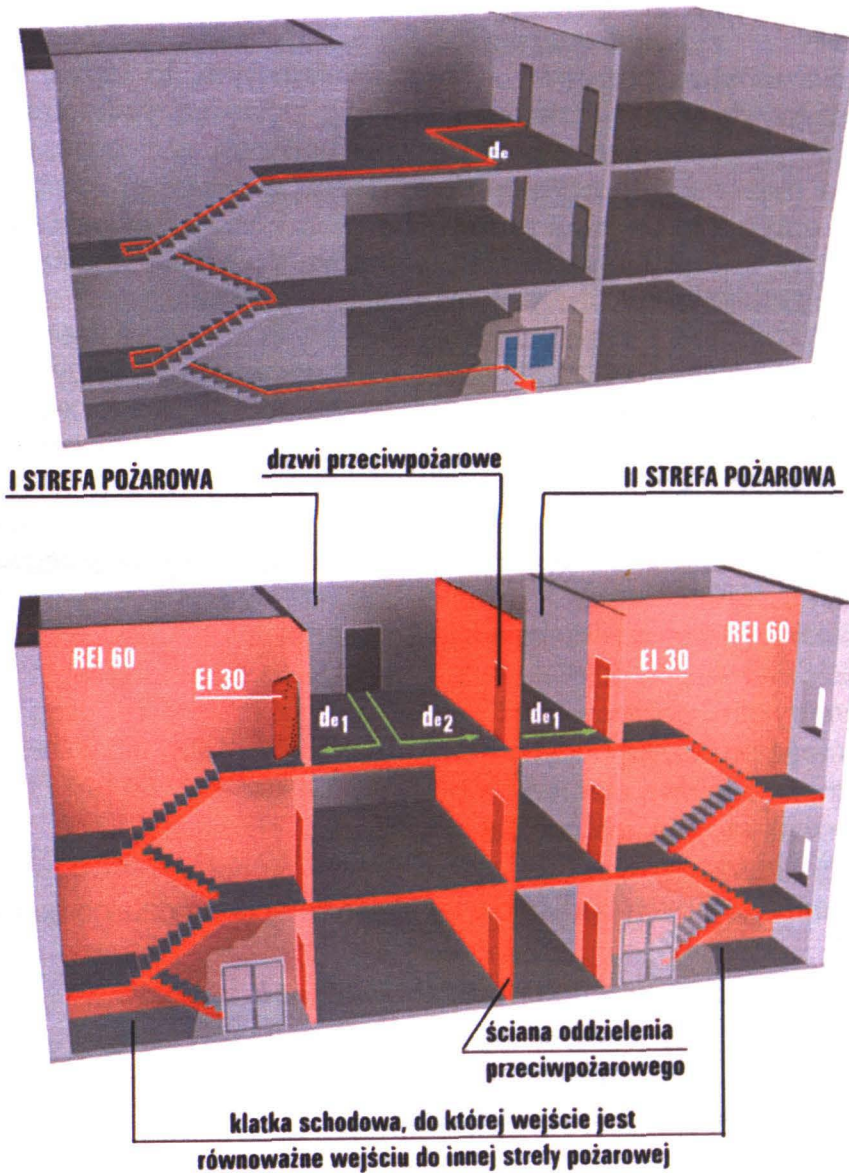
lub do sąsiedniej strefy pożarowej, bezpośrednio drogami komunikacji ogólnej, zwanymi dalej „drogami ewakuacyjnymi”. [2]

### 7.1. Wyjścia ewakuacyjne z budynku

§ 236. 2. Ze strefy pożarowej, o której mowa w ust. 1, powinno być wyjście *bezpośrednio na zewnątrz* budynku (...) z zastrzeżeniem § 227 ust. 5:

4. Drzwi stanowiące wyjście ewakuacyjne z budynku przeznaczonego dla więcej niż 50 osób powinny otwierać się na zewnątrz. (Wymaganie to nie dotyczy budynku wpisanego do rejestru zabytków).

5. W wyjściu ewakuacyjnym z budynku dopuszcza się stosowanie drzwi rozsuwanych spełniających wymagania określone w § 240 ust. 4 [2]



Rys.1. Bezpieczne drogi ewakuacyjne [3]

## 7.2. Przejścia ewakuacyjne

§ 237.1. W pomieszczeniach, od najdalszego miejsca, w którym może przebywać człowiek, do wyjścia ewakuacyjnego na drogę ewakuacyjną lub do innej strefy pożarowej albo na zewnątrz budynku powinno być zapewnione przejście, zwane dalej „przejściem ewakuacyjnym” o długości nieprzekraczającej:

1. W strefach pożarowych ZL- 40m
2. W strefach pożarowych PM o gęstości obciążenia ogniowego przekraczającej  $500 \text{ MJ/m}^2$  w budynku o więcej niż jednej kondygnacji nadziemnej- 75m
3. W strefach pożarowych PM, o obciążeniu ogniowym nieprzekraczającym  $500 \text{ MJ/m}^2$ , w budynku o więcej niż jednej kondygnacji nadziemnej bez względu na wielkość obciążenia ogniowego – 100m

§ 237.2. W pomieszczeniu zagrożonym wybuchem długość przejścia ewakuacyjnego, o którym mowa w ust.1 pkt 2 i 3, nie powinna przekraczać 40m. [2]



Rys.2. Przykładowe oznakowania przejść ewakuacyjnych [4]

## 7.3. Liczba wyjść ewakuacyjnych

§ 238. Pomieszczenie powinno mieć, co najmniej 2 wyjścia ewakuacyjne oddalone od siebie, o co najmniej 5 m w przypadkach, gdy:

1. Jest przeznaczone do jednoczesnego przebywania w nim ponad 50 osób, a w strefie pożarowej ZL II – ponad 30,
2. Znajduje się w strefie pożarowej ZL, a jego powierzchnia przekracza 300m<sup>2</sup>,
3. Jest zagrożone wybuchem, a jego powierzchnia przekracza 100m<sup>2</sup> [2]

#### 7.4. Drzwi ewakuacyjne

§ 239.1 Łączną szerokość drzwi w świetle, stanowiących wyjścia ewakuacyjne z pomieszczenia, należy obliczać proporcjonalnie do liczby osób mogących przebywać w nim równocześnie, przyjmując, co najmniej 0,6m szerokości na 100 osób, przy czym najmniejsza szerokość drzwi w świetle ościeżnicy powinna wynosić 0,9 m, a w przypadku drzwi służących do ewakuacji do 3 osób - 0,8m [2].

#### 7.5. Drzwi wahadłowe

§ 240.1. Drzwi wieloskrzydłowe, stanowiące wyjście ewakuacyjne z pomieszczenia oraz na drodze ewakuacyjnej, powinny mieć, co najmniej jedno, nieblokowane skrzydło drzwiowe o szer. **nie mniejszej niż 0,9 m!**

§ 240.2. Szerokość skrzydła drzwi wahadłowych, stanowiących wyjście ewakuacyjne z pomieszczenia oraz na drodze ewakuacyjnej, powinna wynosić, co najmniej dla drzwi jednoskrzydłowych – 0,9 m a dla drzwi dwuskrzydłowych – 0,6 m, przy czym oba skrzydła drzwi dwuskrzydłowych muszą mieć tę samą szerokość.

§ 240.3. Zabrania się stosowania do celów ewakuacji drzwi obrotowych i podnoszonych [2]

#### 7.6. Szerokość dróg ewakuacyjnych

2. Dopuszcza się zmniejszenie szerokości poziomej drogi ewakuacyjnej do **1,2 m**, jeżeli jest ona przeznaczona do ewakuacji nie więcej niż 20 osób.
3. Wysokość drogi ewakuacyjnej powinna wynosić, co najmniej **2,2 m**, natomiast wysokość lokalnego obniżenia 2m, przy czym długość obniżonego odcinka drogi nie może być większa niż **1,5 m**.
4. Skrzydła drzwi, stanowiących wyjście na drogę ewakuacyjną, nie mogą po ich całkowitym otwarciu zmniejszać wymaganej szerokości tej drogi.[2]

### 8. Najczęściej występujące nieprawidłowości wpływające na ewakuację

Niezgodności wynikające z braku przestrzegania wymagań określonych w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.

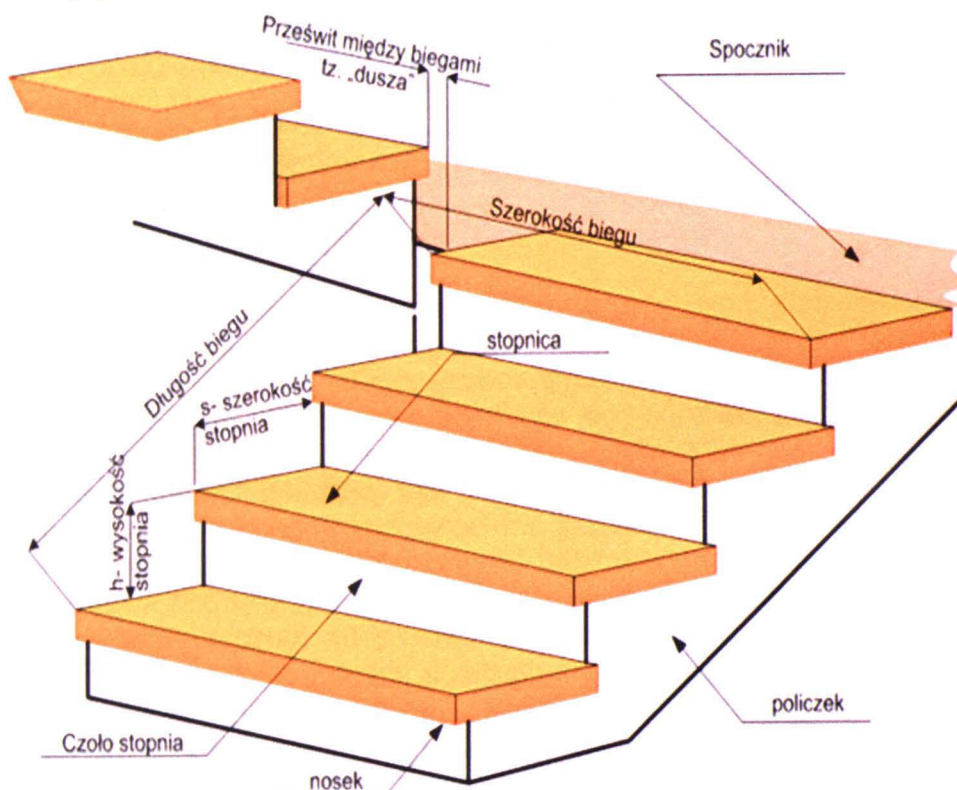
/Dz. U. nr 80 z 2006 r. Poz. 563

- ⚠ Brak zapewnienia dostatecznej ilości i szerokości wyjść ewakuacyjnych
- ⚠ Brak zachowania dopuszczalnej długości, szerokości i wysokości przejść oraz dojść ewakuacyjnych

- ⚠ Brak zapewnienia możliwości rozgłaszania sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych poprzez dźwiękowy system ostrzegawczy w budynkach, dla których jest on wymagany
- ⚠ Brak przeprowadzenia, co najmniej raz na 2 lata praktycznego sprawdzenia organizacji oraz warunków ewakuacji w budynkach zawierających strefę pożarową przeznaczoną dla ponad 50 osób będących jej stałymi użytkownikami [5].

### 8.1. Najczęściej występujące nieprawidłowości w budynkach użyteczności publicznej

- Zawężone szerokości biegów i spoczników klatek schodowych
- Ustawianie na spocznikach oraz przedsiódkach klatek schodowych przedmiotów pomniejszających ich gabaryty (kanapy, krzesła, stoliki, ławki, stojaki reklamowe)
- Niewłaściwy stan techniczny urządzeń do usuwania dymu w budynkach biurowych średniowysokich i wysokich (brak przeglądów technicznych).
- Brak stosowania drzwi dymoszczelnych na korytarzach o korytarzach o długości 50 m (w siedzibach sądów powszechnych, częściach biurowych zakładów przemysłowych oraz hipermarketach) [5]



Rys.3. Budowa schodów [6 ]



## 8.2. Najczęstsze nieprawidłowości występujące w obiektach zamieszkania zbiorowego

- Zamknięte na stałe drzwi na poziomie parteru stanowiące wyjścia ewakuacyjne z budynków burs, akademików i domów pomocy społecznej bez możliwości ich natychmiastowego otwarcia
- Brak obudowania i zamknięcia drzwiami ognioodpornymi klatek schodowych co skutkuje przekroczeniem długości dojść ewakuacyjnych
- Niewłaściwy kierunek otwieranych skrzydeł drzwiowych na korytarze o szerokości poniżej 1,4 m
- Zbyt małe wymiary skrzydeł drzwiowych z sal chorych na korytarze komunikacyjne uniemożliwiające ewakuację pacjentów na łóżkach szpitalnych do bezpiecznej strefy
- Stosowanie nieskutecznego oddymiania klatek schodowych za pomocą klap dymowych w wysokościowych biurowcach, uniemożliwiającego bezpieczną ewakuację użytkowników
- Uniemożliwianie swobodnego dojazdu dla służb ratowniczych z uwagi na parkujące samochody oraz brak placów manewrowych zwłaszcza do wieżowców w aglomeracjach wielkomiejskich
- Stosowanie styropianu do ocieplenia stropu w garażach podziemnych [5]

### **Opracowały:**

Żaneta Glonek  
Agnieszka Grzelak

### **Opiekun naukowy:**

dr hab. inż. Adam MARKOWSKI,  
prof. PŁ

### **Recenzent:**

Kpt. poż. inż. Andrzej  
WOJNAROWSKI

### **Literatura:**

- [1] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Ewakuacja>
- [2,] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 – zm. z 2003 r. Nr 33, poz. 270, z 2004 r. Nr 109, poz. 1156)
- [3] dr D. Brzezińska - prezentacja własna
- [4] opracowanie na podstawie sprawozdań KWPS
- [5] gogle/grafika/spocznik schodów



## VI SYMPOZJUM

# STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## PREZENTACJA KOŁA NAUKOWEGO „ MOMENCIK ”

### 1. Wstęp

Studenckie Koło Naukowe „Momencik” działające przy Katedrze Mechaniki Konstrukcji (K-63) wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PŁ powstało z inicjatywy dr inż. Artura Wirowskiego, obecnie pełniącego funkcje Opiekuna.

W obszarze naszych zainteresowań znajdują się zagadnienia związane nie tylko z budownictwem, ale i ogólnie pojętą mechaniką. Realizując nasze ekstrawaganckie pomysły, używamy między innymi jednego z najpotężniejszych współczesnych narzędzi – informatyki. Podejmowane przez nas zagadnienia traktujemy profesjonalnie, dzięki czemu jesteśmy w stanie otrzymywać spektakularne wyniki. W naszych projektach stawiamy sobie za cel praktyczne ich wykorzystanie, dlatego też próbujemy nawiązywać kontakty z różnymi instytucjami, które zajmują się propagowaniem nauki.

### 2. Podejmowana tematyka

Staramy się zajmować zagadnieniami nietypowymi, które nie były dotąd podejmowane, przy czym łączymy walory edukacyjne i poznawcze z dobrą zabawą. W swojej pracy nie boimy się podejmować także tematów kontrowersyjnych. Do tej pory zajmowaliśmy się takimi tematami jak:

1. „ewolucja belki” – pod tym tajemniczym tytułem kryje się pomysł bardzo nowatorski. Dotyczący on lepszego wykorzystania stosowanych w budownictwie materiałów; jego celem jest stworzenie programu, który w oparciu o podane parametry elementu belkowego (takie jak jego długość oraz geometria przekroju) a także sposób obciążenia belki, dobierze profil najbardziej ekonomiczny. Stosujemy algorytm ewolucyjny, co znaczy, iż w trakcie obliczeń przygotowany przez nas program tworzy podzbiory elementów nieekonomicznych oraz optymalnych, (które spełniają nasze oczekiwania). W następnym etapie krzyżuje cechy najlepszych elementów dążąc do wyniku, czyli belki o najbardziej korzystnych parametrach.

2. „projekt 4D” - to niewątpliwie nasz najbardziej innowacyjny projekt, w którym staraliśmy się przedstawić obraz świata czterowymiarowego dostępny dla istot trójwymiarowych. Innymi słowy za pomocą modeli matematycznych stworzyliśmy rzut przestrzeni czterowymiarowej na przestrzeń trójwymiarową. W celu ukazania efektu

trójwymiarowości skorzystaliśmy ze zjawiska polaryzacji światła wykorzystując filtry polaryzacyjne

3. „cud Słońca” - to najnowszy z naszych projektów, który podejmuje tematykę dotąd niezgłębioną – wyjaśnienie nagłych, niewytłumaczalnych, intensywnych rozbłysków i powiększania się korony słonecznej. Stosując modele fizyczne zachowania się kryształków lodu znajdujących się w atmosferze, staramy się wyjaśnić to nieznane dotąd zjawisko. Przyjęty wstępnie model matematyczny dał wyniki dosyć zbliżone z rzeczywistością.



Rys.1 Budowa konkursowego mostu [fot. Ł. Krawczyk]



Rys. 2 Robocza prezentacja efektów projektu „Zobaczyć 4D” [fot. K. Maciejewski]

Łącząc naukę z ciekawą zabawą, wzięliśmy w tym roku udział, w organizowanym przez Politechnikę Gdańską, konkursie „wyKOMBinuj most 2011”, którego celem było stworzenie konstrukcji mostu, którą cechować powinny maksymalna lekkość a zarazem bardzo duża nośność (rys. 1). W ramach prac naszego koła przygotowaliśmy kilka modeli prototypowych, które zbadaliśmy w maszynie wytrzymałościowej, dzięki czemu wiedzieliśmy, które elementy naszego modelu wymagają dopracowania.

Niewątpliwie największym problemem, z jakim przyszło nam się zetknąć było zastosowanie materiału nieużywanego dotychczas w konstruowaniu mostów, a mianowicie papieru...



Rys. 3 Prezentacja projektu „Zobaczyć 4D” podczas Pikniku Naukowego 2011  
[fot. K. Maciejewski]

Staramy się zainteresować innymi podejmowaną przez nas tematyką, dlatego też w bieżącym roku, podobnie jak w latach ubiegłych, braliśmy udział w Pikniku Naukowym organizowanym w Łodzi w ramach XI Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki. Duże zainteresowanie, jakim cieszyło się nasze stanowisko, świadczy o tym, iż realizowany przez nas projekt „Zobaczyć 4D” był dla odwiedzających, poprzez swoją innowacyjność, atrakcyjny. Efekt naszej pracy staraliśmy się prezentować w sposób czytelny również dla najmłodszych widzów, którzy zafascynowani byli możliwością odbycia wirtualnej podróży po czterowymiarowym mieście.

**Opracował:**

inż. Michał Gołdyn

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Artur WIROWSKI

**Recenzent:**

dr inż. Piotr OSTROWSKI



## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok



### ZOBACZYĆ 4D

#### 1. Wstęp

Człowiek od zawsze marzył o przełamywaniu wiążących go ograniczeń. Dlatego też w literaturze i filmie wielokrotnie spotkać się można z różnymi futurystycznymi wizjami, będącymi próbą wyobrażenia sobie tego, czego nie zdołano jeszcze dokonać, (jako przykład mogą tu posłużyć podróże międzywymiarowe).

My również chcieliśmy przełamać ograniczenia narzucane przez rzeczywistość, w której żyjemy. Inspiracją dla naszego projektu był dwuwymiarowy świat płaszczaków, czyli istot, które żyją na płaszczyźnie i są w stanie zobaczyć jedynie dwa wymiary. Nie mogą one, zatem w pełni zakosztować życia w naszym, trójwymiarowym świecie (gdyż widzą tylko dwa wymiary: długość oraz szerokość, nie mogą zaś zobaczyć wysokości). Nie chcąc odbierać sobie przyjemności eksplorowania tego, co dotąd niezbadane, zapragnęliśmy stworzyć świat czterowymiarowy, w którym istnieją niewytłumaczalne dla nas obroty (wokół czwartej osi układu współrzędnych, prostopadłej do trzech znanej z naszego świata).

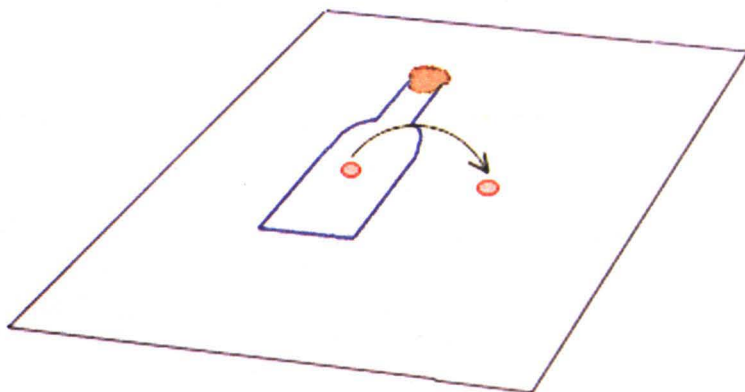
#### 2. Podejmowana tematyka

##### 2.1. Przestrzeń czterowymiarowa

Wyobrażenie sobie brył wielowymiarowych jest dla ludzi, jako istot postrzegających tylko trzy wymiary przestrzenne, bardzo trudne. Dlatego też do pewnego czasu uważano, iż istnieć mogą maksymalnie przestrzenie trójwymiarowe (zgodnie z założeniami klasycznej geometrii euklidesowej). Popularności zagadnieniu wielowymiarowości przysporzył proces sądowy, H. Slade'a, który po pokazach parapsychologicznych został aresztowany i oskarżony o używanie sprytnych sposobów i sztuczek mających wprowadzić w błąd klientów. Proces zwrócił powszechną uwagę, gdyż w obronie Slade'a wystąpiła grupa sławnych fizyków, którzy dowodzili, iż owe parapsychologiczne można wyjaśnić przy pomocy czwartego wymiaru. Starali się udowodnić, iż manipulując czterowymiarową przestrzenią można by przeprowadzać takie operacje, jak na przykład rozdzielanie dwóch złączonych pierścieni bez ich przecinania. W celu zilustrowania tego faktu istotom trójwymiarowym wprowadzili pojęcie **płaszczaka** (istoty „stworzona” przez E. Abotta) – mieszkańca dwuwymiarowego świata, dla którego niemożliwe byłoby wyjęcie przedmiotu z zatkniętej butelki bez jej otwarcia. Korzystając

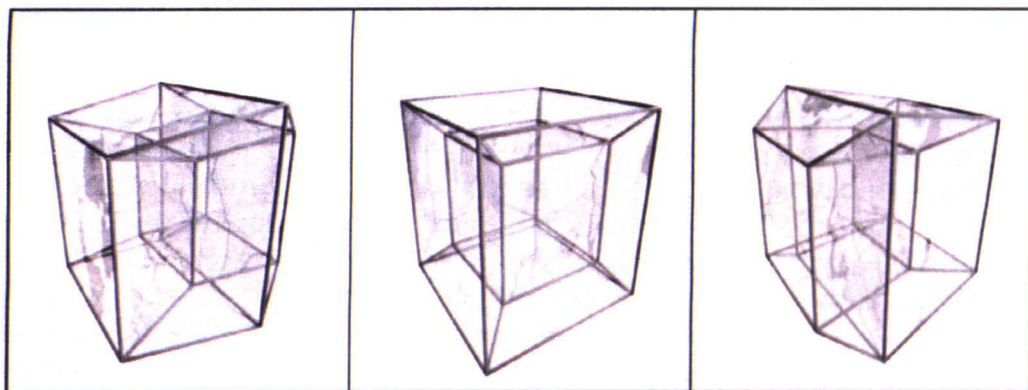
z trzeciego wymiaru można po prostu unieść ten przedmiot (w tym momencie zniknie on z oczu "płaszczakom") i położyć w innym miejscu poza butelką (pojawi się znowu w świetle "płaszczaków") – patrz rys. 1.

By wyobrazić sobie bryły czterowymiarowe najłatwiej jest spojrzeć na ich siatkę – płaski kwadrat składa się z odcinków, zaś siatka trójwymiarowego sześcianu składa się z kwadratów. Analogicznie "siatka" tesseractu będzie się składała z sześcianów.



Rys. 1 Operacje trójwymiarowe widziane w przestrzeni dwuwymiarowej [5]

Gdyby hipotetyczna istota czterowymiarowa próbowała pokazać człowiekowi składanie tesseractu, widziałby on na początku osiem połączonych ze sobą na kształt krzyża sześcianów. Kiedy istota ta rozpoczęłaby składanie tesseractu poprzez przenoszenie sześcianów w czwarty, niewidzialny dla człowieka wymiar, zauważałby on ich zanikanie do momentu, w którym zostanie tylko jeden sześcian, będący na początku w środku siatki bryły.

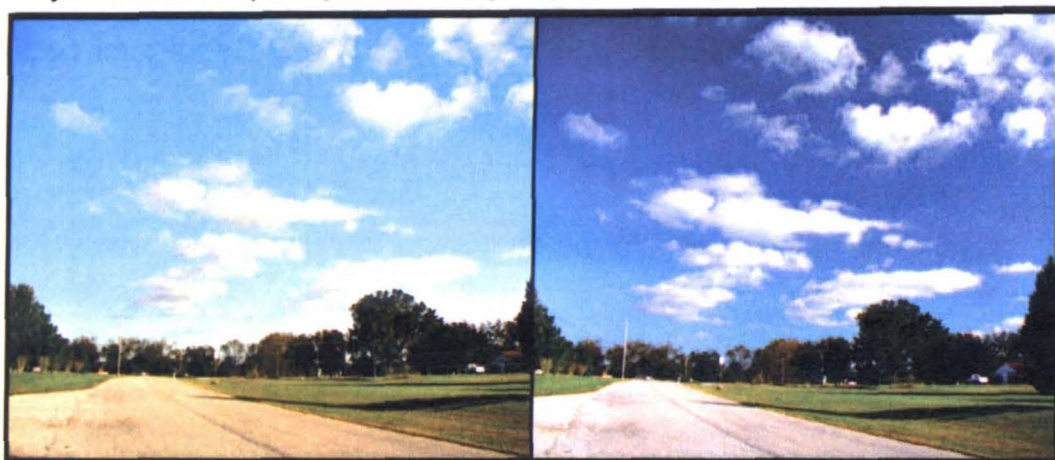


Rys. 2 Obrót tesseractu wokół „czwartej” osi (na podstawie [3])

## 2.2. Polaryzacja światła

Zjawisko dyfrakcji i interferencji dowodzi, iż rozchodzenie się światła ma na falową, natomiast informacji o poprzeczności tych fal dostarcza **zjawisko polaryzacji**, które odkryto już w wieku XVII dzięki doświadczeniom F. D. Arago i A. Fresnela. Kierowali oni wiązkę światła na kryształ kalcytu,

który posiada właściwość rozdzielania wiązki światła niespolaryzowanego na dwie wiązki światła spolaryzowanego liniowo o wektorach świetlnych prostopadłych do siebie (tzw. promień zwyczajny i nadzwyczajny).

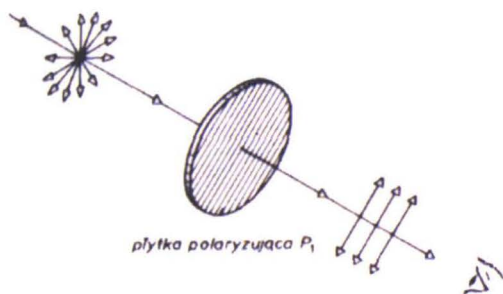


Rys. 3 Zdjęcia wykonane bez i po zastosowaniu filtra polaryzacyjnego [4]

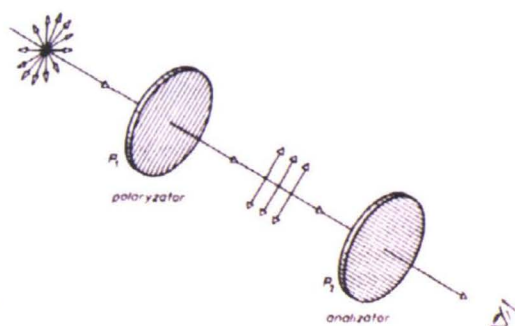
Z **falą niespolaryzowaną** mamy do czynienia, gdy drgania prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali odbywają się w kilku płaszczyznach.

Najprościej można to zilustrować za pomocą napiętej linki, przeciągniętej przez szczelinę. Jeżeli zacniemy poruszać ową linką, wzbudzając w niej falę niespolaryzowaną, to okaże się, iż po przejściu przez szczelinę, drgania będą się odbywały jedynie w płaszczyźnie wyznaczonej przez tę szczelinę. Wówczas będziemy mieli już do czynienia z **falą spolaryzowaną**, czyli taką, przy której drgania cząstek ośrodka występują tylko w jednej, prostopadłej do kierunku rozchodzenia się fali płaszczyźnie. Przyrząd, który „porządkuje” drgania fali określamy mianem polaryzatora.

Stosuje się różne techniki polaryzacji światła. Jedną z nich jest stosowanie tzw. **polaroidów**, czyli płytek, które przepuszczają tylko fale o kierunkach drgań równoległych do charakterystycznego dla płytki kierunku polaryzacji (na rysunku łączonych kreskami). Fale, których kierunki drgań wektora świetlnego są prostopadłe zostają natomiast pochłonięte. Zjawisko to wyjaśniają rys. 6 i 7.



Rys. 4 Polaryzacja fali po przejściu przez filtr polaryzacyjny ([1], s. 439)



Rys. 5 Światło niespolaryzowane nie przechodzi przez skrzyżowane polaryzatory ([1], s. 440)

Gdy na drodze światła spolaryzowanego liniowo po przejściu przez polaryzator ustawimy drugi polaroid (tzw. analizator) o kierunku polaryzacji

skrzyżowanym pod kątem  $90^\circ$ , wtedy natężenie światła przechodzącego przez obie płytki będzie równe prawie zero (prawie, gdyż istniejące polaroidy nigdy nie idealne).

Jeżeli kąt między charakterystycznymi kierunkami polaryzacji wynosi  $\Theta$ , wówczas natężenie wiązki światła po przejściu przez analizator będzie równe (zgodnie z **prawem Malusa**):

$$I = I_0 \cos^2 \Theta \quad (1)$$

gdzie:

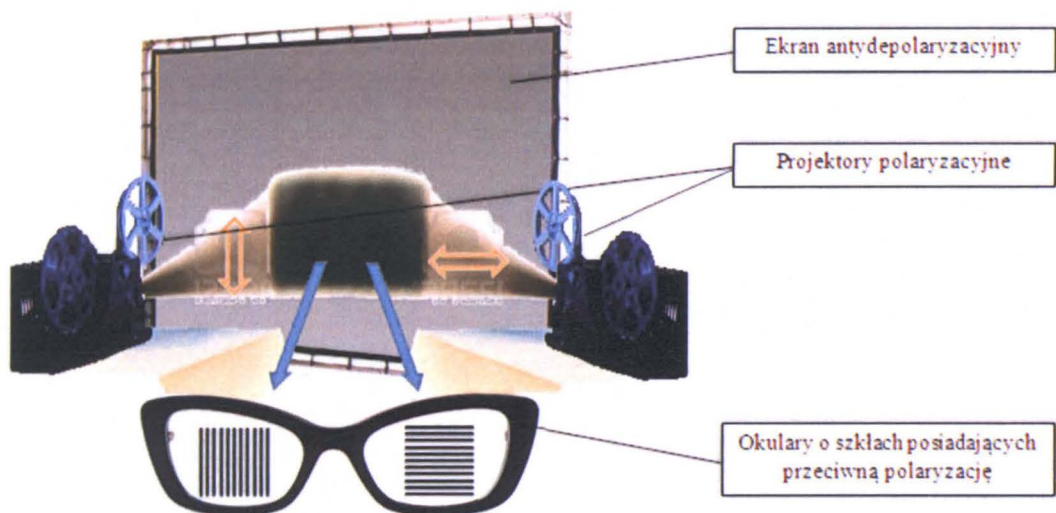
- $I_0$  – maksymalne natężenie światła
- $\Theta$  – kąt między kierunkami polaryzacji

Jak łatwo zauważyć, maksymalne natężenie otrzymamy, gdy kąt pomiędzy polaryzatorem a analizatorem jest równy  $0$  lub  $180^\circ$ .

### 3. Etapy pracy nad projektem (w kolejności chronologicznej):

- A. Sformułowanie problemu - jak można zobaczyć 4D
- B. Określenie zespołu, który będzie pracował nad problemem, wybranie kierownika projektu, podział zadań
- C. Analiza problemu - jakie są potrzebne środki matematyczne, informatyczne i sprzętowe do realizacji problemu
- D. Analiza matematyczna przestrzeni 4-ro wymiarowej, opracowanie matematycznego aparatu pozwalającego na matematyczne rzutowanie obiektów 4D na przestrzeń 3D,
- E. Nauka programowania w środowisku OpenGL i stworzenie procedury pozwalającej wyświetlić 3-wymiarowe rzuty 4-ro wymiarowych obiektów
- F. Stworzenie programu komputerowego sterującego wirtualną postacią, i wyświetlającego 2 przesunięte obrazy do wyświetlania stereoskopowego
- G. Tworzenie obiektów 4-ro wymiarowego miasta: domów, latarni, drzew, kwiatów i znaków drogowych,
- H. Eksperymenty z różnymi powłokami antydepolaryzacyjnymi
- I. Samodzielna budowa ekranu antydepolaryzacyjnego
- J. Budowa i testy filtrów i okularów polaryzacyjnych
- K. Testy oprogramowania z użyciem ekranu, filtrów i okularów polaryzacyjnych
- L. Publiczna prezentacja efektów pracy zespołu.



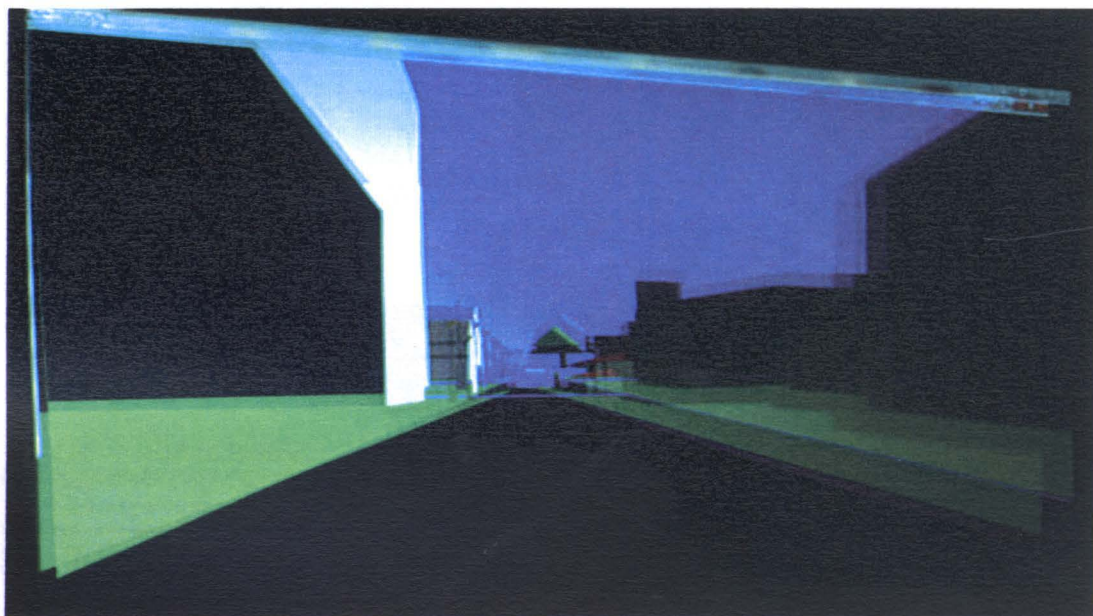


Rys. 6 Idea zastosowania zjawiska polaryzacji fal świetlnych [praca własna]

#### 4. Efekty projektu

„Zobaczyć 4D” to niewątpliwie nasz najbardziej innowacyjny projekt, w którym staraliśmy się przedstawić obraz świata czterowymiarowego dostępny dla istot trójwymiarowych. Innymi słowy za pomocą modeli matematycznych stworzyliśmy rzut przestrzeni czterowymiarowej na przestrzeń trójwymiarową. W celu ukazania efektu trójwymiarowości skorzystaliśmy ze zjawiska polaryzacji światła wykorzystując filtry polaryzacyjne. Udało nam się stworzyć ciekawą wizję artystyczną czterowymiarowego miasta niedostępnego dla nas, istot trójwymiarowych, świata, w którym także spotkać możemy różnorodne obiekty, analogiczne do istniejących w naszej rzeczywistości, takie jak znaki drogowe, budynki a także drzewa i krzewy.

Zaznaczyć trzeba również, iż poprzez udział w Pikniku Naukowym organizowanym w Łodzi w ramach XI Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki, w trakcie, którego prezentowaliśmy przestrzeń 4D, udało nam się zainteresować wielu odwiedzających praktycznym wykorzystaniem matematyki i fizyki w świecie rozrywki. Mamy nadzieję, iż duży entuzjazm wśród najmłodszych widzów sprawi, iż będą oni nieco inaczej postrzegać nauki ścisłe.



Rys. 7 Rzut przestrzeni czterowymiarowej [fot. A. Zaleska]

**Opracowali:**

inż. Michał Gołdyn

inż. Łukasz Krawczyk

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Artur WIROWSKI

**Recenzent:**

dr inż. Piotr OSTROWSKI

**Literatura:**

- [1] Herman M., Kalestyński A., Widomski L.: *Podstawy fizyki dla kandydatów na wyższe uczelnie i studentów*, Wydawnictwo Naukowe PWN 1995, s.177-178 oraz 438-443
- [2] [http://pl.wikipedia.org/wiki/Przestrze%C5%84\\_euklidesowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Przestrze%C5%84_euklidesowa)
- [3] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Tesseract>
- [4] [http://pl.wikipedia.org/wiki/Polaryzacja\\_fali](http://pl.wikipedia.org/wiki/Polaryzacja_fali)
- [5] <http://jknow.republika.pl/fizyka/riemann.html>



wbair

## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## „CUD SŁOŃCA” – ZJAWISKA ŚWIETLNE W ATMOSFERZE

### 1. Wstęp

Wszechświat jest pełen niezwykłych zjawisk, wzbudzających zachwyt i inspirujących ludzi. W miarę rozwoju nauki, ludzie poznają kolejne zasady jego działania i opisują je przy użyciu modeli fizycznych oraz równań matematycznych. Dzięki temu procesowi, to, co niezwykle, niemożliwe do wytłumaczenia dla ludzi żyjących przed wiekami, dla nas jest efektem „zwykłych” i powszechnie znanych praw rządzących światem przyrody. Innym skutkiem poznania świata jest to, że człowiek XXI wieku jest przekonany, że wszystko, co mogą zobaczyć „zwykli śmiertelnicy”, zostało wyjaśnione. Nic bardziej mylnego. Można się o tym łatwo przekonać oglądając filmy na stronie [www.youtube.com](http://www.youtube.com), które zainspirowały autorów projektu do dokładniejszego przyjrzenia się „Cudowi Słońca”. Na oglądanych nagraniach widać cykliczne zmiany wielkości i jasności tarczy słonecznej. Celem artykułu jest zaprezentowanie modelu fizycznego tego zjawiska, w celu uczynienia powszechnie znanym tego, co do dziś nazywane jest cudem. Autor zainteresowany jest wyłącznie mechanizmem zjawiska, więc wszelkie kwestie związane zarówno ze zdarzeniami, których nagrań nie widział jak i z religią pozostawia do refleksji Czytelnikowi.

### 2. „Cud Słońca”

Pierwszy raz zjawisko zostało zaobserwowane w Fatimie w 1917 roku. Pomimo tego, że widziane było przez wielotysięczną rzeszę ludzi, powszechnie poddaje się w wątpliwość, czy w ogóle miało ono miejsce, ze względu na kontekst religijny wydarzenia. Od tamtego czasu zjawisko wystąpiło przynajmniej kilkunastokrotnie, zarówno w miejscach związanych ze szczególnym kultem świętych, jak i w innych (m. in.: Zipaquira w Kolumbii, Soraca w Kolumbii, Parana w Brazylii, Medjugorie w Bośni i Hercegowinie, Garabandal w Hiszpanii). Do czasów nam współczesnych nie ukazywały się prace próbujące wyjaśnić zjawisko, poza [1], [11].

Analiza zjawiska rozpoczęła się od obejrzenia filmów: [6], [7], [8], [9], [10]. Widziany obraz, autor starał się porównać go ze zjawiskami, opisanymi w literaturze. Nie udało się znaleźć żadnego zjawiska, które byłoby zmienne w czasie, natomiast wszystkie (przedstawione na Rys. 1) są związane z występowaniem kryształków lodu (lub kropelek wody) w atmosferze. Cykliczna powtarzalność zjawiska zasugerowała, że jest ono związane z drga-

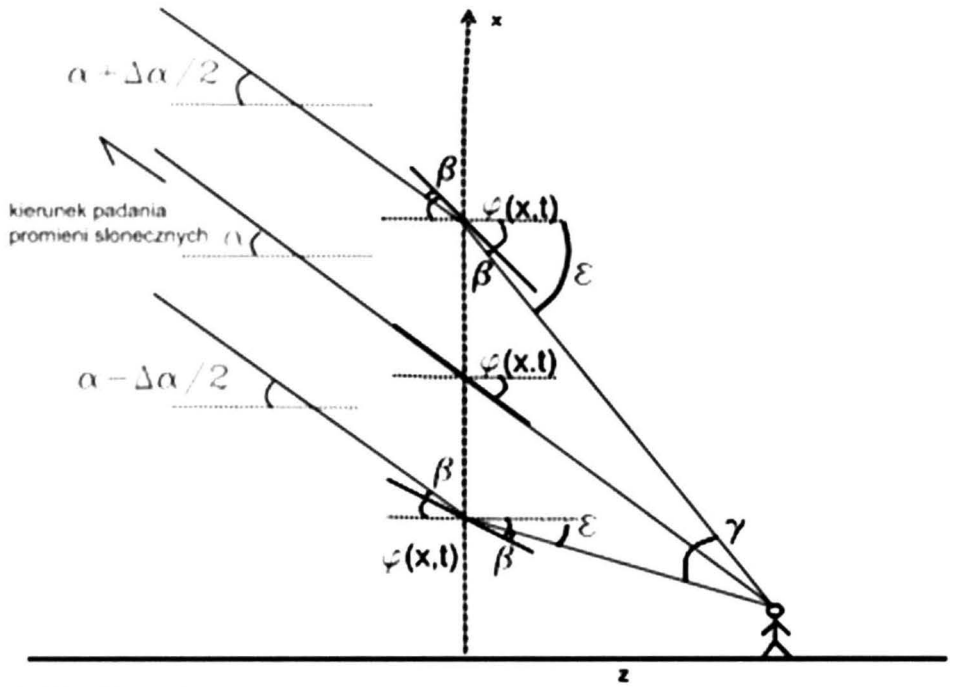
niami rezonansowymi. Na podstawie nagrań zauważono, że zmiany jasności słońca mogą następować przy różnych porach dnia, a co się z tym wiąże przy różnej wysokości słońca nad horyzontem.



Rys. 1 Tęcza, Refrakcja atmosferyczna, Halo, Gloria, Słońce poboczne, Obłoki srebrzyste, Słup świetlny; [<http://astronomiahobby.pl>]

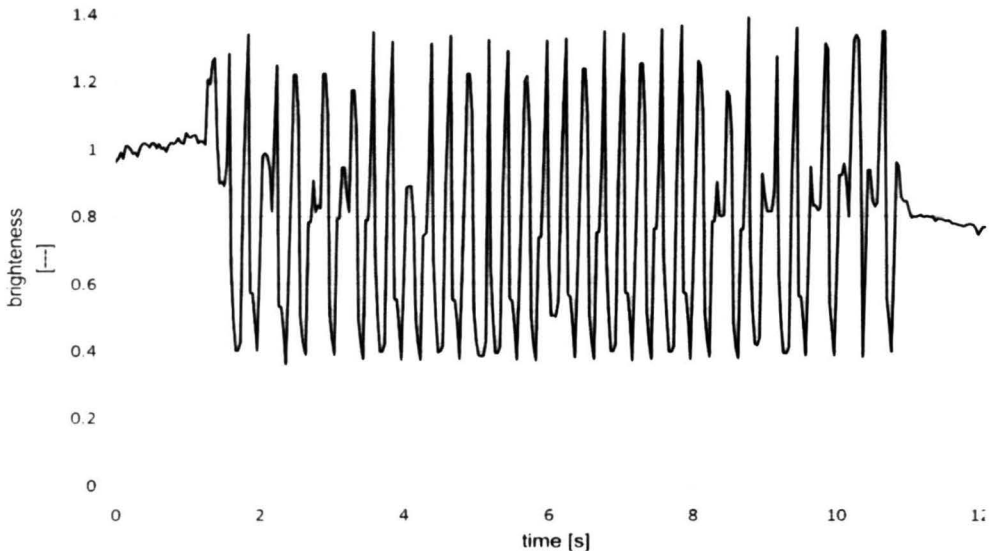
*Idea zjawiska, jaka została przyjęta do dalszych rozważań:*

- między słońcem a obserwatorem znajduje się chmura złożona z kryształków lodu
- kryształki lodu ustawione są równoległe do ziemi
- kryształki lodu mogą odbijać promienie słoneczne działając jak małe lusterka
- wiatr pobudza do drgań kryształki (na zasadzie flatteru), w taki sposób, że ich drgania są rezonansowe
- na skutek odbicia promieni słonecznych obserwator na ziemi widzi większą lub mniejszą tarczę słoneczną, jako złudzenie związane z domyślnym przedłużeniem promieni słonecznych wzdłuż linii prostej (patrz Rys. 2).

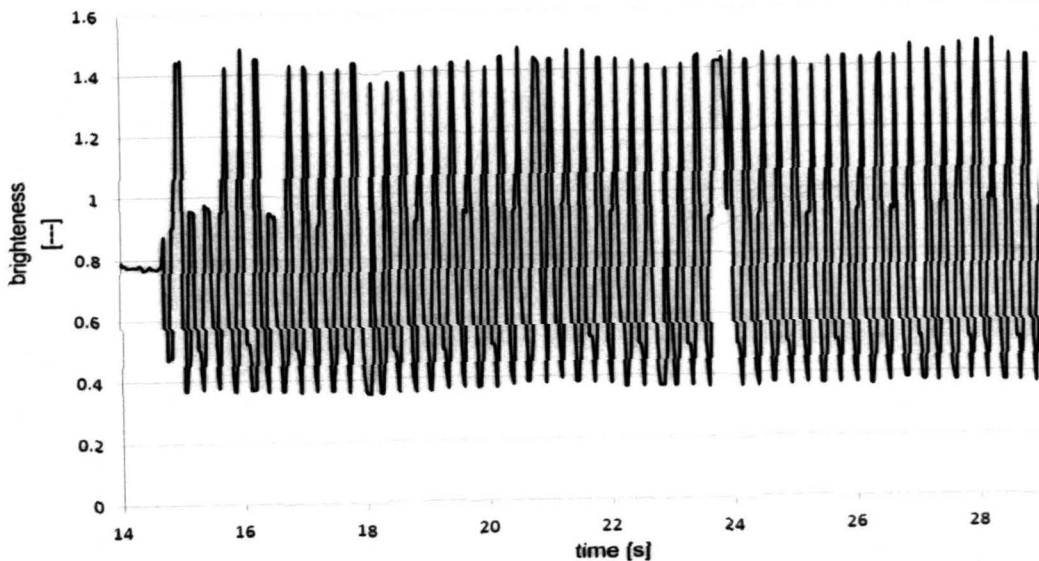


Rys. 2 Model optyki zjawiska; [12]

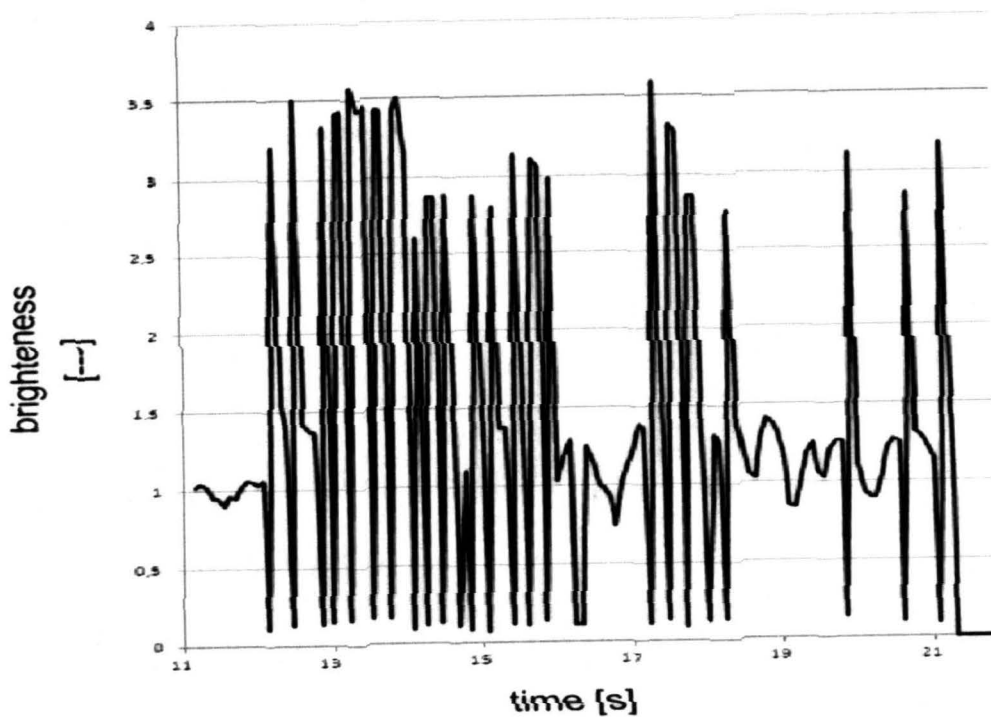
Należało ustalić jak zmienia się w czasie jasność słońca. W tym celu filmy zostały podzielone na klatki, na każdej klatce została zmierzona pozorna powierzchnia tarczy słonecznej, wyniki zostały przedstawione na wykresach. Analiza jakościowa błysków i pociemnień słońca została przeprowadzona na podstawie materiału z Medjugorie, nagranych 2.08.2009. Na załączonych wykresach (Rys. 3 i Rys. 4) widać powtarzalność zarówno kształtu rozbłysku jak i jego czasu.



Rys. 3 Względna jasność słońca. Początkowa sekwencja drgań; Medjugorie 2.08.2009; [12]



Rys. 4 Względna jasność słońca. Druga sekwencja drgań; Medjugorie 2.08.2009; [12]

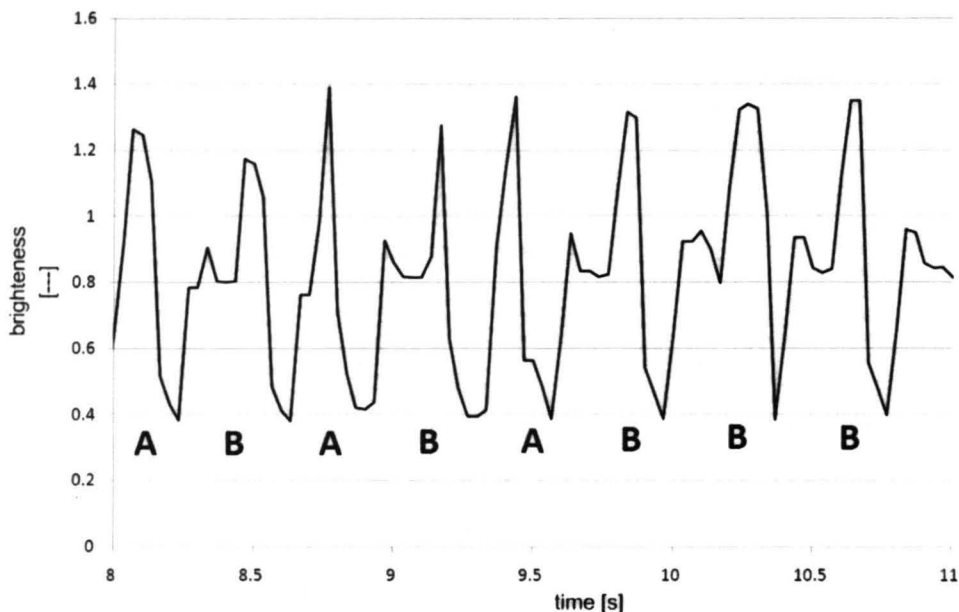


Rys. 5 Względna jasność słońca; Medjugorie 11.09.2009; [12]

Na podstawie wykresów widać, że cykle drgań są zróżnicowane, co do długości trwania. Cykle są powtarzalne, natomiast okres i względna amplituda są różne dla różnych obserwacji. Pierwszy, w artykule [12] nazwany typem A, w którym drgania przebiegają wyłącznie między poziomem mak-

symalnym i minimalnym dla danego filmu, mającymi charakter U-kształtany;

Drugi, w artykule [12] nazwany typem B, w którym drgania przebiegają nie tylko pomiędzy maksimum i minimum, ale także z pewnym poziomem pośrednim, w obrębie cyklu występują wówczas 2 wierzchołki, z których jeden jest większy, okres drgań typu B wynosi ok. 1.5 okresu drgań typu A;

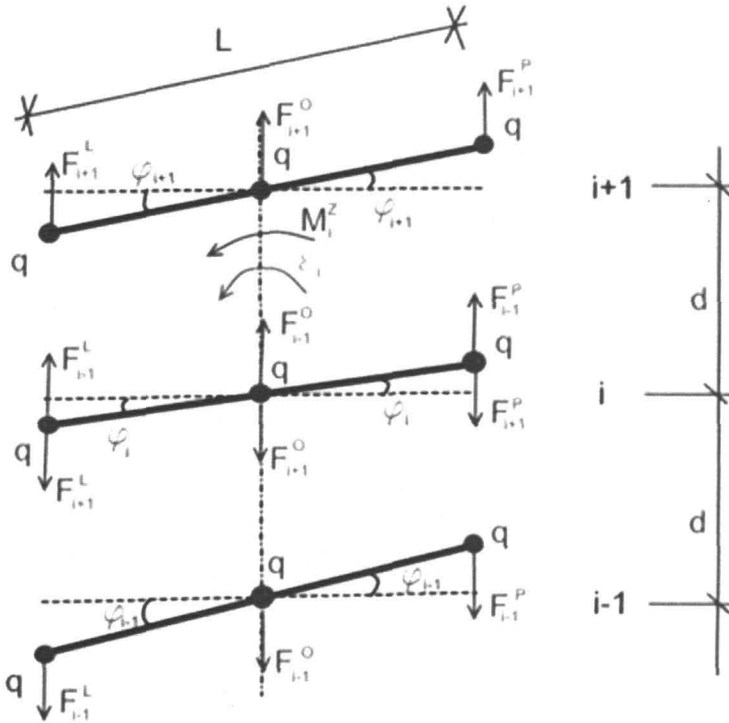


Rys. 6 Występujące na przemian dwa typy drgań; [12]

Po zebraniu danych zostały stworzone pewne założenia upraszczające dotyczące modelu:

- dana jest jednorodna chmura identycznych, elektrycznie naładowanych kryształków lodu;
- ruch obrotowy kryształków jest wynikiem ich wzajemnego oddziaływania elektrostatycznego;
- kryształki doznają wyłącznie obrotów o małe kąty w stosunku do położenia poziomego;
- pomijamy wpływ oporu powietrza na ruch obrotowy kryształków;
- różnica pomiędzy obrotami dwóch sąsiednich kryształków jest pomijalnie mała;
- dla uproszczenia, ładunek elektryczny kryształka sprowadzamy do 3 ładunków zlokalizowanych na końcach i w środku kryształka.

Zgodnie z tymi założeniami możemy tak określić rozkład sił działający na kryształki i co się z tym wiąże równanie ruchu wirtualnego materiału:



Rys. 7 Rozkład sił działających na i-ty kryształek lodu; [12]

$$\frac{1}{\gamma^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \theta M(x, t) \quad (1)$$

Dla uzyskania rozwiązania, konieczne jest poczynienie założeń o warunkach początkowych i brzegowych. Pozwalają one na znalezienie rozwiązania równania ruchu wirtualnego materiału obrotowo-sprężystego, dla dowolnej funkcji wymuszającej drgania, jaką jest np. dynamiczne oddziaływanie wiatru.

- w chwili początkowej wszystkie kryształki są ułożone poziomo i nie obracają się;

(2)

—

(3)

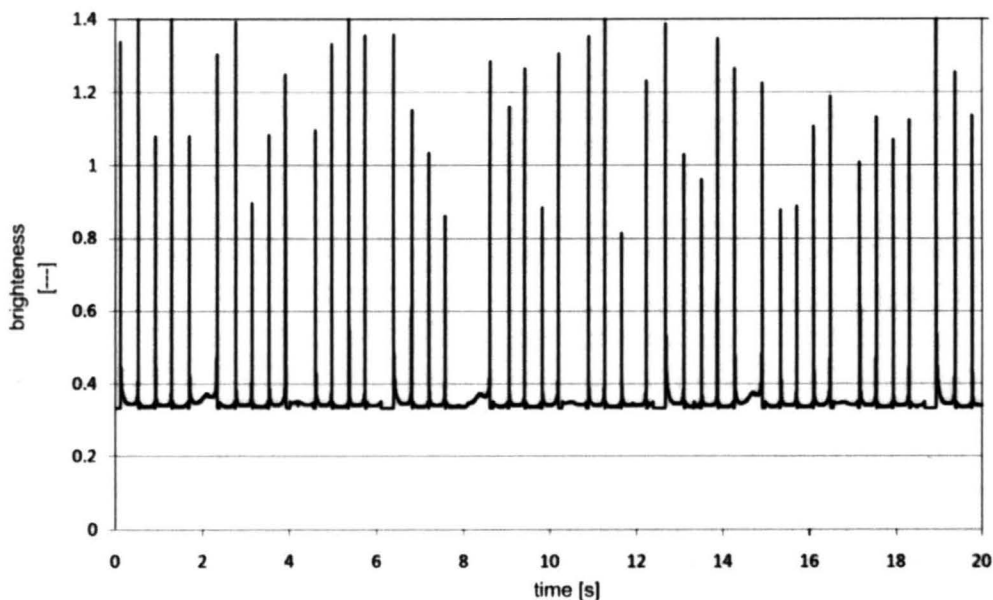
- dolna i górna warstwa kryształków pozostają poziome przez cały czas trwania zjawiska;

(4)

(5)

Po przeprowadzeniu obliczeń (w sposób numeryczny) otrzymujemy w zależności od parametrów następujące rozwiązania:

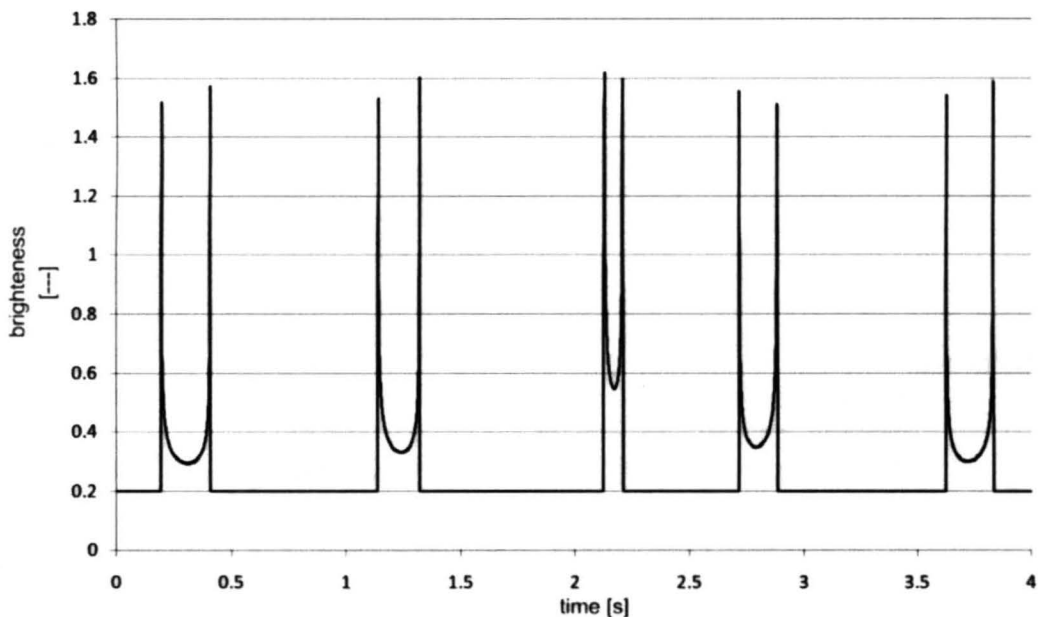




Rys. 8 Wykres jasności słońca; [12]

parametry:

- ładunek jednego kryształka:  $Q = 3 \cdot 10^{-9} C$
- wysokość chmury kryształków:  $L = 3600 \text{ m,}$
- częstotliwość wymuszająca:  $\omega = 10 \frac{1}{s}$
- moment wymuszający drgania:  $M_0 = 5 \cdot 10^{-14} Nm$
- udział promieni odbitych:  $\kappa = 2/3$



## Rys. 9 Wykres jasności słońca; [12]

parametry:

- ładunek jednego kryształka:  $Q = 6 \cdot 10^{-9} C$
- wysokość chmury kryształków:  $L = 3800 \text{ m}$ ,
- częstotliwość wymuszająca:  $\omega = 7 \frac{1}{s}$
- moment wymuszający drgania:  $M_0 = 4 \cdot 10^{-14} Nm$
- udział promieni odbitych:  $\kappa = 0,8$

Parametry, które do rozwiązania zostały przyjęte, a których zbadanie jest konieczne do uzyskania większego podobieństwa wykresów empirycznych i teoretycznych:

- parametr  $K$ , określający udział promieni odbitych w stosunku do wszystkich promieni padających;
- funkcja wymuszenia drgań;
- okres i amplitudy drgań wymuszających;

Projekt jest w fazie rozwojowej, w związku z tym mamy plany dotyczące działań, które możemy podjąć w przyszłości:

- kontynuacja zaprezentowanych badań, poprzez tworzenie modelu, dokładniej odzwierciedlającego doświadczenie;
- uwzględnienie nie tylko zjawisk odbicia, ale także załamania światła;
- pierwsze profesjonalne obserwacje „cudu słońca”.

### **Opracowali:**

inż. Ewelina Pazera  
inż. Łukasz Krawczyk

### **Opiekun naukowy:**

dr inż. Artur WIROWSKI

### **Recenzent:**

dr hab. inż. Bohdan MICHALAK,  
prof. PŁ

### **Literatura:**

- [1] S. Campbell: *The Miracle of the Sun at Fátima*, Journal of Meteorology, UK, Vol 14, no. 142, October, 1989
- [2] J. De Marchi (1952b): *The Immaculate Heart*. New York: Farrar, Straus and Young.
- [3] A. Meessen: *Apparitions and Miracles of the Sun*, International Forum in Porto "Science, Religion and Conscience" October 23–25, 2003 ISSN: 1645-6564

- [4] M Hope-Ross, S Travers, D Mooney; Br J Ophthalmol: *Solar retinopathy following religious rituals*. 1988;72:931-934 doi:10.1136/bjo.72.12.931
- [5] M. Majchrowski, J. Wąsowski: *Równania różniczkowe cząstkowe i ich zastosowania*, konspekt wykładu dostępny na <http://alpha.mini.pw.edu.pl/~mm/konw/index.html>
- [6] film amatorski ze zjawiska „cudu słońca” , Soraca (Kolumbia) 4.04.2009, <http://www.youtube.com/watch?v=oszQcCmUe3U>
- [7] film amatorski ze zjawiska „cudu słońca” , Medjugorie (Bośnia i Hercegowina) 2.08.2009, <http://www.youtube.com/watch?v=Eg2UMzC1cPM>
- [8] film amatorski ze zjawiska „cudu słońca” , Medjugorie (Bośnia i Hercegowina) 11.09.2009, <http://www.youtube.com/watch?v=udfZjF0yL-8>
- [9] film amatorski ze zjawiska „cudu słońca” , Medjugorie (Bośnia i Hercegowina) 10.05.2010, <http://www.youtube.com/watch?v=-K8K5GFWFME>
- [10] film amatorski ze zjawiska „cudu słońca” , Parana (Brazylia) 8.01.2011, <http://www.youtube.com/watch?v=p6jQlzmfnNA>
- [11] P. Simons: *Weather Secrets of Miracle at Fátima*, The Times, February 17, 2005.
- [12] A. Wirowski: *Modelling of the phenomenon known as 'the miracle of the Sun' as the reflection of light from ice crystals oscillating synchronously*, Journal of Atmospheric Sciences (under review)



wbair

## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### ZASTOSOWANIE CHROMATOGRAFII GAZOWEJ W ANALIZIE STĘŻENIA DWUTLENKU WĘGLA W POWIETRZU

#### 1. Wstęp

W dniu 10 stycznia 2007 Komisja Europejska opublikowała pakiet dokumentów nazywanych często Pakietem Energetycznym. Pakiet ten jest znany również pod hasłem 3x20, ponieważ stawia sobie trzy główne cele do osiągnięcia przed 2020 rokiem:

- zmniejszenie emisji gazów o 20%,
- zwiększenie produkcji z odnawialnych źródeł energii do 20% ,
- poprawę sprawności energetycznej o 20%.

Na podstawie analizy 10 sektorów gospodarki, będących 86% źródłem łącznie emisji w Polsce w roku 2005 (elektroenergetyka, budynki, transport drogowy, przemysł chemiczny, hutnictwo żelaza i stali, przemysł naftowy i gazownictwo, przemysł cementowy, rolnictwo, gospodarka odpadami i leśnictwo) firma McKinsey & Company Poland, pod patronatem Ministerstwa Gospodarki opracowała raport "Ocena potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2030" [1], którego głównym celem było dostarczenie danych na temat potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce oraz jej ewentualnych kosztów. Według raportu, aby Polska mogła skutecznie zredukować emisje gazów cieplarnianych, potrzebne będą skoordynowane i celowe działania ze strony rządu, przemysłu oraz całego społeczeństwa, m.in. takie jak poprawa efektywności energetycznej, czy zapewnienie niskoemisyjnych źródeł energii.

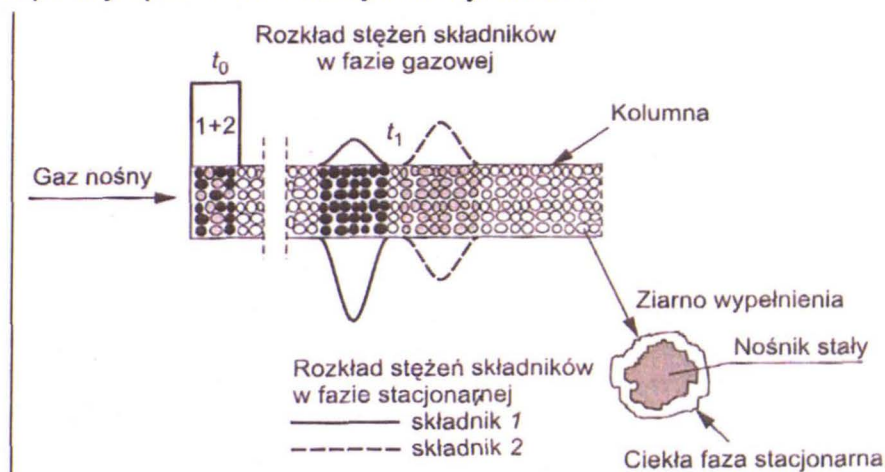
Największe możliwości poprawy efektywności energetycznej raport identyfikuje w sektorze budownictwa, gdzie np. zainstalowanie systemów kontroli zużycia energii w nowych budynkach, a także termoizolacja już istniejących, mogą do 2030 r. obniżyć emisje w sumie o 30 Mt CO<sub>2</sub> – co stanowi około 13% łącznego potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych w naszym kraju.

Opomiarowanie rzeczywistego poziomu dwutlenku węgla zawartego w powietrzu i jego związek ze spalaniem paliw kopalnych można realizować na wiele sposobów. Wśród nich należy wymienić chromatografię gazową, jako jedną z metod instrumentalnych w chemii analitycznej.

## 2. Definicja i idea rozdzielania chromatograficznego

Termin chromatografia pochodzi od greckich słów  $\kappa\rho\omega\mu\alpha$  (barwa) i  $\gamma\rho\alpha\phi\omega$  (pisać), co dosłownie oznacza zapisywanie barw. Za wynalazcę chromatografii uważa się rosyjskiego botanika M.S. Cwieta, profesora Politechniki Warszawskiej, który w 1903 roku opublikował pracę dotyczącą rozdzielania barwników roślinnych przy użyciu eteru naftowego.

Chromatografia jest fizyko-chemiczną metodą rozdzielania składników jednorodnych mieszanin w wyniku ich podziału pomiędzy fazy ruchomą i nieruchomą układu chromatograficznego. Warunkiem rozdzielania jest zróżnicowanie przynajmniej jednej z sił: siły powodującej ruch cząstek w określonym kierunku i siły hamującej te cząstki w odniesieniu do komponentów mieszaniny. W chromatografii gazowej siłą powodującą ruch cząstek w określonym kierunku jest przepływ gazu nośnego, zaś siłą hamującą oddziaływanie złoża adsorbującego lub absorbującego komponenty mieszaniny. Idee rozdzielania w prosty sposób może objaśnić rysunek 1.



Rys.1 Schemat rozdzielania chromatograficznego mieszanki dwóch składników 1 i 2 [2]

Po wprowadzeniu mieszanki na początek złoża, w czasie  $t_0$ , powstaje wspólne pasmo jej składników w gazie nośnym. Część każdego z tych składników jest zatrzymywana przez fazę stacjonarną w różny sposób i po pewnym czasie ustala się równowaga określana stałą podziału.

Stała podziału  $K$  jest definiowana jako stosunek stężenia związku w fazie stacjonarnej i stężenia związku w fazie nośnej [2]:

$$K = \frac{C_L}{C_G} \quad (1)$$

gdzie:

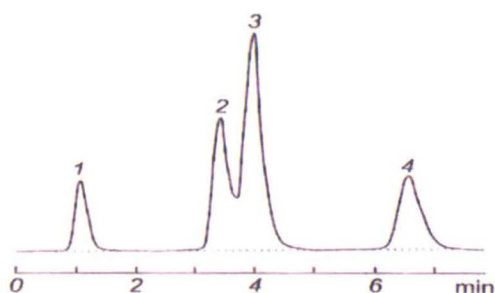
$C_L$  – stężenie związku w fazie stacjonarnej,

$C_G$  – stężenie związku w gazie nośnym.

Stała  $K$  jest wielkością indywidualną dla danej substancji i decyduje o szybkości jej zatrzymania. Przepływ gazu nośnego powoduje, że pasma

składników mieszanki poruszają się z różną prędkością, aż do ich całkowitego rozdzielenia w czasie  $t_1$ .

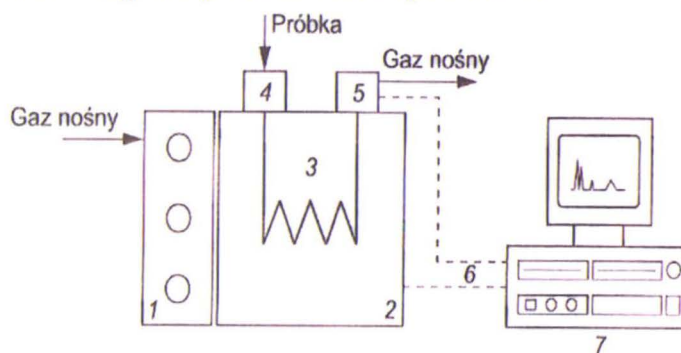
Ostateczny profil rozkładu stężeń na wyjściu z kolumny chromatograficznej znajduje odzwierciedlenie we wskazaniach detektora. Jest to element składowy chromatografu pozwalający na rejestrację składników mieszanki w gazie nośnym po opuszczeniu przez nie kolumny i uzyskanie wskazania proporcjonalnego do ilości tych składników w mieszaninie. Wykres zmian sygnału detektora w funkcji czasu nazywa się chromatogramem. Przykładowy chromatogram przedstawiono na rys. 2.



Rys.2 Przykładowy chromatogram czteroskładnikowej mieszanki [2]

Każdy ze składników mieszanki jest przedstawiony w postaci krzywej, kształtem zbliżonej do krzywej Gaussa, zwanej pikiem. Substancje 1 i 4 są całkowicie rozdzielone, zaś substancje 2 i 3 nakładają się na siebie. Zaznaczona na wykresie kropkowana linia nazywa się linią podstawową chromatogramu i odnosi się do wskazania detektora, przez który przepływa wyłącznie gaz nośny.

Chromatogram umożliwia uzyskanie ilościowych i jakościowych wyników analizy chromatograficznej. Do analizy jakościowej wykorzystuje się wartości czasów migracji składników badanej próbki, czyli położenie pików na chromatogramie. W przypadku analizy ilościowej, jako wartość wynikowa używane jest pole powierzchni pików chromatograficznych lub ich wysokość. Analizę chromatograficzną wykonuje się za pomocą chromatografów. Ogólny schemat chromatografu pokazano na rysunku 3.



Rys.3 Schemat chromatografu gazowego [2]

1 – regulator przepływu gazu nośnego, 2 – termostat kolumn, 3 – kolumna, 4 – dozownik, 5 – detektor, 6 – przewody elektryczne, 7 – komputer

Gaz nośny ze zbiornika lub specjalnej wytwornicy płynie przez regulator przepływu do dozownika i kolumny umieszczonej w termostacie, a następnie przez detektor do atmosfery. Do dozownika próbkę wprowadza się mikro-strzykawką, co pozwala na dawkowanie gazów, cieczy i roztworów ciał stałych. Temperatura dozownika, kolumny i detektora regulowana jest za pomocą automatyki. W kolumnie następuje rozdzielenie składników próbki, które wynoszone z kolumny trafiają kolejno do detektora, generując w nim sygnał elektryczny. Sygnały po wzmacnieniu we wzmacniaczu mogą być zapisywane na komputerze w postaci chromatogramu. Komputer służy nie tylko do rejestracji i opracowywania wyników, ale także do sterowania pracą chromatografu oraz do regulowania i ustalania temperatury jego elementów oraz wartości strumienia przepływającego gazu. Oprogramowanie niektórych chromatografów, umożliwia ciągłą kontrolę stanu poszczególnych zespołów przyrządów i ich zakresu oraz aktualnie występujących usterek.

### 3. Mikrochromatograf gazowy Vega-GC

W zeszłym roku Katedra Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej stała się właścicielem przenośnego mikrochromatografu gazowego VEGA GC. Mikrochromatograf Vega jest urządzeniem przenośnym, co pozwala na dokonywanie pomiarów w terenie, bez konieczności pobierania próbek i analizowania ich w laboratorium.



Rys.4 Mikrochromatograf Vega GC [3]

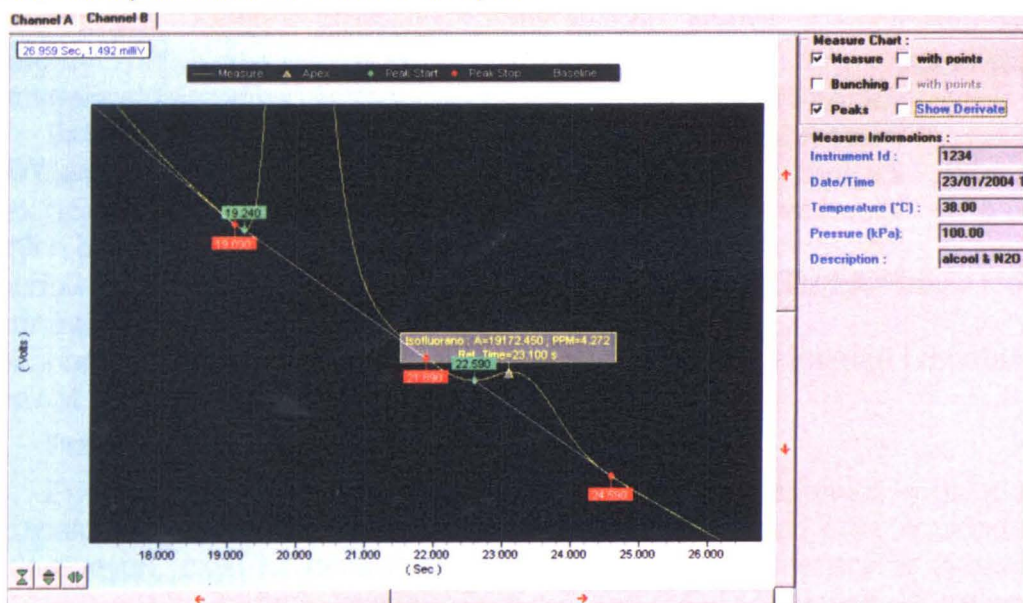
Wymieniając zasadnicze zalety mikrochromatografu Vega GC należy podać między innymi szybką analizę próbki (60 – 300s w zależności od typu gazu) oraz możliwość pomiaru substancji o stężeniu do 500 ppm. Dzięki zintegrowanym akumulatorom urządzenie pozwala na pracę w terenie do 4h oraz w razie konieczności zdalny podgląd wyników (w przypadku analizy związków toksycznych).

Częścią składową urządzenia jest oprogramowanie pozwalające na sterowanie, pracę urządzenia oraz opracowywanie wyników pomiarów.

Oprogramowanie MC<sup>2</sup> jest oprogramowaniem sterującym. Komunikacja z użytkownikiem odbywa się za pomocą osobnego oprogramowania MC TUNE. MC<sup>2</sup> dostarcza danych na temat status urządzenia i diagnostyki napotkanych błędów. Prezentuje status wszystkich modułów analitycznych (typ kolumny, temperatura, ciśnienie) oraz status połączenia (między analizatorem i integralnym lub zewnętrznym komputerem) oraz status analizy (wizualizacja chromatogramu).

Oprogramowanie MC PLAN jest oprogramowaniem analitycznym pozwalającym na ustawienie metod analitycznych, skonfigurowanie i kalibrację przyrządu. Oprogramowanie posiada bazę metod pomiaru, wraz z niezbędnymi parametrami do ich prawidłowej realizacji. MC PLAN pozwala także na ustawienie harmonogramów automatycznego i ciągłego monitorowania oraz wizualizację tabel i wykresów czasowych koncentracji w każdym punkcie próbkowania. Jako narzędzie analityczne oprogramowanie pozwala także na obliczanie wartości minimalnych, średnich i maksymalnych. Dodatkowym atutem oprogramowania może być przekazanie optycznych, akustycznych oraz zdalnych komunikatów alarmowych (sms,email) w przypadku przekroczenia ustalonych wartości granicznych.

Ustawienie i kalibracja parametrów VEGA-GC dokonywane jest przez oprogramowanie MC TUNE. Może ono być użyte wyłącznie przez uprawnionych użytkowników. Oprogramowanie tworzy i ładuje metody, wcześniej określone w MC PLAN do pamięci urządzenia oraz pozwala na wybór parametrów urządzenia (temperatury i ciśnienia kolumny, czułość detektora) i kalibrację analizy jakościowej (dopasowanie składnika do jego czasu retencji) czy kalibracji analizy ilościowej (dopasowanie stężenia składnika do powierzchni jego piku). Oprogramowanie informuje MC<sup>2</sup> w jaki sposób przetworzyć chromatogram tzn. odejmuje ewentualne zakłócenia, i pozwala na ustawienie parametrów całkowania piku.



Rys.5 Oprogramowanie MC PLAN [3]



#### **4. Podsumowanie**

Chromatografia gazowa jako metoda analityczna pozwala na szybki pomiar umożliwiający identyfikację związków na bardzo niskim poziomie stężeń. O jej przydatności w chemii analitycznej świadczyć może fakt, iż chromatograf gazowy jest najczęściej stosowanym urządzeniem w laboratoriach na świecie. Dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu, użycie mikrochromatografu do analizy chromatograficznej jest proste i pozwala na dużą oszczędność czasu przy jej interpretacji.

W ramach prac dyplomowych magisterskich realizowanych w Katedrze Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej, planowane jest użycie mikrochromatografu do badań jakości powietrza między innymi na terenie kampusu Politechniki Łódzkiej, dawnej osadzie robotniczej w Żyrardowie, oraz pomiar zmian stężenia dwutlenku węgla na długości ulicy Piotrkowskiej w Łodzi.

Mając na uwadze wymianę doświadczeń członków kół naukowych Politechniki Łódzkiej, koło naukowe WENTYLATOR chciałoby w przyszłości cyklicznie przedstawiać wyniki badań jakości powietrza w województwie łódzkim. Projekt, o którym jest mowa startuje w najbliższym X Konkursie Kół Naukowych Politechniki Łódzkiej, który odbędzie 22 listopada 2011.

**Opracowali:**

inż. Jakub Banat

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Robert CICHOWICZ

**Recenzent:**

doc. dr inż. Krzysztof WOJCISZYN

**Literatura:**

- [1] Raport : Ocena potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2030, McKinsey&Company, Warszawa 2010
- [2] Zygfryd Witkiewicz, Jacek Hepter : Chromatografia gazowa, WNT, Warszawa 2009
- [3] Karta katalogowa mikrochromatografu VEGA GC firmy POLLUTION S. p. A



## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### MIKROBLOK GRZEWCO – ENERGETYCZNY TZW. BHKW (BLOCKHEIZKRAFTWERKE)

#### 1. Wstęp

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym i zwiększającą się liczbą ludności wzrasta zapotrzebowanie na nośnik energii finalnej, czyli energie elektryczną, zimno i ciepło. Odnosi się to głównie do elektryczności, która jest najbardziej uniwersalnym i komfortowym nośnikiem, ale jednocześnie najtrudniejszym do wytworzenia i najbardziej kosztownym. Mimo iż zauważalny jest znaczący rozwój energetyki w kierunku odnawialnych źródeł energii, jeszcze przez długi czas energia będzie wytwarzana głównie w elektrowniach i elektrociepłowniach spalających nieodnawialne paliwa kopalne: węgiel, paliwa gazowa oraz paliwa ciekłe [4].

Kogeneracja jest procesem równoczesnego wytwarzania energii elektrycznej lub mechanicznej i ciepła z jednego z surowców, jakimi są: ropa naftowa, gaz ziemny lub biomasa. Jest to wysokosprawna technologia energetyczna wykorzystywana w zakładach przemysłowych oraz budynkach mieszkalnych, będąca alternatywą dla zakupu energii z publicznej sieci energetycznej. Kogenerację zaczęto stosować w skali przemysłowej i miało to miejsce w Stanach Zjednoczonych i Europie w latach 80. XIX wieku [4].

Współcześnie najnowsze technologie kogeneracyjne powinny cechować się [4]:

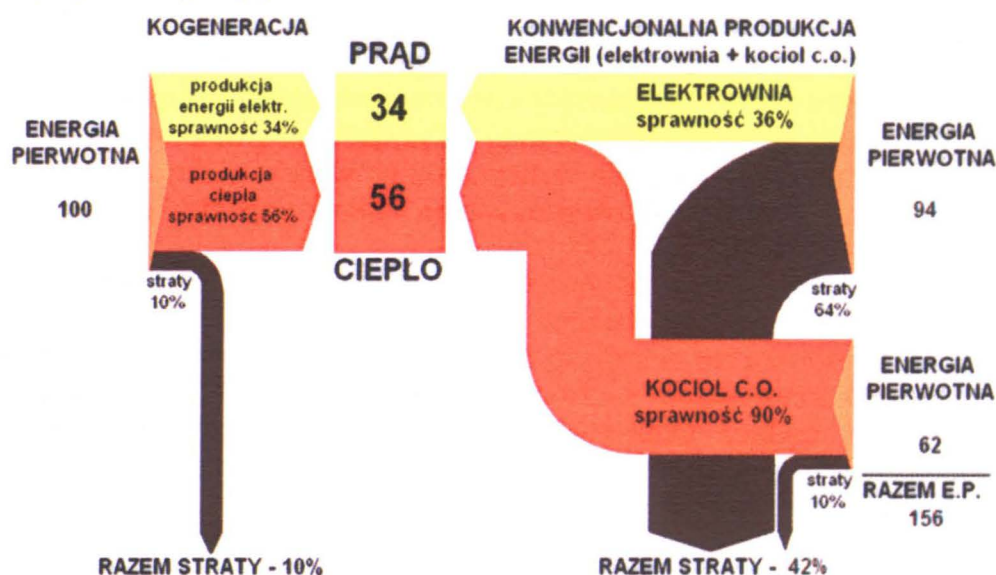
- jak najmniejszym destrukcyjnym wpływem na środowisko (emisja szkodliwych gazów, pyłów, hałasu, zrzut ścieków, a także zużycie wody);
- budową i eksploatacją odznaczającą się minimalnym zużyciem paliw nieodnawialnych i surowców naturalnych;
- ekonomicznymi rozwiązaniami (szybkie zwroty kosztów zakupu i montażu nawet w przeciągu około 2 lat, duże zyski).

#### 2. Produkcja energii elektrycznej i ciepłej

Energię elektryczną oraz ciepło/zimno można produkować w układach rozdzielonych, czyli w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz w układach skojarzonych, czyli kogeneracyjnych. Stosowanie kogeneracji w układach ciepłych ma za zadanie zmniejszenie zużycia paliw kopalnych. W tradycyjnych metodach produkcji energii elektrycznej tylko około 30-40% energii paliwa jest przetwarzane na energię użyteczną. Pozostała część energii jest tracona głównie poprzez emisję ciepła. W przypadku procesu kogeneracji

ciepło to przekazywane jest dalej za pośrednictwem różnych mediów (np. podgrzewanej wody, pary czy gorącego powietrza), co powoduje, że sprawność energetyczna całego systemu może osiągnąć nawet 90% [4].

Na rysunku 1 przedstawiono porównanie sposobów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. W agregacie kogeneracyjnym ze 100 jednostek energii pierwotnej wytworzone zostają 34 jednostki energii elektrycznej i 56 jednostek ciepła. Straty to jedyne 10%. W tradycyjnym układzie, energia elektryczna produkowana jest w elektrowni - ze sprawnością ok. 36% (średnia sprawność wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach w UE wynosi 40%). Ciepło pochodzi z ciepłowni miejskich lub wytwarzane jest lokalnie w kotłach c.o. ze średnią sprawnością ok. 90%. Do wyprodukowania 34 jednostek energii elektrycznej potrzebne są 94 jednostki energii pierwotnej, a do wyprodukowania 56 jednostek ciepła potrzeba 62 jednostki energii pierwotnej. Na straty przypada: 64% na wytworzenie prądu i 10% na wytworzenie ciepła, co daje 42% strat całej energii pierwotnej. W efekcie należy zużyć 156 jednostek energii pierwotnej do wyprodukowania takiej samej ilości prądu i ciepła [6].



Rys.1. Porównanie konwencjonalnej produkcji energii i kogeneracji [3]

Zalety małych układów kogeneracyjnych można podzielić na [5]:

- eksploatacyjne:
  - większa sprawność ogólna procesu wytwarzania energii;
  - możliwość pracy na niskim i średnim zakresie ciśnień gazu ziemnego;
  - mniejsze straty przesyłu energii na drodze wytwórca – odbiorca;
  - możliwość elastycznego sterowania procesem wytwarzania energii;
  - możliwość zasilania urządzeń paliwami gazowymi jak i płynnymi;
  - kompaktowa, modułowa konstrukcja z obudową tłumiącą hałas pozwalająca na maksymalne wykorzystanie miejsca w maszynie;

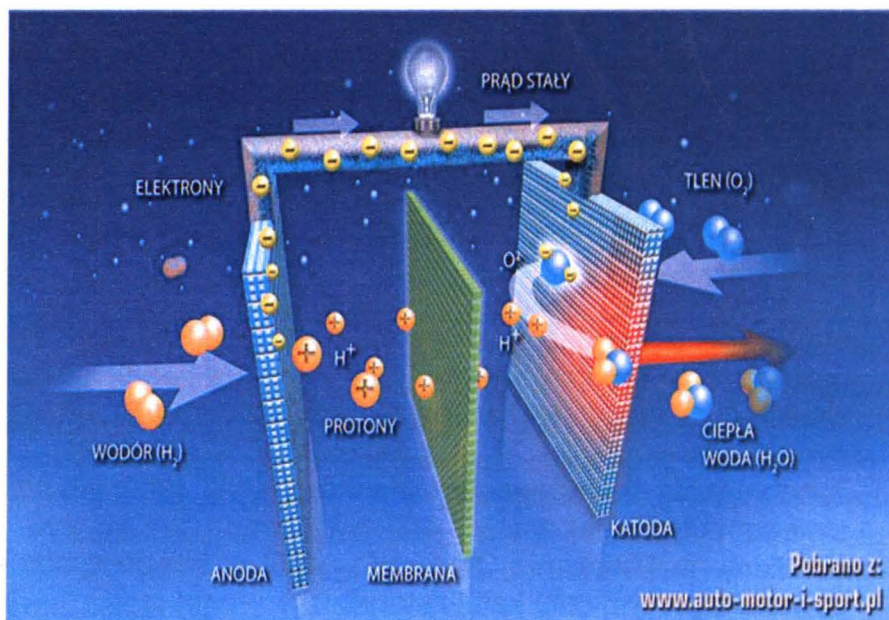
- finansowe:
  - obniżony koszt zużycia energii pierwotnej;
  - elastyczne rozwiązania dotyczące zakupu technologii;
  - niższy koszt inwestycji w urządzenia towarzyszące np. kotły;
  - zarządzanie środkami trwałymi w sposób efektywny z punktu widzenia opodatkowania;
  
- środowiskowe:
  - obniżone zużycie paliwa na wytworzenie jednostki energii;
  - możliwość utylizowania gazów szkodliwych w tym biogazu;
  - zasilanie paliwami uważanymi za ekologiczne (m.in. gazem ziemnym);
  - zapobieganie powstawania związków siarki (zmiana paliwa ze stałego na gazowe);
  - obniżenie powstawania CO<sub>2</sub> , NO<sub>x</sub> , CO w trakcie spalania (stosowane są w tym celu katalizatory);
  
- prawne:
  - możliwości zwiększenia produkcji energii bez przekroczenia ustawowych limitów emisji CO<sub>2</sub>.

### **3. Najpopularniejsze rozwiązania techniczne**

#### **3.1. Ogniwa paliwowe**

Ogniwa paliwowe inaczej ogniwa wodorowe są urządzeniami elektro – chemicznymi stanowiącymi przełom w dziedzinie źródeł energii. Zachodzi w nich przemiana energii chemicznej paliwa w energię elektryczną oraz w wodę i ciepło. Technologia ogniw paliwowych jest intensywnie rozwijana w krajach UE, Japonii, USA. Powstanie i wdrożenie technologii ogniw paliwowych w urządzeniach codziennego użytku szacuje się na rok 2015 [7].

Proces otrzymywania energii elektrycznej w ogniwach przedstawiono na rysunku 2. Polega on na egzotermicznym spalaniu wodoru w tlenie (temp. pracy 150÷200°C) . Dwa atomy wodoru łączą się z atomem tlenu, w wyniku czego powstają dwa wolne elektrony zbierane przez elektrody. Paliwem pierwotnym może być: biogaz, gaz ziemny, propan, butan, olej opałowy [3].



Rys. 2. Zasada działania ogniwa paliwowego [11]

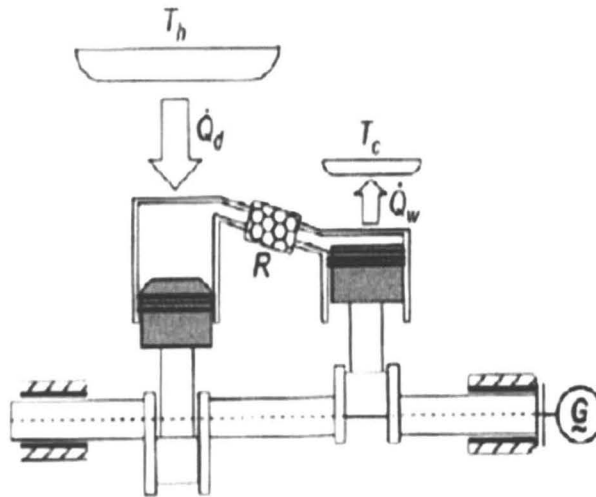
Głównymi zaletami ogniwa jest cicha praca urządzenia, wysoka sprawność energetyczna (stała nawet w szerokim zakresie obciążenia), a także zwiększona niezawodność i zmniejszona emisja zanieczyszczeń. Wadą natomiast jest wysoki koszt inwestycyjny i eksploatacyjny [2].

### 3.2. Silniki Stirlinga

Kolejnym rozwiązaniem w systemach kogeneracji są układy z silnikami Stirlinga. Przy ich użyciu w układach mikrokogeneracyjnych o mocy 1 kW<sub>el</sub> możliwe jest uzyskanie dobrych parametrów takich jak: wysoka wydajność, małe zapotrzebowanie na paliwo pierwotne, niewielki hałas. Silnik ten został opracowany w 1817 roku przez Szkockiego księdza Roberta Stirlinga i jest silnikiem cieplnym, pracującym w obiegu zamkniętym z regeneracją ciepła [8].

Jego budowę przedstawiono na rysunku 3. Zbudowany jest z dwóch tłoków (zimnego i ciepłego), regeneracyjnego wymiennika ciepła oraz wymienników dostarczających ciepło między czynnikiem roboczym, a zewnętrznymi źródłami. Silnik ten jest urządzeniem zewnętrznego spalania. Ośrodek obiegu nie jest wymieniany podczas każdego cyklu, lecz pozostaje w pracy z obiegiem. Paliwo, które doprowadza ciepło do procesu może pracować korzystając z różnych paliw (m.in. benzyny, alkoholu, naturalnego gazu czy butanu). Dzięki zewnętrznemu spalaniu łatwiejsza jest kontrola procesu spalania oraz proces ten jest bardziej wydajny i czystszy. Silnik Stirlinga pracuje w stałym połączeniu z zewnętrznym źródłem ciepła o temperaturze  $T_h$ , co umożliwia doprowadzenie energii napędowej na wiele sposobów. Źródło ciepła w tych układach stanowią głównie spaliny wytworzone w procesie spalania paliw. Ciepło pochodzące z obiegu odprowadzane jest do źródła o niskiej temperaturze  $T_c$ . Tak więc sprawność obiegu zależy od różnicy temperatury zewnętrznego źródła ciepła a źródła o niskiej temperatu-

rze ( $T_h - T_c$ ). Jednym z głównych i ważnych elementów pracujących w obiegu jest regenerator, którego zadaniem jest przejście ciepła od czynnika roboczego w czasie jego przepływu z przestrzeni ogrzewanej do chłodzonej [2].



R – regeneracyjny wymiennik ciepła;

$T_h, T_c$  – temperatura gorącego i zimnego źródła ciepła;  $Q_d, Q_w$  – ciepło doprowadzone i odprowadzone

Rys. 3. Budowa i działanie silnika Stirlinga [2]

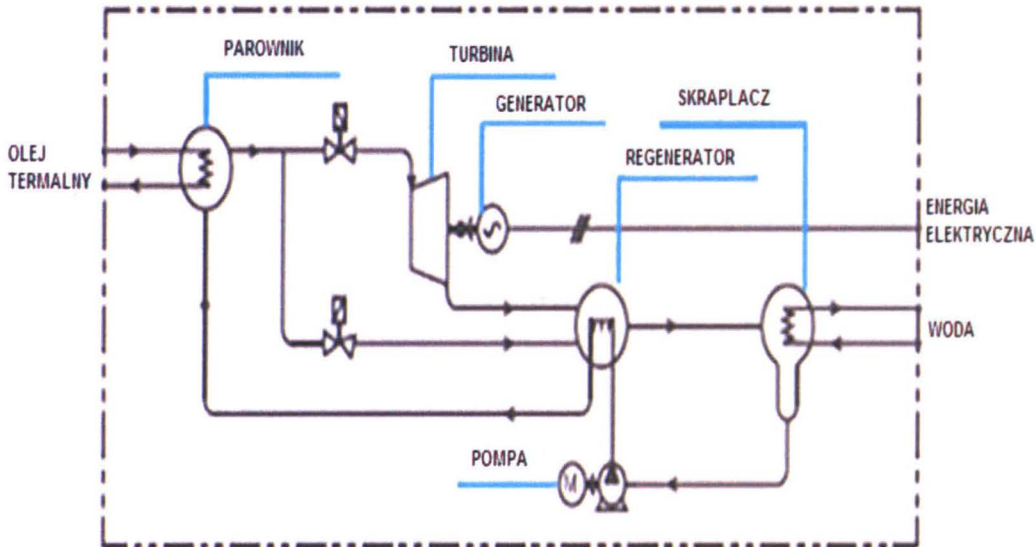
Do zalet, jakie posiada silnik, można zaliczyć: wysoką sprawność wytwarzania energii elektrycznej, niski poziom hałasu, możliwość różnej konfiguracji silników, wysoka trwałość oraz bardzo ważna zaleta ze względu na aspekty ekologiczne – niskie wskaźniki emisji szkodliwych gazów. Silnik ten posiada również wady takie jak niski poziom rozwoju technologii oraz wysokie koszty inwestycyjne. Należy również pamiętać, że rozwój silnika Stirlinga w przemyśle samochodowym w latach 70-tych nie mógł przebić konwencjonalnego Diesla oraz silników Otto [2].

### 3.3. Organiczny Obieg Rankine'a

Następnym rozwiązaniem jest technologia opierająca się na obiegu parowym ORC (ang. Organic Rankine Cycle). Umożliwia ona przetworzenie ponad 70% energii odpadowej, a przy pełnym skojarzeniu produkcji ciepła i energii elektrycznej wytworzyć znaczne ilości energii elektrycznej oraz ciepła użytkowego [2].

Użycie wyselekcjonowanych płynów napędzających pozwala na wydajną eksploatację źródeł niskiej temperatury ciepła w celu produkowania energii elektrycznej w szerokim zakresie mocy wyjściowej (od kilku  $kW_{el}$ . do 3  $MW_{el}$  na jednostkę). Turbogenerator wykorzystuje olej termalny do podgrzania i odparowania organicznej cieczy roboczej w parowniku. Para cieczy organicznej napędza turbinę, która bezpośrednio zostaje sprzężona z generatorem elektrycznym przez elastyczne łącze. Usunięta para wpływa przez generator gdzie podgrzewa organiczną ciecz. Następnie para jest magazynowana w kondensatorze (chłodzona przez przepływ wody). Ostatecznie

ciecz organiczna jest pompowana do rekuperatora, następnie do parownika, w ten sposób kończąc kolejność działań w obwodzie zamkniętym [9].



Rys. 4. Schemat instalacji z zastosowaniem obiegu Rankine'a [9]

Zaletami obiegu Rankine'a są: wysoka wydajność zarówno obiegu jak i samej turbiny (do 85%), małe obroty turbiny na minutę, co umożliwia bezpośrednie napędzanie elektrycznego generatora, długa żywotność, bezobsługowość, ciche działanie. Atutem układów bazujących na ORC jest możliwość utylizacji różnych rodzajów paliwa i możliwość zastosowania budowy modułowej – co za tym idzie łatwość dostosowania do wymaganego zakresu mocy [2].

### 3.4. Mikro – gazowe turbiny

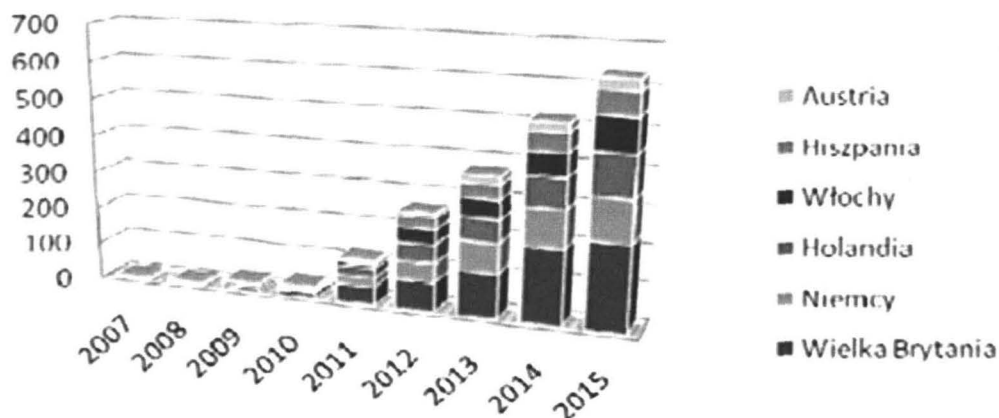
Mikroturbina, do produkcji skojarzonej energii elektrycznej i cieplnej, umożliwia wykorzystanie energii chemicznej paliw gazowych i ciekłych. Sprężona mieszanka gazu ziemnego i powietrza jest spalana przy stałym ciśnieniu, a uzyskany strumień gorących spalin rozpręża się w turbinie gazowej napędzając generator, osadzony na wspólnym wale. Przy zastosowaniu biogazu, praca układu możliwa jest nawet przy 35% zawartości metanu [10].

Zalety turbin to przede wszystkim: niezawodność, niewielkie rozmiary, mały ciężar, czy niska emisja hałasu. Główną wadą mikro-gazowych turbin jest duży inwestycyjny nakład finansowy w porównaniu z silnikami tłokowymi (wynika to z kosztów ruchomych części urządzenia, również ich utrzymania lub ewentualnej regeneracji) [2].

## 4. Podsumowanie

Na rysunku 5 przedstawiono prognozę planowanych instalacji urządzeń mikrokogeneracyjnych do roku 2015. Udział Polski w instalowaniu układów wyposażonych w takie urządzenia do 1 kW, jest niestety minimalny.

W chwili obecnej największe zainteresowanie tymi układami jest w Wielkiej Brytanii, Niemczech, Holandii, Włoszech, Hiszpanii oraz w Austrii [2].



Rys. 5. Ilość zainstalowanych BHKW w latach 2007 - 2015 [2]

Ogólne spostrzeżenia dotyczące układów kogeneracyjnych [1]:

- w układach skojarzonych wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła pozwala na efektywniejsze wykorzystanie paliw niż w tradycyjnych układach;
- w konsekwencji prowadzi to do emisji mniejszych ilości zanieczyszczeń przede wszystkim dwutlenku węgla oraz zmniejszenia kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła;
- sprawność ogólna zamiany energii przy zastosowaniu mikrobloków jest dużo wyższa niż przy rozdzielonym wytwarzaniu energii elektrycznej i cieplnej (przy skojarzeniu przekracza 85%, zaś w przypadku procesów rozdzielonych wynosi łącznie 57%);
- stosowane aktualnie w Polsce technologie kogeneracji charakteryzują się małym wskaźnikiem skojarzenia, tj. małym stosunkiem produkcji energii elektrycznej do produkcji ciepła;
- koszty inwestycyjne są wprawdzie duże, ale szybko się zwracają i pozwalają cieszyć się oszczędnością i ochroną środowiska.

**Opracowali:**

Agnieszka Kłusek  
Ilona Podlewska  
Robert Mik

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Robert CICHOWICZ

**Recenzent:**

doc. dr inż. Krzysztof WOJCISZYN



## Literatura:

- [1] A. Augusiak, Bariery rozwoju układów skojarzonych w Polsce
- [2] M. Holuk, Aktualny stan mikrokogeneracji domowej, Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 242, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie 2009
- [3] P. Jędrasiak, A. Kaczmarek, J. Nowicki, K. Serowiec, Zakład Napędów Wieloźródłowych Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich PW Laboratorium Napędów Elektrycznych, ćwiczenie: Badanie ogniwa wodorowego
- [4] J. Marecki, Gospodarka skojarzona ciepłno-energetyczna, w. Nauk.-Techn., Warszawa 1991
- [5] K. Sobótka, Odnawialne źródła energii możliwe do wykorzystania w lokalnej gospodarce energią, Mazowiecka Agencja Energetyczna
- [6] <http://www.kogeneracja.net/kogeneracja-bloki-agregaty-grzewczo-energetyczne-kogeneracyjne.html>
- [7] <http://www.ogniwa-paliwowe.com>
- [8] <http://www.otopr.pl/pr/mikroblok-grzewczo-energetyczny-bhkw,art,1041.htm>
- [9] <http://darpin.pl/tresc2/oferta/orc.php>
- [10] <http://www.alenergia.com/pl/zakres/spektrum-dzialalnosci/56-moduly-kogeneracyjne.html>
- [11] <http://www.auto-motor-i-sport.pl/magazyn/galeria-powieksz>



wbair

## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szklarska Poręba 2011 rok

### PODCIŚNIENIOWE SYSTEMY SPALINOWE I ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO

#### 1. Wstęp

Każdy kocioł do pracy potrzebuje instalacji, którą odprowadzi spaliny. Należy jednak pamiętać, iż celem budowy systemu spalinowego nie jest jedynie odprowadzenie gazów powstających w komorze kotła na zewnątrz pomieszczenia z uwzględnieniem obowiązujących przepisów prawnych, ale także zapewnienie wystarczającej ilości powietrza potrzebnego w procesie spalania. System odprowadzania spalin składa się z przewodu spalinowego i czopucha. Przewód spalinowy jest to pionowy odcinek odprowadzający spaliny zwany popularnie kominem, natomiast czopuch to poziomy odcinek instalacji łączący kocioł z kominem.

#### 2. Zasady projektowania systemów spalinowych

Przy projektowaniu systemu spalinowego, należy na samym już początku określić, jaki rodzaj instalacji ma zostać wykonany, gdyż inne są wymagania ciśnieniowe stawiane instalacją nadciśnieniową i podciśnieniową.

#### 3. Instalacje spalinowe

Według PN-EN 13384-1+A2:2008[2] Kominy -- Metody obliczeń cieplnych i przepływowych – Część 1: Kominy z podłączonym jednym paleniskiem, istnieją dwa rodzaje instalacji spalinowych: nadciśnieniowe i podciśnieniowe. System spalinowy może odprowadzać spaliny z jednego lub większej ilości kotłów. Dla każdego rodzaju komina obowiązują osobne warunki ciśnieniowe. Wyróżnia się kilka systemów kominowych: jednościenne, dwuścienne (z izolacją), SPS – system powietrzno spalinowy, w którym powietrze do spalania dostarczane jest oddzielnym kanałem, oraz WSPS – współosiowy system powietrzno spalinowy.

#### 4. Wytyczne oznaczania i klasyfikacji systemów spalinowych

Każdy komin musi posiadać własne oznaczenie, określające, w jakich zakresach temperatury i ciśnienia dana instalacja może pracować. Oznakowanie składa się z kilku parametrów. Pierwszym z nich jest numer normy, według której komin został opisany. Zgodnie z obowiązującymi przepisami kominy oznaczane są według normy PN-EN 1443: 2005 [3] Kominy - Wymagania ogólne.

Następnie po myślniku należy podać klasę temperaturową, czyli, z jaką maksymalną temperaturą roboczą komin może pracować. Oznaczenie klas zostało przedstawione w tabeli 1.

Tablica 1. Klasy temperatury [3]

Klasa temperatury	Znamionowa temperatura robocza °C
T 080	≤ 80
T 100	≤ 100
T 120	≤ 120
T 140	≤ 140
T 160	≤ 160
T 200	≤ 200
T 250	≤ 250
T 300	≤ 300
T 400	≤ 400
T 450	≤ 450
T 600	≤ 600

Drugie w kolejności jest określenie klasy ciśnienia, które składa się z wielkich liter: N, P, H oznaczających rodzaje ciśnień, w jakich komin pracujące, i tak [3]:

- N – podciśnieniowe;
- P – nadciśnieniowe;
- H – wysokociśnieniowe.

Po literze występuje cyfra określająca klasę szczelności gazowej. Klasy szczelności zostały przedstawione w tabeli 2.

Tablica 2. Klasy szczelności gazowej [3]

Klasa	Przeciek w [ $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ ]	Ciśnienie próby w [Pa]
N1	2,0	40
N2	3,0	20
P1	0,006	200
P2	0,120	200
H1	0,006	5000
H2	0,12	5000

Polska norma PN-EN 1443 [3] wyróżnia dwie klasy W i D odporności ścian na działanie kondensatu (Klasa W dopuszcza zjawisko kondensacji pary wodnej, natomiast klasa D zakazuje).

Piątym oznaczeniem jest klasa odporności na korozję spowodowaną działaniem produktów spalania paliwa. W skład pierwszej klasy wchodzi: gaz ziemny L+H i nafta o zawartości siarki nieprzekraczającej  $50 \text{ mg/m}^3$ . Druga klasa to gaz ziemny L+H, olej o zawartości siarki poniżej 0,2 %, nafta o zawartości siarki powyżej  $50 \text{ mg/m}^3$  oraz drewno w paleniskach otwartych. Trzecią klasę tworzą paliwa wymienione już wcześniej plus drewno z zamkniętych pieców, węgiel oraz torf [3].

Ostatnie oznaczenie to klasa odporności na zapalenie się sadzy, która określa czy komin jest odporny na pożar sadzy i w jakiej odległości może znajdować się materiał palny. Odległość ta jest podawana w mm [3].

Przykładowe oznakowanie kominu:  
EN 1443 – T 300 P1 W 3 G40

Oznakowanie to informuje, że komin: pracuje w temperaturze do 300 °C w nadciśnieniu, może osadzać się w nim para wodna, jest odporny: na korozję powodowaną przez wszystkie rodzaje paliwa oraz na pożar sadzy, jeśli materiały palne znajdują się dalej niż 40 mm.

## 5. Wymagania, jakie musi spełniać system spalinowy

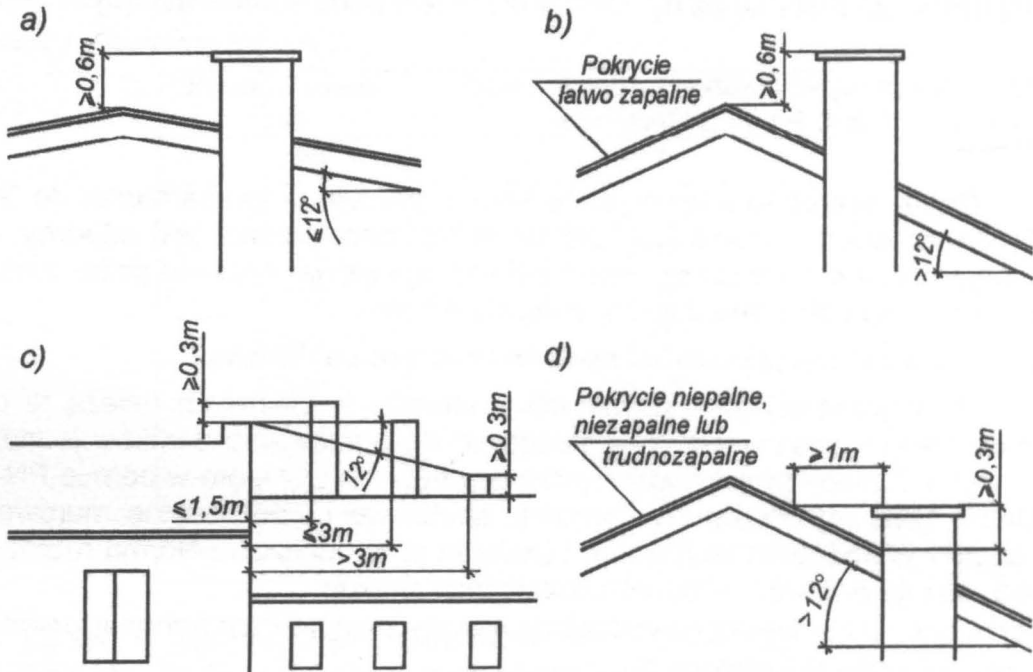
Do najczęściej projektowanych systemów kominowych należą te odprowadzające spaliny z kotłów służących do ogrzewania domków jednorodzinnych. Zasady projektowania tych systemów zostały ujęte w normie PN-B-10425: 1989 [4] „Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły - Wymagania techniczne i badania przy odbiorze”. Norma rozróżnia dwa rodzaje przewodów odprowadzających spaliny:

- *przewody dymowe odprowadzające spaliny z węglowych trzonów kuchennych i pieców ogrzewczych;*
- *przewody spalinowe odprowadzające spaliny z urządzeń gazowych.*

Wedle normy PN-B-10425:1989 [4] przewody dymowe powinny być wyposażone w otwór wycierowy. Otwór ten służy do usuwania sadzy, która nagromadziła się w przewodzie spalinowym podczas eksploatacji kotła. Jeśli kocioł nie znajduje się na najniższej kondygnacji to otwór ten powinien być zamknięty drzwiczkami z materiału niepalnego i znajdować się na wysokości od 1 m do 1, 2 m od podłogi kondygnacji znajdującej się niżej. Jeśli kocioł znajduje się w piwnicy to otwór wycierowy sytuuje się 30 cm od podłogi. Otwory te powinny być zlokalizowane w miejscu łatwo dostępnym i mieć osadnik na sadze. Określone są także miejsca usytuowania wylotów przewodów dymowych. Wyloty te są uzależnione od: kąta nachylenia dachu, rodzaju materiału, z jakiego dach jest wykonany oraz usytuowania przewodu.

Dla dachów płaskich o kącie nachylenia dachu mniejszym od 12° wylot powinien znajdować się minimum 0, 6 m ponad najwyższą część budynku. Natomiast nie ma znaczenia, z jakiego materiału wykonany jest sam dach. Inaczej jest przy dachach stromych o kącie nachylenia przekraczającym 12° gdzie ma znaczenie, z czego dach jest wykonany. Dla dachów o pokryciu łatwo zapalnym wylot kominu musi znajdować się, co najmniej 0, 6 m ponad kalenicą dachu, natomiast dla materiałów niepalnych 0, 3 m powyżej powierzchni dachu. Należy również pamiętać, aby w odległości poziomej, co najmniej 1,0 m nie było połączenia dachu. Jeśli komin znajduje się blisko elementów, które mogą stanowić jakąś przeszkodę dla kominu, wylot powinien znajdować się, co najmniej 0,3 m powyżej przeszkody, jeśli znajduje się ona w odległości 1,5 m lub mniejszej. Na tej samej wysokości, jeśli przeszkoda znajduje się w odległości do 3,0 m, a jeżeli jest, co najmniej 3,0 m od wylotu

spalin, to 0,3 m nad połacią dachu [4]. Wytyczne te zostały zobrazowane na rysunku 1.



Rys. 1. Usytuowanie wylotu komina [4]

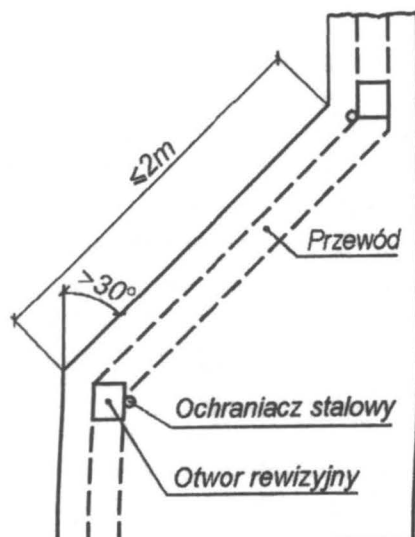
Przewody spalinowe prowadzi się w ten sam sposób, co dymowe (lokalizacja wylotu komina), z tą jednak różnicą, że otwór rewizyjny znajduje się 0,4 m poniżej wlotu spalin do odcinka pionowego [4].

Przy prowadzeniu odcinków spalinowych i dymowych należy pamiętać, że maksymalne odchylenie od kierunku pionowego wynosi 30°, a długość odcinka odchyłonego od pionu nie powinna przekraczać 2,0 m. Dopuszczalne jest większe odchylenie do 45°, jednak należy wtedy zastosować specjalne ochraniacze na załamaniu, które zabezpieczą przewód przed uderzeniami kulą kominiarską. Ponadto na załamaniach powinny być umieszczone otwory rewizyjne [4]. Usytuowanie otworów rewizyjnych pokazano na rysunku 2.

Wszystkie elementy stosowane przy budowie komina (rury, kształtki, armatura) powinny spełniać normy budowlane z zakresu wytrzymałości na siły, jakie będą oddziaływać na komin. Do sił tych należą [4]:

- Siły spowodowane działaniem wiatru (ściskanie i rozciąganie);
- Siły tarcia podczas wzajemnego przemieszczania się płaszczyzny komina i przegrody budowlanej;
- Siły spowodowane różnicą ciśnień panujących w kominie i jego otoczeniu.

Każdy komin powinien być ponadto odporny na zamrażanie pary wodnej w czasie, gdy kocioł nie pracuje.



Rys.2. Usytuowanie otworów rewizyjnych  
W odcinkach odchylonych od pionu [4]

## 6. Instalacje podciśnieniowe

Jak podaje Recknagel, Sprenger, Schramek[1] projektowanie instalacji spalinowej opiera się na takim jej skonfigurowaniu, aby spełnione były warunki ciśnieniowe i temperaturowe. Jeśli warunek ciśnieniowy nie jest spełniony może dojść do nadmiernego wzrostu ciśnienia w komorze spalania i część gazów spalinowych wydostanie się do pomieszczenia kotłowni. Zbyt niskie temperatury powodują wykraplanie się pary wodnej, co w efekcie prowadzi do korodowania komina, a w skrajnych przypadkach może dojść do zamarznięcia kondensatu.

Parametrami niezbędnymi do projektowania instalacji spalinowej są [1]:

- parametry kotła, z którego mamy odprowadzić spaliny: strumień spalin, temperatura spalin, ciśnienie potrzebne do pokonania oporów przepływu spalin przez kocioł, a także wymiary króćca przyłącza spalinowego;
- ciśnienie, jakie jest potrzebne do dostarczenia potrzebnej ilości powietrza do spalania;
- rodzaj materiału, z którego zostanie wykonana instalacja, jego chropowatość i przenikalność cieplna;
- wymiary instalacji spalinowej: średnica, wysokość komina, wysokość hydrauliczna komina, długość odcinka, jakim płyną spaliny, długość instalacji w pomieszczeniach ogrzewanych i na zewnątrz;
- parametry środowiska, jakie otaczają instalację spalinową: temperatura otoczenia, temperatura przy wylocie spalin, ciśnienie atmosferyczne.

Dane dotyczące kotła powinny być dołączone do dokumentacji kotła bądź udostępnione przez producenta. Jeśli producent nie podaje tych danych można je określić korzystając z PN-EN 13384-1+A2:2008 [2] Kominy -- Metody obliczeń cieplnych i przepływowych, w której podano zależności przydatne w obliczeniach.

Według Recknagel, Sprenger, Schramek [1] różnica ciśnień, jaka jest potrzebna do pokonania oporów napływu powietrza do spalania zależna jest

od rodzaju instalacji wentylacyjnej zastosowanej w kotłowni (grawitacyjna, mechaniczna) i oscyluje w granicach 3-5 Pa.

Przy projektowaniu instalacji rozróżnia się dwa rodzaje postępowania projektowanie nowej lub dostosowywanie istniejącej do pracy z nowym kotłem. Projektowanie nowej instalacji polega na doborze średnicy kanału spalinowego i sprawdzeniu warunku temperaturowego i ciśnieniowego. Jeśli któryś z parametrów nie jest spełniony to należy ponownie przeprowadzić obliczenia przyjmując inną średnicę: w przypadku, gdy nie jest spełniony warunek ciśnieniowy, należy przyjąć większą średnicę, natomiast w przypadku nie spełnienia warunku temperaturowego, zmniejszyć przy założeniu, że w pierwotnych obliczeniach wystąpiła znaczna nadwyżka ciśnienia. W przeciwnym wypadku należy rozpatrzyć dodatkowe ocieplenie instalacji [1].

Natomiast dostosowywanie systemu spalinowego do pracy z innym kotłem polega na dostosowaniu działania pierwotnej instalacji poprzez zainstalowanie dodatkowego osprzętu (nasady kominowe, regulatory ciągu, ocieplenia) [1].

Nadmierne opory przepływu spowodowane są dużą prędkością spalin (za małą średnicą w stosunku do strumienia przepływu spalin). Przyczyną niskiej temperatury jest zbyt duża średnica instalacji, przez co spaliny przepływając wolniej znacznie się ochładzają w skutek, czego może dojść do wykraplania się pary wodnej wewnątrz systemu spalinowego [1].

Głównymi warunkami, które musi spełniać instalacja spalinowa są warunki ciśnieniowy i temperaturowy:

a) warunek ciśnieniowy

$$P_Z = P_H - P_R - P_L \geq P_W + P_{FV} + P_B = P_{Ze} [Pa] \quad (1)$$

$$P_Z \geq P_B [Pa] \quad (2)$$

$$P_{Z_{max}} = P_H - P_R \leq P_{W_{max}} + P_{FV} + P_B = P_{Ze_{max}} [Pa] \quad (3)$$

gdzie:

- $P_Z$  podciśnienie na wlocie do pionowego odcinka komina [Pa];
- $P_{Z_{max}}$  maksymalne podciśnienie na wlocie do pionowego odcinka komina [Pa];
- $P_H$  statyczne podciśnienie w kominie [Pa];
- $P_R$  opór przepływu w pionowym odcinku komina [Pa];
- $P_L$  ciśnienie dynamiczne wiatru [Pa];
- $P_W$  wymagany minimalny ciąg kominowy [Pa];
- $P_{W_{max}}$  maksymalny ciąg kominowy [Pa];
- $P_{FV}$  strata ciśnienia w odcinku łączącym [Pa];
- $P_B$  strata ciśnienia w przewodzie powietrza nawiewanego [Pa];
- $P_{Ze}$  wymagane podciśnienie na wlocie do pionowego odcinka komina [Pa].
- $P_{Ze_{max}}$  maksymalne dopuszczalne podciśnienie na wlocie do pionowego odcinka komina [Pa].

b) warunek temperaturowy

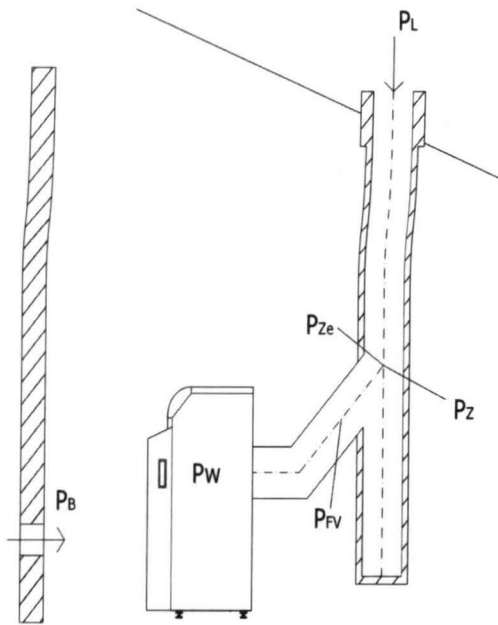
$$T_{iob} \geq T_g \quad (4)$$

gdzie:

- $P_z$  podciśnienie na wlocie do pionowego odcinka komina [Pa];  
 $T_{iob}$  temperatur wewnętrznej ścianki przy wylocie spalin z komina [K];  
 $T_g$  temperatura graniczna [K].

W zależności od rodzaju instalacji: suchej bądź mokrej należy przestrzegać różnych temperatur granicznych. Przy układzie mokrym temperatura ścianki komina nie może spaść poniżej 273,15 K, czyli 0 °C, natomiast w układach suchych temperatura nie może spaść poniżej temperatury punktu rosy spalin [2].

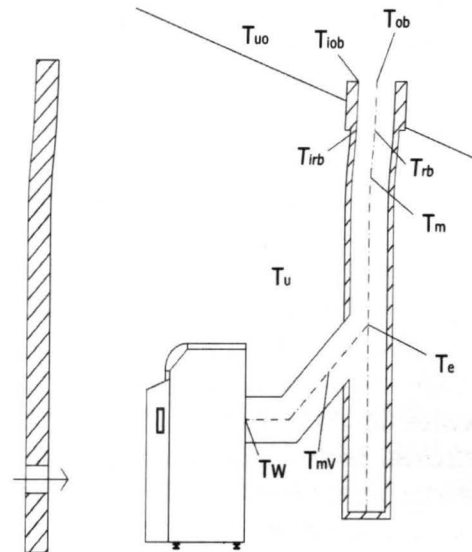
Rysunki 3 i 4 przedstawiają miejsca w instalacji przypisane w/w wzorom.



Rys. 3. Rozkład ciśnienia [1]

gdzie:

- $T_w$  temperatura spalin wylotowych [K];  
 $T_{mv}$  średnia temperatura spalin w odcinku łączącym [K];  
 $T_e$  temperatura spalin na wlocie do pionowego odcinka komina [K];  
 $T_m$  średnia temperatura spalin [K];  
 $T_u$  temperatura otoczenia [K];  
 $T_{rb}$  temperatura spalin bezpośrednio przed odcinkiem dodatkowo izolowanym [K];  
 $T_{irb}$  temperatura wewnętrznej ścianki przed odcinkiem o dodatkowej izolacji [K];  
 $T_{iob}$  temperatura powierzchni ścianki przy ujściu [K];  
 $T_{ob}$  temperatura spalin wylotowych [K];  
 $T_{uo}$  temperatura otoczenia [K].



Rys. 4. Rozkład temperatur [1]



## 7. Oddziaływanie na środowisko

Powietrze atmosferyczne jest mieszaniną wielu gazów, spośród których najwięcej jest tlenu i azotu. Pozostałe składniki powietrza występują w ilościach śladowych. Skład powietrza został przedstawiony w tabeli 3.

Tablica 3. Skład powietrza atmosferycznego [1]

Gaz	Wzór chemiczny	Udział masowy [%]	Udział objętościowy [%]
Tlen	O <sub>2</sub>	23,01	20,93
Azot	N <sub>2</sub>	75,51	78,10
Argon	Ar	1,286	0,9325
Dwutlenek węgla	CO <sub>2</sub>	0,04	0,03
Wodór	H <sub>2</sub>	0,001	0,01
Neon	Ne	0,0012	0,0018
Hel	He	0,00007	0,0005
Krypton	Kr	0,0003	0,0001
Ksenon	Xe	0,00004	0,000009

Podany w tabeli 3 skład powietrza odnosi się do powietrza czystego. Wszystkie substancje o udziale większym są zanieczyszczeniami. Najpopularniejszym zanieczyszczeniem powietrza jest dwutlenek węgla. Wzrost dwutlenku węgla spowodowany jest spalaniem paliw, które są niezbędne do wytwarzania energii zarówno elektrycznej jak i cieplnej.

Aby zredukować emisje szkodliwych związków do atmosfery stosuje się regulacje prawne, które mają zmniejszać emisje zanieczyszczeń. W polskim prawie obowiązuje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558 [5], który określa ilość zanieczyszczeń jaka może zostać wyemitowana do środowiska z różnego rodzaju instalacji spalinyowych. Określa on standardy emisji: siarki, tlenków azotu, pyłów, z podziałem na rodzaj spalanego czynnika, z którego gazy powstają oraz mocy kotła i terminu oddania instalacji do użytku. W tabeli 4 przedstawiono maksymalne wskaźniki emisji siarki do atmosfery ze źródeł nowo projektowanych.

Według Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. Dz.U. 2010 nr 213 poz. 1397 [6], niektóre przedsiębiorstwa zobligowane są do sporządzania raportu o oddziaływaniu instalacji na środowisko. Dotyczy to: elektrowni, elektrociepłowni lub innych instalacji spalających paliwa w celu uzyskania energii elektrycznej lub cieplnej nie niższej niż 300 MW. W niektórych przypadkach próg ten jest obniżony do 10 MW jeżeli mamy do czynienia ze spalaniem paliw stałych.

Tablica 4. Standardy emisji dwutlenku siarki w mg/m<sup>3</sup><sub>u</sub>[5]

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Zawartość tlenu w gazach odlotowych	Biomasa	Koks	Pozostałe paliwa stałe	Paliwa ciekłe
		6%	6%	6%	3%
<5		400	800	1500	850
≥5 i <50		400	800	1300	
≥50 i ≤100		200	800	850	
>100		200	200	200	Liniowy spadek od 400 do 200
>300		-	-	-	200

**Opracowali:**  
inż. Rafał Olejniczak

**Opiekun naukowy:**  
dr inż. Robert CICHOWICZ

**Recenzent:**  
doc. dr inż. Krzysztof WOJCISZYN

**Literatura:**

- [1] Recknagel H., Sprenger E., Schramek E.: Kompendium Ogrzewnictwa i Klimatyzacji. Omni scala. Wrocław 2008.
- [2] PN-EN 13384-1 2002+A2:2008 Kominy - Metody obliczeń cieplnych i przepływowch - Część 1: Kominy z podłączonym jednym paleniskiem.
- [3] PN-EN 1443:2005 Kominy - Wymagania ogólne
- [4] PN-B-10425:1989 Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły - Wymagania techniczne i badania przy odbiorze.
- [5] Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji.
- [6] Dz.U. 2010 nr 213 poz. 1397 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.



wbair

## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## PRODUKCJA SODY KALCYNOWANEJ I CHLORU SODU

### 1. Wstęp

Koło Naukowe działa przy Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, w działalność koła zaangażowani są studenci kierunków Inżynierii Chemicznej i Procesowej oraz Inżynierii Środowiska. Rok akademicki 2010/2011 był dla członków KN OKTAN rokiem aktywnych działań, rozwoju umiejętności współpracy w grupie, realizacji wielu projektów i możliwości prezentacji osiągnięć oraz promocji. Poniżej podane zostały różnego rodzaju wydarzenia, w których Koło uczestniczyło,

- V Sympozjum Kół Naukowych w Szklarskiej Porębie w dniach 7-10.10.2010 organizowana przez Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PŁ.
- I Studenckie Seminarium w Poroninie „Bezpieczeństwo w inżynierii chemicznej” odbywające się w dniach 25-28.11.2010. Brali w niej udział studenci należący do KN OKTAN, KN SUKCES i przedstawiciele Wydziałowej Rady Studentów.
- Targi Edukacyjne na Politechnice Łódzkiej połączone z II Studenckim Festiwalem Kół Naukowych w dniach 13-14.01.2011. Na auli Wydziału Elektrycznego członkowie Koła zaprezentowali pokaz pt. „Ogień i woda”.
- Targi Edukacyjne w Hali Expo w dniach 10-12.03.2011. Podobnie jak wyżej członkowie opiekowali się stoiskiem Wydziału, przeprowadzali rozmowy z maturzystami, udzielali wyczerpujących odpowiedzi i rad.
- XVIII-lecie Wydziału w dniu 14.03.2011. Przygotowana przez samych studentów uroczystość miała na celu uczczenie „przekroczenia progu dojrzałości” przez Wydział. Przedstawione zostały podczas tego wydarzenia trzy prezentacje przez pięciu członków Koła.
- XXI Seminarium Studenckie na Wydziale w dniu 18.03.2011, podczas którego członkowie KN OKTAN zaprezentowali oryginalny pokaz eksperymentów naukowych,
- XI Festiwal Nauki, Kultury i Sztuki odbył się w dniach 11-19.04.2011. Członkowie Koła po raz pierwszy podczas tego Festiwalu wygłosiliśmy trzy wykłady

Stoisko Koła pojawiło się także na Pikniku Naukowym w Manufakturze i cieszyło się dużym zainteresowaniem.

- Studencka Krajowa Konferencja w Opolu „Chcę być zrównoważony” w dniach 17-19.04.2011, w której brały udział dwie studentki Koła
- Studenci naszego koła realizują także projekty naukowe, w ubiegłym roku realizowaliśmy następujące projekty:
- budowa interaktywnego roweru, który napędzany siłą mięśni przetwarza ją w energię elektryczną,
- EKOPOGLĄD jest to projekt związany z obliczeniem obciążenia środowiska, jaki niesie za sobą korzystanie z różnego rodzaju środków transportu
- budową stanowiska doświadczalnego do badania turbin gazowych. Będzie ono podstawą do udziału w międzynarodowym konkursie Chemcar.

Na wszystkie te projekty uzyskaliśmy dofinansowanie z funduszu Rady Kół Naukowych PŁ.

Poza wymienioną działalnością organizujemy także wyjazdy naukowe poniżej przedstawiamy relację z wyjazdu do Torunia. Celem wycieczki było zwiedzenie czterech zakładów przemysłowych zlokalizowanych w rejonie Torunia. Zwiedziliśmy następujące zakłady:

- ELANA PET sp. z o.o., recykling odpadów z tworzyw sztucznych PET
- Boryszew Spółka Akcyjna Oddział Elana w Toruniu, wytwarzanie włókien z płatków PET pochodzących z recyklingu,
- Soda Polska CIECH sp. z o.o. Zakład Produkcyjny JANIKOSODA w Janikowie, produkcja sody,
- Krajowa Spółka Cukrowa S.A. w Toruniu - Oddział Cukrownia Kruszwicka, produkcja cukru

Szerzej opiszemy wizytę na terenie największego w Polsce producenta sody kalcynowanej, scharakteryzujemy także produkty wytwarzane w Janikosodzie jak i ich zastosowanie.

## **2. Soda Polska CIECH sp. z o.o.**

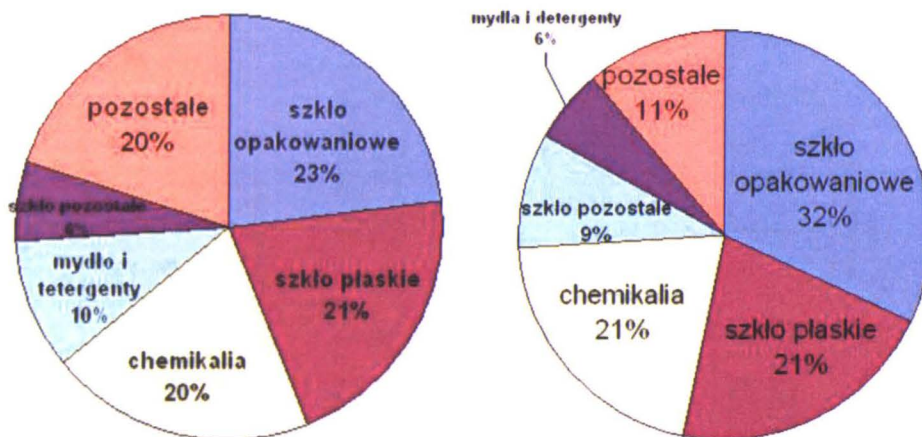
Janikosoda S.A. jest fabryką należącą do grupy Soda Polska CIECH sp. z o.o. która z kolei jest niemal w 100 procentach własnością Ciech SA. Soda Polska CIECH jest jedynym w Polsce producentem sody kalcynowanej ciężkiej i lekkiej. Działa w ramach Dywizji Sodowej Ciech SA, drugiego na rynku europejskim producenta sody kalcynowanej. Udział w rynku krajowym tego produktu wynosi 98%. Soda Polska CIECH produkuje także sól warzoną mokrą i suchą (w tym Sól Kujawską). Jest największym producentem soli warzonej w kraju. Inne wyroby spółki to: soda oczyszczona, chlorek wapnia, kreda strącana, masy chłonne, mieszanki solne, peklosól, tabletki solne oraz dwutlenek węgla. Produkty te mają szerokie zastosowanie przemysłowe. Głównymi grupami odbiorców wytwarzanych przez Soda Polska CIECH sp. z o.o. produktów są: międzynarodowe koncerny szklarskie, krajowe huty szkła, producenci detergentów, przemysł chemiczny, metalurgiczny, spożywczy, paszowy i farmaceutyczny, sektor uzdatniania wody oraz gospodarstwa domowe.

W 2003 r. produkcja w zakładzie wyniosła 559 110 tys. ton, co było historycznym wynikiem, a już w 2007 r. poziom rocznej produkcji sody przekroczył 600 tys. ton.

### 3. Soda – zastosowanie

W skali światowej około połowa wytwarzanej sody kalcynowanej używana jest do produkcji szkła, 10% sody używa się do produkcji mydeł i detergentów, a 20% do różnego rodzaju chemikaliów. Szczegółową strukturę wykorzystania sody kalcynowanej na rynku światowym przedstawiono na lewym diagramie. W Europie natomiast więcej sody kalcynowanej używa się do produkcji szkła (głównie opakowaniowego), a mniej do wytwarzania mydeł i detergentów. Na prawym diagramie przedstawiono strukturę wykorzystania sody kalcynowanej na rynku europejskim. Od wielu lat struktura zużycia sody kalcynowanej nie ulega większym zmianom. W najbliższych latach również nie przewiduje się zasadniczych zmian w zastosowaniu sody.

Światowe zdolności produkcyjne sody kalcynowanej szacowane są na ok. 63 mln ton, z tego na Azję przypada 31 mln ton (49%), Europę – 15 mln ton (24%) i Amerykę Północną – 14 mln ton (22%).



Rys.1. Zastosowanie sody na świecie (po lewo) Zastosowanie sody w Europie (po prawo)[1]

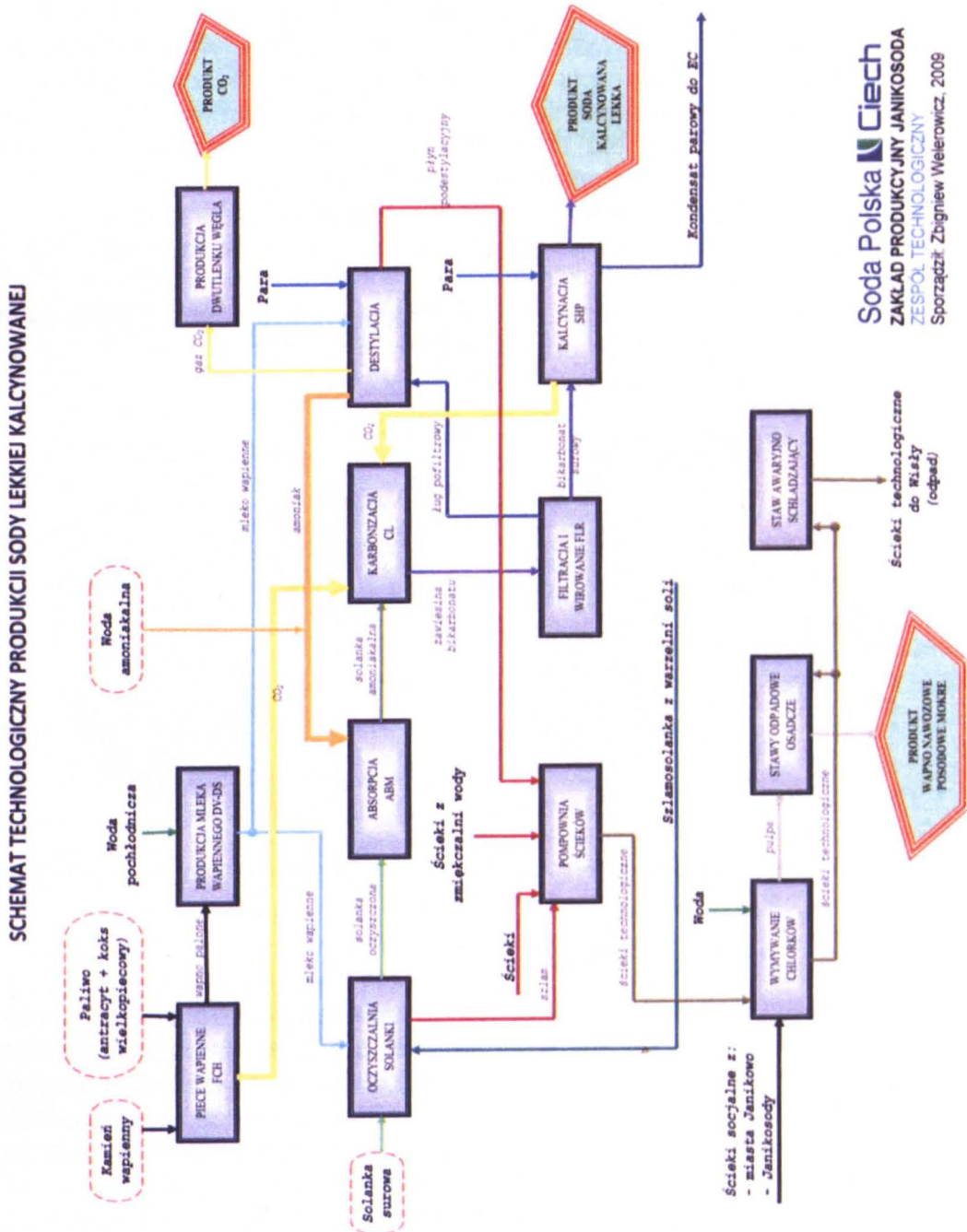
### 4. Zakłady Janikosoda - zwiedzanie

Na początku naszego pobytu w zakładach Janikosoda SA przewodnik zabrał nas do biura i zaprezentował nam makietę zakładów, gdzie pokrótce opowiedział nam o historii, budowie i funkcjonowaniu zakładu. Ze względu na rozległość zakładu do zwiedzania wybrano dwie linie produkcyjne. Pierwszą była linia produkcji soli kuchennej (NaCl). Zapoznanie się z technologią produkcji soli rozpoczęliśmy od sterowni, kolejnym etapem było zwiedzanie hali, w której znajdowały się wyparki zatężające roztwór solanki, na końcu linii produkcyjnej obejrzelśmy chłodziarki fluidyzacyjne ochładzające końcowy produkt. Jako drugą zwiedzaliśmy linię produkcji sody (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), a tak naprawdę końcowy etap wytwarzania sody lekkiej. Etap ten obejmował zatężanie i suszenie końcowego produktu. Niestety czas i wymogi bezpie-

czeństwa nie pozwalał na dokładne zwiedzenie linii produkcyjnej, dlatego na koniec wycieczki otrzymaliśmy dodatkowo schematy technologiczne, które zamieszczamy poniżej.

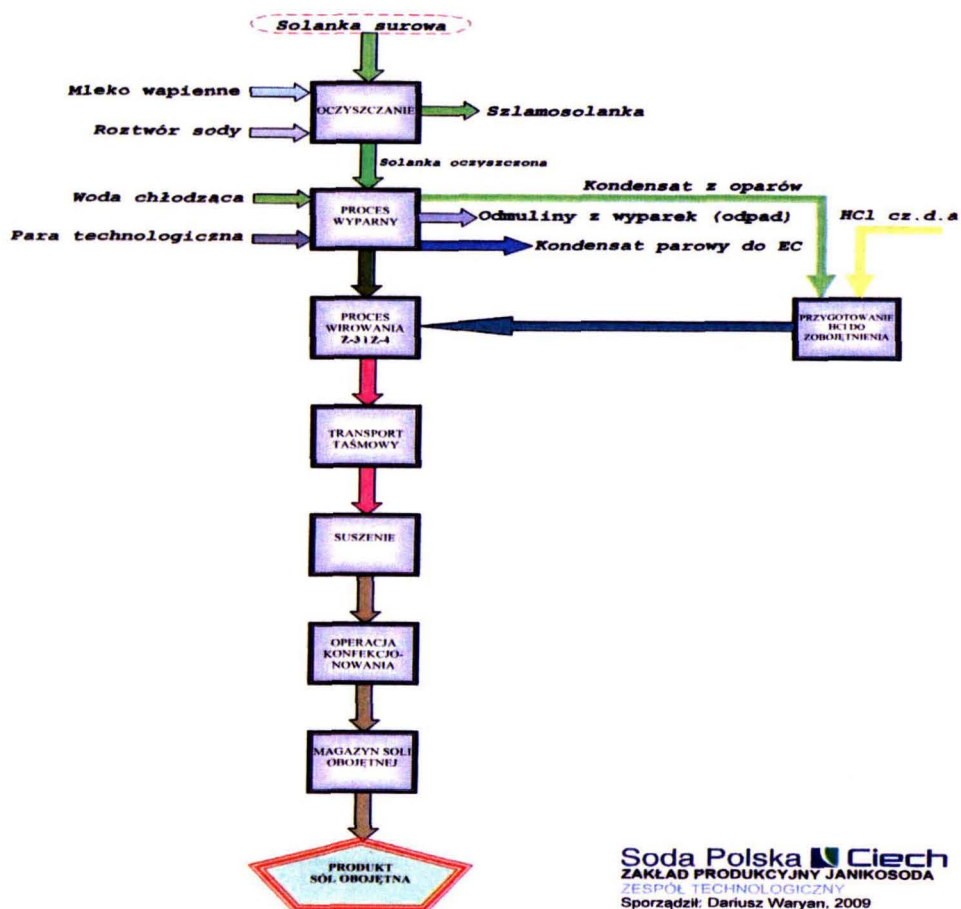
## 5. Schemat technologiczny

W zakładach Janikosoda S.A. soda produkowana jest metodą Solvaya.



Rys. 2 Schemat ideowy technologiczny produkcji sody lekkiej kalcynowanej w zakładzie w Janikowie [4]

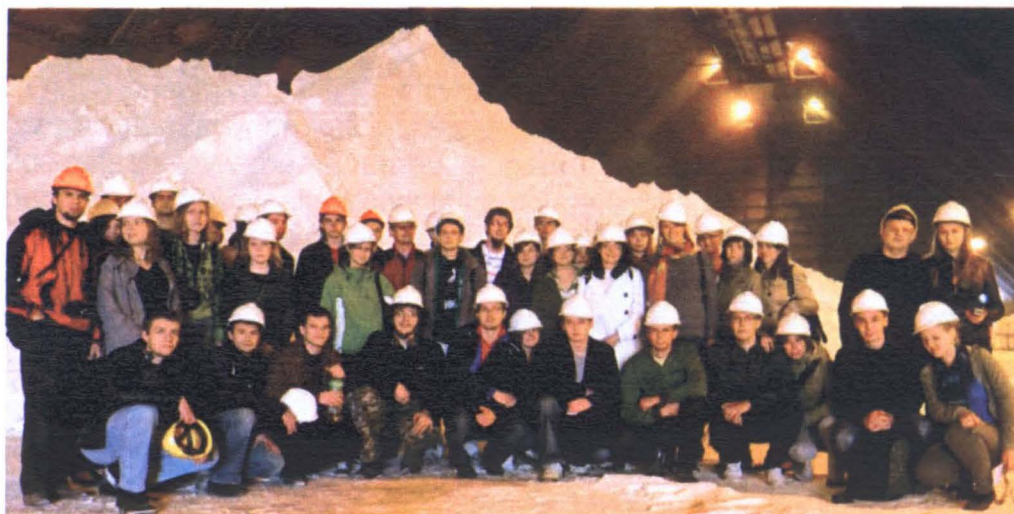
Substratami do produkcji sody jest: kamień wapienny, antracyt, koks wielkopieczowy, woda amoniakalna, oraz solanka. Kamień wapienny trafia wraz z antracytem i koksem do pieca wapiennego gdzie powstaje dwutlenek węgla i wapno palone (CaO). Wapno palone gasi się przy pomocy wody w kolejnym aparacie w wyniku, czego powstaje mleko wapienne (Ca(OH)<sub>2</sub>) używane do oczyszczania solanki i regeneracji amoniaku. Oczyszczona solanka trafia do absorbera gdzie reaguje z amoniakiem wytwarzając solankę amoniakalną, następnie solanka amoniakalna trafia do kolejnego aparatu gdzie następuje reakcja karbonizacji solanki amoniakalnej z dwutlenkiem węgla. Powstały półprodukt filtruje się i poddaje kalcynacji w wyniku, czego wydziela się dwutlenek węgla i powstaje gotowy produkt, którym jest węglan sodu.



Rys. 3. Schemat technologiczny produkcji soli obojętnej zakładzie w Janikowie [4]

Substratem do produkcji soli obojętnej (chlorku sodu) jest solanka surowa, z której po oczyszczeniu i zatężeniu powstaje gotowy produkt. Dodatkowo w procesie oczyszczania używa się mleka wapiennego i roztworu sody, po przeprowadzeniu, którego powstaje odpad w postaci szlamosolanki. Oczyszczona solanka poddawana jest procesowi wyparnemu, który zagęszcza roztwór przez odparowanie wody, aż do wykrystalizowania soli. Otrzymane w ten sposób kryształki soli oddziela się od pozostałej solanki w procesie wirowania. Następnie ziarenka soli suszy się w celu usunięcia

pozostałej wilgoci i odbiera, jako gotowy produkt., który następnie pakuje się i odstawia do magazynu.



Rys.4. Uczestnicy naszej wycieczki w magazynie soli obojętnej

## 6. Podsumowanie

Oprócz linii technologicznych studenci naszego wydziału mogli podczas wycieczki obejrzeć z bliska i poznać budowę aparatów, o których uczą się codziennie na zajęciach. Ułatwia to zrozumienie zasady ich działania oraz pozwala w namacalny sposób zobaczyć, że wiedza, którą jest nabywana ma praktycznie wykorzystywana w przemyśle. Nie bez znaczenia jest również naoczne przekonanie się o jakże wielkiej skali produkcji w zakładach tego typu.

### **Opracowali:**

Marcin Czyżewski  
Adam Płachta  
Kamil Stolarek

### **Opiekun naukowy:**

dr inż. Jarosław SOWIŃSKI

### **Recenzent:**

dr hab. inż. Jerzy SĘK, prof. PŁ

### **Literatura:**

- [1] <http://www.chemiaibiznes.com.pl/artykuly/pokaz/31.html>, 01.11.2011
- [2] [http://www.sodapolskaciech.pl/PL/Spolka/Strony/Zaklad Produkcyjny JANIKOSODA.aspx](http://www.sodapolskaciech.pl/PL/Spolka/Strony/Zaklad_Produkcyjny_JANIKOSODA.aspx) 01.11.2011.
- [3] Jacek Molenda, *Technologia chemiczna*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1988, s. 235-236.
- [4] Opracowania wewnętrzne Soda Polska CIECH sp. z o.o.





## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szkłarska Poręba 2011 rok

### PRAKTYKI STUDENCKIE NA UKRAINIE

#### 1. Wstęp

*Jesteśmy studentami kierunku Inżynieria Chemiczna i Procesowa* i członkami Koła naukowego OKTAN. Nasze prace i zaangażowanie w różnorodnych projektach, sympozjach poza dobrą zabawą i możliwością zgłębiania wiedzy, daje też pewne profity i możliwości, którymi są na przykład, pierwszeństwo uczestnictwa w różnego rodzaju wyjazdach i imprezach.

Wiosną 2011 Politechnika Łódzka podpisała umowę o współpracę z Narodowym Politechnicznym Uniwersytetem w Charkowie. W ramach tej współpracy były zorganizowane praktyki dla studentów obu uczelni, których celem było poznanie kultury, obyczajów, przemysłu oraz systemu nauczania w obu krajach. W praktykach uczestniczyli członkowie koła naukowego, oraz wydziałowej rady studentów.

#### 2. Przebieg praktyk

Relację z przebiegu praktyk należy rozpocząć od przyjazdu studentów ukraińskich 28 sierpnia do Łodzi. Naszym zadaniem było rozplanowanie zajęć dla naszych gości. W planie było między innymi zwiedzanie najbardziej znanych łódzkich obiektów kultury i sztuki oraz zakładów przemysłowych. Poza Łodzią nasi goście zobaczyli stolicę, a wieczorem, w celu lepszego zintegrowania organizowaliśmy im wyjścia do klubów studenckich. Po pracowitym tygodniu 4 września wszyscy razem udaliśmy się do Katowic, a stamtąd samolotem do Kijowa i dalej busem do Charkowa.

##### 2.1. Podróż i pierwsze spostrzeżenia

Po odbyciu odpraw na lotnisku, niektórzy z nas po raz pierwszy zobaczyli Ukrainę. Nasze pierwsze odczucia były mieszane, aczkolwiek dobry humor towarzyszący nam podczas podróży i solidna opieka uspokoiły nasze obawy. Ukraina jest największym krajem w Europie leżącym na jej wschodzie. Na obszarze 603 700 km<sup>2</sup> żyje 45 706 126 mieszkańców [1]. Podczas podróży do Charkowa dostrzegliśmy, że miasta są znacznie od siebie oddalone i w praktyce właśnie w nich skupia się cała aktywność ludzi. Skutkuje to bardzo dużym zróżnicowaniem statusu majątkowego ludzi. Charków jest drugim co do wielkości miastem Ukrainy i był jej pierwszą stolicą. W Charkowie przekonaliśmy się, że jego mieszkańcy w większości posługują się językiem rosyjskim, co wprawiło nas w zdumienie. Okazuje się, że powodem

tego są znaczne wpływy Rosji w tym obszarze. Dniepr płynący przez środek Ukrainy jest granicą w sposobie myślenia ludzi i kierunku prowadzenia polityki. Dostrzegliśmy, że zachodnia część Ukrainy dąży do europejskiego stylu życia natomiast wschodnia swą przyszłość widzi we współpracy z Rosją.

## 2.2. Zakwaterowanie i oficjalne przywitanie

Ukraińcy okazali się bardzo gościnni. Po przyjeździe na miejsce, rozlokowali nas w przytulnym akademiku przeznaczonym dla doktorantów. Nawet panie sprzątaczkę chętnie z nami rozmawiały i rozpieszczały nas łakociami, było to bardzo przyjemne. Następnego dnia rano poznaliśmy zwyczaje kulinarne. Tradycją ukraińską jest spożywanie trzech obfitych posiłków dziennie, dzięki temu, jedni szczęśliwi, drudzy nie, wróciliśmy do Polski z kilkoma kilogramami więcej.

## 3. Politechnika Charkowska

Nasi ukraińscy gospodarze zaplanowali szereg oficjalnych spotkań. Wizytę w Narodowym Politechnicznym Uniwersytecie rozpoczęliśmy od spotkania z Rektorem odpowiedzialnym za współpracę międzynarodową. Po krótkim spotkaniu udaliśmy się do budynku wydziału Chemicznego na spotkanie z dziekanami wydziałów Aparatury Procesów Chemicznych oraz Ekologii i Kontroli Środowiska

Przyjmujący nas gospodarze chętnie opowiadali o uczelni i zachęcali do współpracy. Odnosili się do nas z dużą sympatią. Podczas rozmowy z Dziekanem dowiedzieliśmy się wielu informacji o systemie kształcenia na Politechnice jak i na Ukrainie. Podobnie jak w Polsce, system kształcenia jest trójstopniowy i obejmuje: szkołę podstawową, gimnazjum, szkołę średnią oraz wyższą [2]. Różnicą natomiast jest długość edukacji uczniów w szkole, przez co studia na uczelniach wyższych można rozpocząć już w wieku siedemnastu lat [5]. Ponadto językiem wykładowym w szkołach jest nie tylko język ukraiński, ale także rosyjski.



Rys. 1 Rozmowa z Dziekanami

Charkowski Uniwersytet Techniczny jest najstarszą techniczną uczelnią na Ukrainie założoną w 1885 roku. Na uczelni tej studiuje około 25 tys. osób na 25 wydziałach, z czego największymi Wydziałami są [4]:

a. Wydział Mechaniczny

- b. Wydział Źródeł Energii
- c. Wydział Chemii Węgla
- d. Wydział Aparatury Procesów Chemicznych

Studia trwają 6 lat w dwustopniowym toku nauczania. Na tytuł inżyniera („bakaławra”) i inżyniera specjalisty („bakaławra” specjalisty) pracuje się przez pierwsze 4 lata, natomiast tytuł magistra otrzymuje się po 1,5 lub 2 latach w zależności od typu studiów [5].

Charkowski uniwersytet techniczny utrzymuje kontakt międzynarodowe niemalże ze wszystkimi krajami Europejskimi, a w szczególności z niemieckimi i austriackimi uniwersytetami. Poza Europą ożywiona współpraca naukowa prowadzona jest ze Stanami Zjednoczonymi, Chinami i Koreą [4]. Współpraca między naszymi uczelniami dopiero się rozpoczyna, dlatego też programy współpracy międzyuczelnianej nie są jeszcze dobrze rozwinięte, a realizacja części studiów za granicą jest praktycznie nie możliwa. Wszyscy jednak mamy nadzieję, że z czasem się to zmieni.

Ważnym elementem w edukacji studentów jest kultywowanie tradycji i pielęgnowanie historii. Także w Charkowskim Narodowym Uniwersytecie Technicznym prowadzone jest z wielki pietyzmem i dbałością muzeum uczelniane, dlatego też w planie naszego pobytu zaplanowane było zwiedzanie tegoż muzeum. Zostało ono założone 29 grudnia 1972 roku i przedstawia chronologię rozwoju tej uczelni, kładąc znaczny nacisk na charakterystyczne jej postacie. Wśród kadry wykładowców znajduje się 86 wybitnych naukowców oraz około 100 laureatów nagród rządowych w dziedzinie nauki i technologii. Najślawniejszymi bohaterami politechniki i całego narodu są między innymi: Aleksander Grigoriewicz Iwczenko. (1903-1968), Znany ukraiński konstruktor radzieckich silników lotniczych, szef biura konstrukcyjnego, powstałego w 1945 przy wytwórni silników w Zaporozżu oraz Josef Kotin - pionier i projektant czołgów radzieckich [6].

W muzeum znajduje się około 9 tysięcy eksponatów rozłożonych w porządku historycznym, z czego niemalże 2000 materiału jest oryginalnych. Ciągły rozwój muzeum jest możliwy dzięki współpracy studentów z wykładowcami przeszukującymi źródła historyczne związane z uczelnią. Dzięki tej wzajemnej pracy muzeum to otrzymało w 1989 roku nagrodę w konkursie muzeów uniwersyteckich [6].



Rys. 2 Muzeum Politechniki Charkowskiej

#### 4. Przemiany przemysłowe oraz historia ich kształtowania

Kolejnym interesującym dla nas zagadnieniem, jako przyszłych inżynierów, było zwiedzanie zakładu przemysłowego w Charkowie. Szczególny rozwój przemysłowy na Ukrainie miał miejsce już w latach 1929-32. Nazywało się to planem pięcioletnim, którego ideą było zwiększenie produkcji przemysłowej o 250%. Przeznaczenie środków na rozwój przemysłowy na Ukrainie stanowiło 20% całych środków do rozwoju Związku Radzieckiego, uwzględniając kolektywizację wsi oraz przemiany industrialne w całym Związku Radzieckim. Kładziono szczególny nacisk na wydobycie metali niezależnych, węgla i rud żelaza. Stąd znaczny rozwój górnictwa, hutnictwa żelaza, przemysłu maszynowego, elektrochemicznego oraz przemysłu środków transportu. W Charkowie produkcja skupiała się głównie na budowie maszyn dla górnictwa i hutnictwa oraz energetyki, produkcji obrabiarek, aparatury chemicznej, maszyn rolniczych, lokomotyw spalinowych oraz samolotów [3]. Obecnie przemysł na Ukrainie przechodzi przez fazę restrukturyzacji. Jest to związane zmianami politycznymi w wyniku, których Ukraina uzyskała niepodległość w 1991 r. Jak dotąd, niemalże wszystkie zakłady przemysłowe na Ukrainie były upaństwowione. W chwili obecnej jednak, kiedy wprowadzono gospodarkę rynkową, zakłady musiały sobie poradzić w nowej rzeczywistości. Większości z nich jednak się nie udało i upadły, pozostawiając po sobie wolne przestrzenie, ogromne hale, których ponowne zagospodarowanie dopiero następuje.

Przykładem zagospodarowania takich przestrzeni był zakład przetwórstwa surowców wtórnych, który mieliśmy przyjemność odwiedzić. Odbywa się tam proces wytwarzania granulatu z tzw. bigbagów. Granulat też służy do produkcji plastikowych pojemników. Podobne przedsiębiorstwo widzieliśmy w toruńskiej Elanie, gdzie to zbliżonymi metodami dokonywano przerobu butelek PET. W Polsce jednak automatyzacja procesów jest znacznie bardziej rozwinięta a bezpieczeństwo osobiste załogi na dużo wyższym poziomie.



Rys.3 Zakład przetwórstwa wyrobów wtórnych



Rys. 4 Cmentarz ofiar totalitaryzmu

## 5. Rozwój kulturalno-obyczajowy

Celem praktyk było nie tylko zapoznanie się z podstawowymi informacjami dotyczącymi naszej dziedziny zainteresowań, ale także poznanie kulturalny, obyczajów oraz historii Ukrainy. Gospodarze zapewnili szereg wycieczek w różne, ciekawe miejsca.

Odwiedziliśmy muzea sztuki garncarstwa i ceramiki, gdzie poznaliśmy tradycyjne metody wytwarzania przedmiotów z gliny. Zmieniło to nasz dotychczasowy pogląd na postrzeganie garncarstwa, jako zwykłego wytwarzania naczyń codziennego użytku. Doświadczaliśmy, że prace te mają głęboki wydźwięk emocjonalny, a ludzie, którzy zajmują się tym rzemiosłem poświęcają temu całe życie i wkładają w to całe serce. Pani przewodnik oprowadzająca nas po jednym z takich muzeów uświadomiła nam, że każda z tych rzeźb niesie ze sobą przesłanie życiowe.

Sami mieliśmy przyjemność spróbować naszych umiejętności manualnych podczas formowania naczyń glinianych.

Zabrano nas także na Cmentarz Ofiar Totalitaryzmu na przedmieściach Charkowa. Dla nas Polaków jest to szczególnie ważne miejsce, gdyż spoczywają tam polscy oficerowie brutalnie zamordowani przez NKWD podczas drugiej wojny światowej. Nasz dotychczasowy dobry nastrój, pochłonęła atmosfera smutku, żalu i zadumy. Było to spowodowane nie tylko chęcią wyrażenia szacunku wobec poległych, ale także faktem odnalezienia wśród nagrobków krewnych przez jednego z naszych kolegów.

Zaaranżowano nam również wycieczkę do Połtawy, podczas której zatrzymaliśmy się w muzeum lotnictwa. Pośród wszystkich eksponatów znalazły się samoloty, które wciąż były w użytku. Nasz przewodnik bardzo ciekawie opowiadał historię każdego z nich a po usłyszeniu wszystkich wiadomości mogliśmy wejść do wielkiego bombowca i zasiąść za sterami.

W Połtawie znajdowało się także muzeum Bitwy Połtawskiej jednej z najważniejszych bitew w historii Europy. Oprowadzająca nas Pani po muzeum, bardzo dobrze mówiła po polsku, specjalnie dla nas zrezygnowała ze swojego urlopu po to, aby mogła nam przybliżyć przebieg tej bitwy.

W celach turystyczno-krajoznawczych odwiedziliśmy Narodowy Park Gamolszy. Zobaczyliśmy tam wiele ciekawych gatunków roślin i zwierząt żyjących na tych terenach Ukrainy. W dniu naszego pobytu park ten obchodził swoją ósmą rocznicę powstania, dlatego nie zdziwił nas widok ekipy telewizyjnej na miejscu. Sami mieliśmy możliwość udzielenia wywiadu dla ukraińskiej telewizji. Ponieważ park ten jest stosunkowo młody pieszki szlaki nie są jeszcze dobrze wyznaczone i pieszki wycieczki były dość męczące. Jednakże nie przeszkadzało nam to zbytnio, mieliśmy przyjemność skosztować tradycyjnej kuchni gruzińskiej, przyrządzonej przez dwóch naszych kierowców pochodzenia gruzińskiego.



Rys. 5 Szaszłyki przyrządzone przez kierowców

## 6. Podsumowanie

Pobyt na Ukrainie zmienił nasz sposób postrzegania Ukrainy poprzez stereotypy kreowane w Polsce. Ukraina jest krajem politycznie podzielonym. Skutkuje to brakiem konkretnych decyzji i jednoznacznym ukierunkowaniem na rozwój, dlatego też w tym młodym ustroju demokratycznym znajdują się przejawy poglądów z poprzedniego ustroju. To nie prawda, że Ukraina jest krajem biednym, jest ona krajem o dużej dysproporcji w statucie majątkowym mieszkańców. Jednakże plusami tego jest otwartość w kontaktach z obcokrajowcami. Ponieważ nie ma tam wielkich możliwości w realizowaniu swojej kariery, życie toczy się bardziej w atmosferze przyjaźni, wspólnego spędzania czasu. Praca jest ważnym elementem życia, nie jest jednak jego podmiotem. Polacy dążący do Europy w zawrotnym tempie, powinni czasami zastanowić się czy aby na pewno prawidłowo oznaczają swoje priorytety w życiu. Wyjazd na takie praktyki dał nam możliwość poznania innej kultury, mentalności, a przede wszystkim ludzi, co może zaowocować dalszą współpracą w przyszłości. Przez to, że nie znaliśmy wspólnych języków nauczyliśmy się tolerancji wobec siebie, cierpliwości, spokoju i opanowania, a także powściągliwości w niektórych tematach dyskusji. Dzięki organizacji czasu w Łodzi nauczyliśmy się współpracy i odpowiedzialności za naszych gości.

O tym jak bardzo pozytywny wpływ wywarł na nas pobyt na Ukrainie, świadczy fakt, iż niektórzy z nas rozpoczęli naukę języka rosyjskiego. Zachęcamy wszystkich do odbycia podobnych praktyk jest naprawdę warto.



Rys. 6 Uczestnicy

**Opracowali:**

Robert Filipczak  
Łukasz Wieczorek

**Opiekun naukowy:**

dr inż. Jarosław SOWIŃSKI

**Recenzent:**

dr hab. inż. Jerzy SĘK, prof. PŁ

## Literatura:

- [1] Ukraina / Andrew Evans ; t. Bartłomiej Szymkowski, Marcin Wronikowski, Barbara Banasiuk. - Warszawa : Wydawnictwo G + J RBA, 2008.
- [2] Wielka encyklopedia PWN. T.28, Traszki - Warszawska Kolina / red. Jan Wojnowski. - Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
- [3] Ukraina: narodziny nowoczesnego narodu/S. Yekelchuk- Kraków, 2009.
- [4] Yesterday, Tomorrow, Today (ang.), [Online], [Dostęp: 11.11.11], <http://www.kpi.kharkov.ua/en/abiturient/>
- [5] Educational and Research Board (ang.),[Online] ,[Dostęp: 11.11.11], <http://www.kpi.kharkov.ua/en/education/>
- [6] Muzeum (ang.),[Online] ,[Dostęp: 11.11.11], <http://www.kpi.kharkov.ua/en/home/museum/>





## VI SYMPOZJUM STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska  
Szkłarska Poręba 2011 rok

### DIALOG Z TRADYCJĄ – RETROSPEKCJA UDZIAŁU W KONKURSIE ARCHITEKTONICZNYM NA PROJEKT DOMU JEDNORODZINNEGO NA WARMII I MAZURACH

#### 1. Architektura Warmii i Mazur

##### 1.1. *Opis krajobrazu Warmii i Mazur*

Obszar Warmii i Mazur, nazywany często „Krajiną tysiąca jezior”, stanowi malowniczy krajobraz jednego z 16 województw Polski, gdzie „strażnicy krajobrazu”<sup>3</sup> w mądry i przemyślany sposób starali się przez lata kształtować jego przestrzeń. Region ten, słynący ze swej złożonej i zawilej historii styku różnorodnych kultur, posiada niezwykle zróżnicowane ukształtowanie terenu, umiejętnie przeplatane zagrodami drewnianych oraz murowanych gospodarstw. Ukształtowany regionalizm pozwolił na wytworzenie się i kształtowanie własnej tożsamości regionu, a tym samym na wykryształizowanie wzorców tradycyjnych form architektury, z których czerpać może współczesny projektant.

Atrakcyjność krajobrazu tej części północnej Polski stanowią przede wszystkim liczne skupiska jezior oraz rozległe tereny zielone. Specyfika *genius loci* tej części naszego kraju, zachęca do odwiedzania terenów Warmii i Mazur i obcowania z ich urokami.

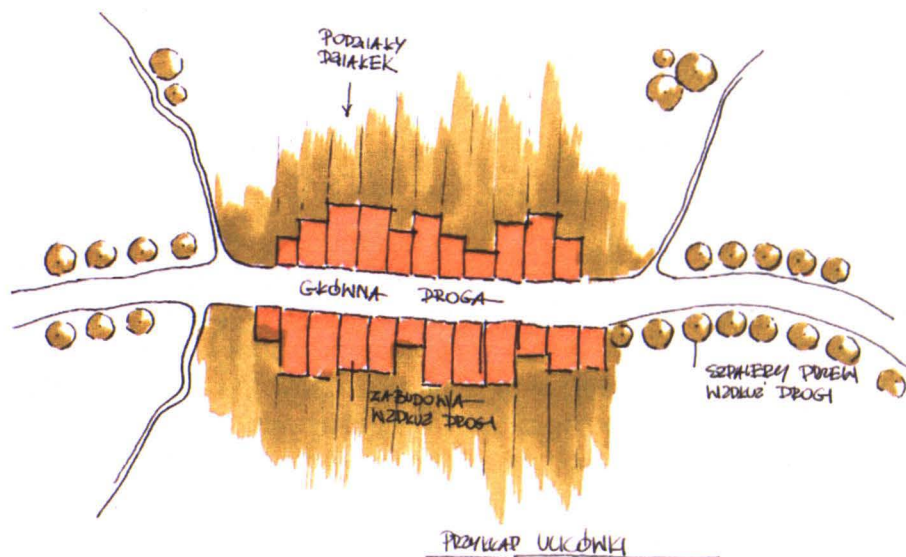
##### 1.2. Charakterystyczne układy przestrzenne wsi

Bardzo wyraźnym i spójnym elementem pejzażu warmińsko-mazurskiego są położone pomiędzy zielonymi wzgórzami i zbiornikami wodnymi wsie. Obowiązujące na tych terenach przez długie lata restrykcyjne prawo pruskie, określające ściśle charakter, usytuowanie czy też wysokość zabudowy pozwoliło na wytworzenie się charakterystycznych elementów pejzażu warmińsko-mazurskiego, a tym samym silne zdefiniowanie krajobrazu poprzez osadnictwo<sup>4</sup>. Ujednoclenie zabudowy oraz stosunkowo jednorodne jej sytuowanie na poszczególnych działkach, zaowocowały regularnym i harmonijnym krajobrazem.

<sup>3</sup> I. Liżewska, *Tradycyjne budownictwo wiejskie na Warmii i Mazurach*, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2007, s. 7

<sup>4</sup> M. Bartoś, B. Zalewska, *Architektura w krajobrazie Warmii i Mazur*, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2003, s. 11 - 16

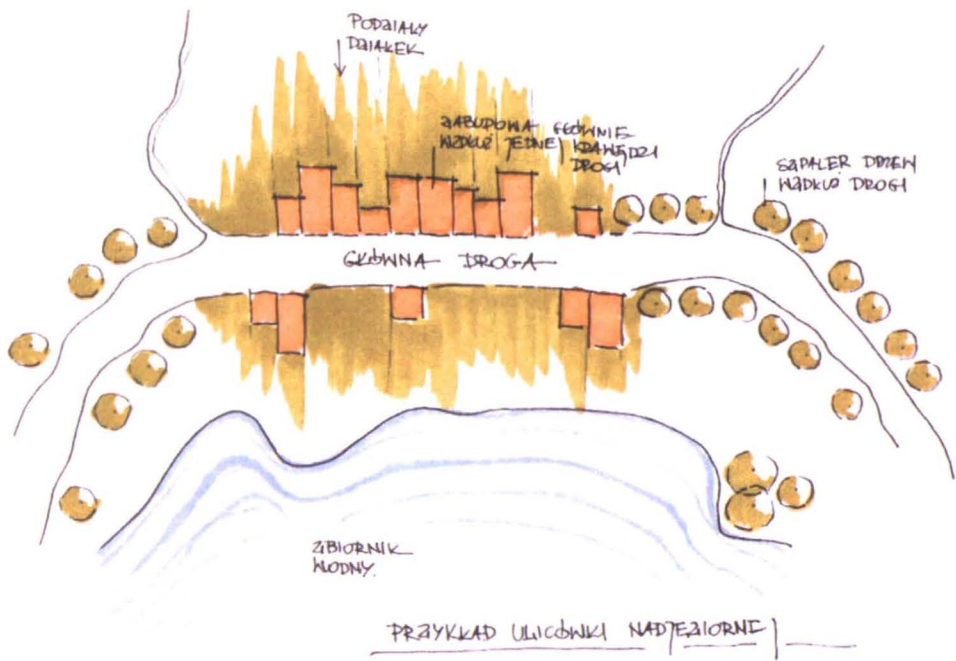
Dzięki temu przez lata historii wykrystalizowały się charakterystyczne układy przestrzenne wsi warmińsko-mazurskich, rozpoczynając od zabudowań działek wzdłuż głównych ulic, typowych dla osadnictwa krzyżackiego, poprzez bardziej owalne układy przestrzenne sytuowane wzdłuż dwóch dróg połączonych na wjeździe oraz wyjeździe<sup>5</sup>. Wsie ulicówki, jako podstawowa forma typowej osady warmińsko – mazurskiej, miały jednak swoje odmiany, uzależnione od ich lokalizacji. Wyróżnić bowiem możemy ulicówki zwykłe oraz ulicówki nadjeziorne, które - jak sama nazwa wskazuje - zlokalizowane były nad zbiornikami wodnymi, z powodu czego zabudowa lokalizowana była jedynie po jednej stronie drogi<sup>6</sup>.



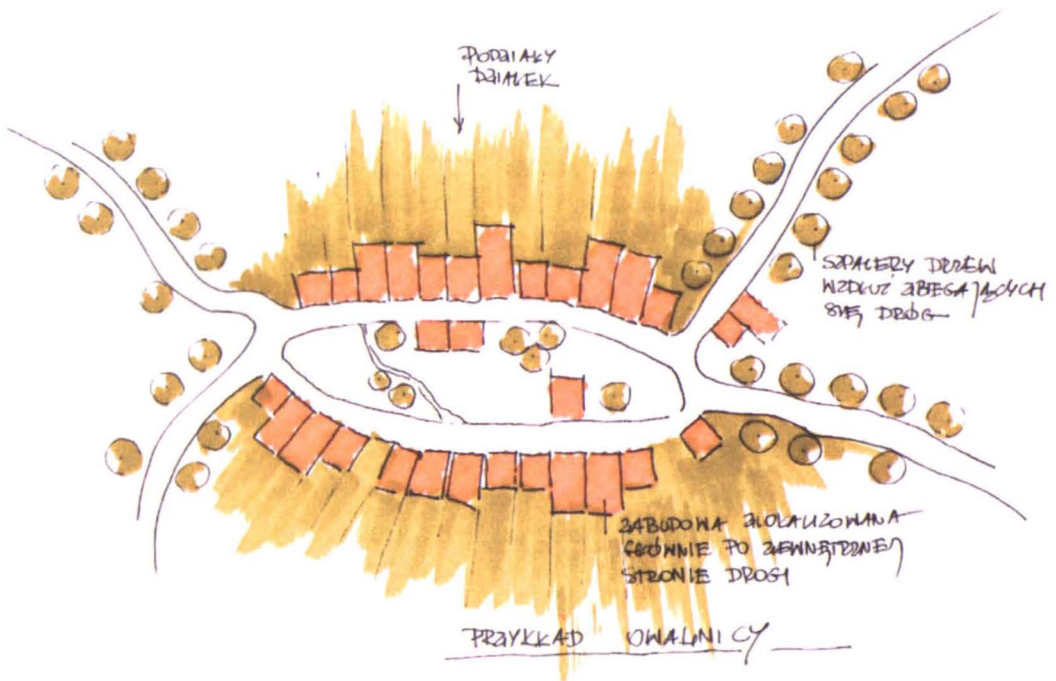
Rys.1. Przykład ulicówki (szkic własny)

5 I. Liżewska, Op. cit., s. 11-19

6 Tamże, s. 20



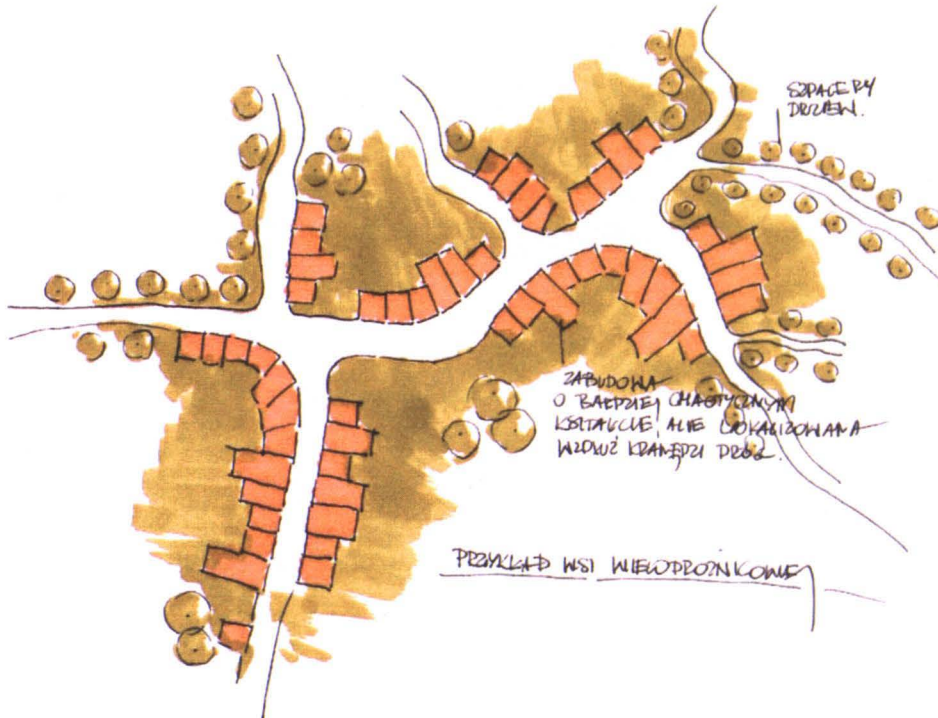
Rys.2. Przykład ulicówki nadjeziornej (szkic własny)



Rys.3. Przykład wsi owalnicowej (szkic własny)

Bardziej zróżnicowanym w swej formie, późniejszym układem przestrzennym wsi warmińsko-mazurskich, powstałym w wyniku rozrastania się oraz naturalnych przekształceń ulicówek i wsi owalnicowych, jest wieś wielodrożnicowa. Pierwotne układy zostały zróżnicowane poprzez liczne, dodatkowe drogi poprzeczne, rozwidlenia oraz bardziej różnorodne kształty samych gospodarstw. Powstały w ten sposób osady o bardziej skompliko-

wanych strukturach. Przemiany te spotykały przede wszystkim duże osady parafialne bądź gminne<sup>7</sup>.



Rys.4. Przykład wielodrożnicowej (szkic własny)

### 1.3. Charakterystyczne typy zabudowy

Na omawianych terenach odnaleźć możemy dwa sposoby sytuowania zabudowy na działkach zagrodowych. Pierwszy, eksponujący frontową elewacją domów mieszkalnych, to typ kalenicowy. Wówczas budynek usytuowany był kalenicą równoległą do drogi, dzięki czemu głównym elementem fasady było wejście do domu, zwykle ozdobiane gankiem. Drugim sposobem był typ zabudowy szczytowej. W takim ułożeniu elewację frontową stanowił szczyt budynku z ozdobną stolarką drewnianą, a kalenica przebiegała prostopadle do drogi.

Zdarzały się również obszary, na których wyróżnione powyżej typy zabudowy mieszały się za sobą tworząc zabudowę szczytowo-kalenicową, wzbogaconą licznymi ogrodami użytkowymi oraz sadami.<sup>8</sup>

### 1.4. Opis typowej architektury

Pomimo, iż obszar Warmii i Mazuru uchronił się przed wszechobecną industrializacją,

<sup>7</sup> Tamże, s. 11-19

<sup>8</sup> M. Zwierowicz, *Warmia i Mazuru – Krajobraz odziedziczony w Zachowane – ocalone? O krajobrazie kulturowym i sposobach jego kształtowania* pod redakcją I. Liżewskiej i W. Knercera, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2003, s. 50 – 51

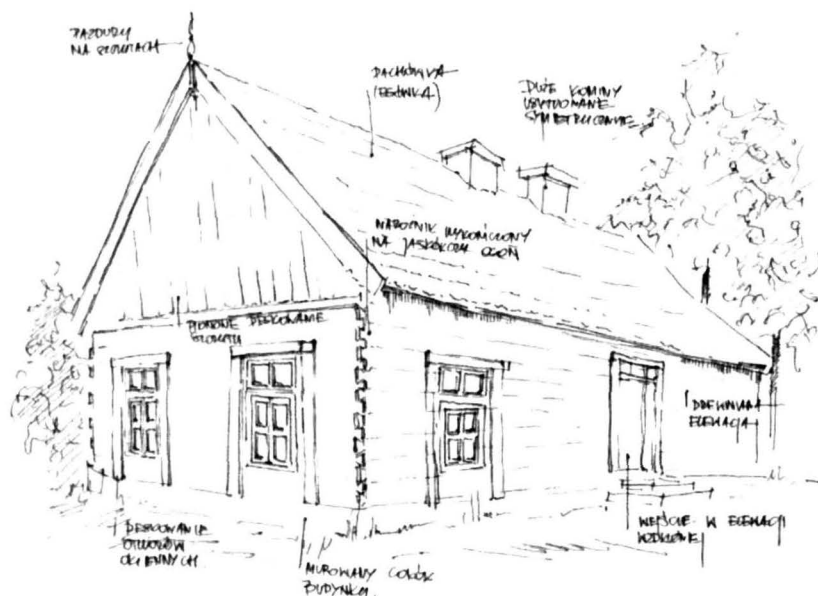
a tym samym wprowadzaniem licznej architektury przemysłowej, nie udało się zachować w całości dawnej tradycyjnej architektury przed niszczycielskim działaniem czasów nowożytnych. Wiele strat w tradycyjnej zabudowie poczyniły degradacja oraz przekształcenia istniejącej architektury w ośrodki rekreacyjne, ośrodki wczasowe, czy też gospodarstwa agroturystyczne, pozostające bez związku z lokalnymi obyczajami i tradycjami.

Jednakże, pomimo tych nielicznych negatywnych incydentów, w krajobrazie Warmii i Mazur do dziś odnaleźć możemy sztandarowe przykłady zarówno architektury drewnianej, jak i murowanej. Bogata stolarka, oryginalne zdobnictwo, typowe tradycyjne materiały budowlane czy też żywe przykłady tradycyjnego rzemiosła budowlanego, są dziś obecne na tych ziemiach. Architektura drewniana stanowi zabudowę starszą i ją omówimy jako pierwszą.

Dopiero XIX wiek przyniósł na tereny warmińsko-mazurskie zabudowę murowaną.

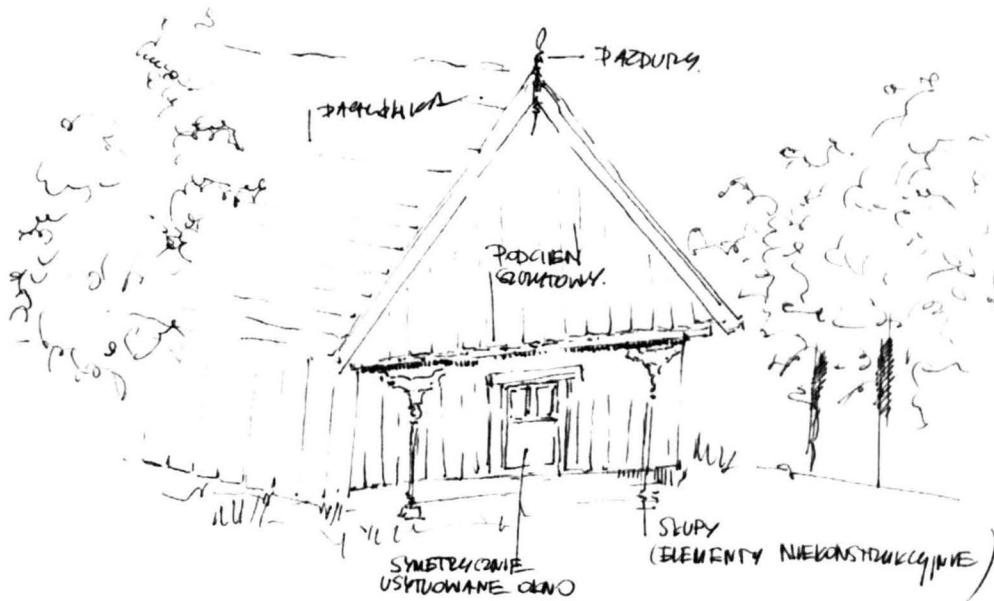
#### 1.4.1. Architektura drewniana

Architektura drewniana to przede wszystkim domy wykonane w konstrukcji wieńcowej. Bardzo charakterystycznym elementem domów drewnianych były tak zwane podcienia szczytowe. Podcienia te występują jedynie na terenach Warmii i Mazur, ze względu na charakterystyczną konstrukcję detalu. Znajdujące się pod podcieniem bogato zdobione słupy, nie stanowią elementów konstrukcyjnych wysuniętej ściany i nie dźwigają one ciężaru dachu. Dodatkowo nie mają one również funkcji użytkowej, ponieważ odległość wysunięcia poddasza poza lico parteru wynosiła około 20 – 60 cm<sup>9</sup>.



Rys.5. Przykład tradycyjnego domu drewnianego (szkic własny)

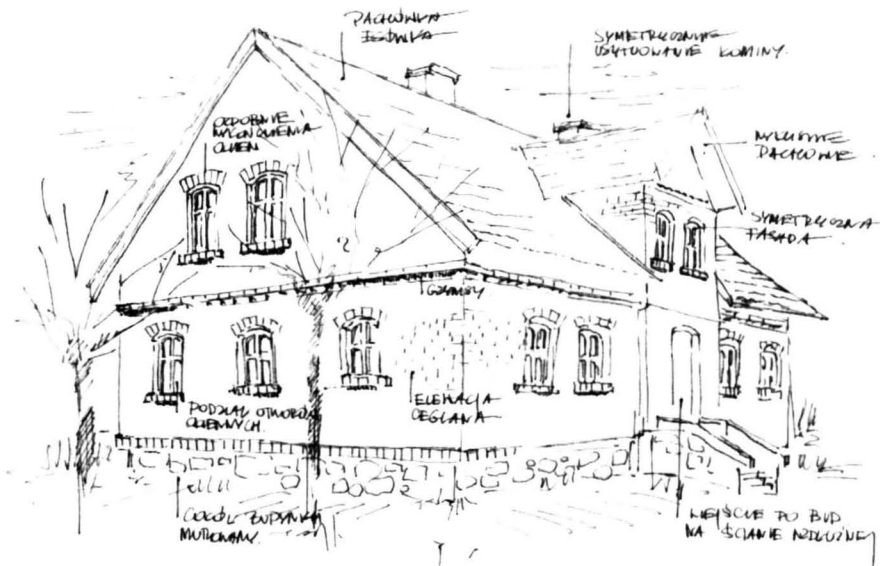
<sup>9</sup> M. Bartoś, B. Zalewska, Op. cit., s. 21 - 23



Rys.6. Przykład podcienia szczytowego w domu drewnianym (szkic własny)

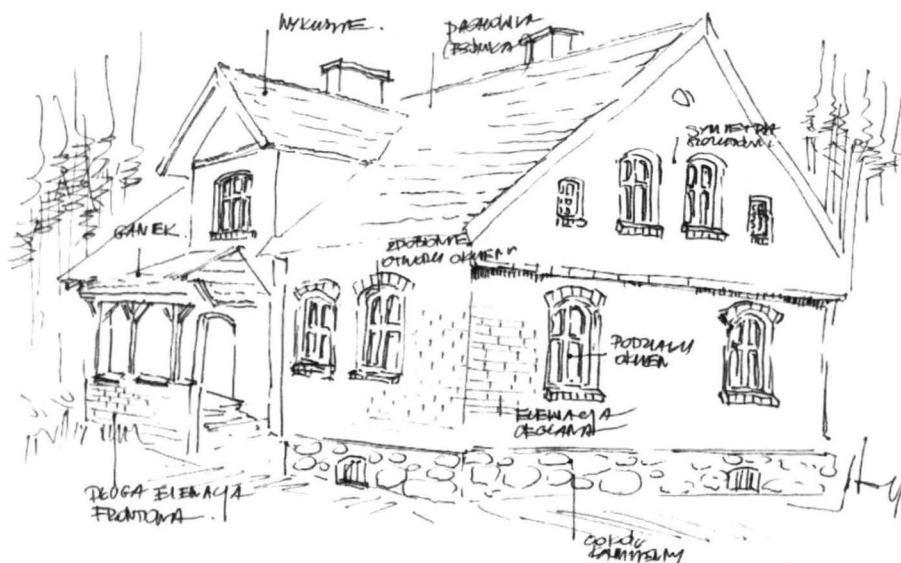
#### 1.4.2. Architektura murowana

Nadejście drugiej połowy XIX wieku przyniosło terenom Warmii i Mazur znacznie większą ilość zabudowy murowanej, która powoli zaczęła wypierać dawną architekturę drewnianą. Najpowszechniej występującą na omawianych terenach zabudową, jest dom mieszkalny murowany z cegły, parterowy, założony na planie prostokąta, przykryty dachem dwuspadowym z czerwonej dachówki<sup>10</sup>



Rys.7. Przykład domu murowanego (szkic własny)

<sup>10</sup> J. Wysocki, *Zróżnicowanie regionalne budownictwa wiejskiego Warmii i Maur*, Olsztyn 2010, s.101-102



Rys.8. Przykład domu murowanego (szkic własny)

Pewną odmianą domu murowanego z cegły stały się budynki otynkowane, które w swej formie nie różniły się od domów z nietynkowanej cegły. Stosowanie tynku rozpowszechniło się na terenach Warmii i Mazur głównie ze względu na jego porowatą, szorstką fakturę, dającą możliwość tworzenia różnych zestawień materiałowych, na przykład szorstkiego tynku i gładkiego detalu, czy też wykrystalizowania faktury cokołu budynku<sup>11</sup>.

## 2. Konkurs „Dialog z tradycją”

W roku 2010 **Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego** we współpracy z Krajowym Ośrodkiem Badań i Dokumentacji Zabytków (Oddział Terenowy w Olsztynie) oraz Stowarzyszeniem Architektów Polskich (Oddział w Olsztynie) ogłosił konkurs powszechny na **projekt architektoniczno-budowlany wolnostojącego domu jednorodzinnego dla terenów wiejskich Województwa Warmińsko-Mazurskiego**, w drodze którego powstać miały gotowe projekty domków jednorodzinnych, które w współczesny sposób nawiązywać miały do tradycyjnej architektury regionu Warmii i Mazur. Celem konkursu było stworzenie gotowego katalogu projektów, z którego korzystać mogą współcześni klienci.

### 2.1. Omówienie zasad konkursu

Celem konkursu było znalezienie nowych wzorców zabudowy jednorodzinnej, będących współczesną kontynuacją najlepszych tradycji budownictwa wiejskiego na terenie województwa warmińsko-mazurskiego. Sąd konkursowy dodatkowo premiował projekty, w których równocześnie wyrażono dbałość o osoby o różnym stopniu sprawności fizycznej, środowisko naturalne oraz racjonalne gospodarowanie energią. Tym samym zadaniem konkur-

<sup>11</sup> Tamże, s. 71 - 73

sowym był projekt architektoniczny obiektu budowlanego przeznaczony do wielokrotnego zastosowania tzw. „projekt gotowy” wolnostojącego domu, który harmonijnie wpisze się w tradycyjny, wiejski krajobraz województwa warmińsko-mazurskiego<sup>12</sup>.

Projektowe wymogi konkursowe:

- Projekt architektoniczno-budowlany (bez branż) wolnostojącego domu jednorodzinnego o powierzchni do 175 m<sup>2</sup> netto dla czteroosobowej rodziny (małżeństwo plus dwójka dzieci różnej płci), zgodnego z tradycją budownictwa wiejskiego województwa warmińsko-mazurskiego
- Projekt architektoniczno-budowlany garażu (2 samochody) i pomieszczenia gospodarczego
- Koncepcja zagospodarowania działki bez uzbrojenia (Usytuowanie zabudowy na minimalnej modelowej działce)
- Uwzględnienie elementów małej architektury, zieleni oraz ogrodzeń
- Uwzględnienie założeń dotyczących instalacji: energia elektryczna z linii niskiego napięcia 220/380 V, woda z sieci wodociągowej, ścieki odprowadzone do sieci kanalizacyjnej.
- Spełnienie wymagań określonych przepisami oraz Polskimi Normami
- Zaproponowanie rozwiązań zapewniających wysoką energooszczędność, umożliwiających obniżenie kosztów eksploatacji domu (Zaprojektowane domy mają być propozycją dla rodzin o średnich dochodach i umiarkowanej zdolności kredytowej. Może to oznaczać konieczność rezygnacji z rozwiązań technologicznych, instalacyjnych i architektonicznych, które mogłyby znacznie zwiększyć koszty budowy.)
- aranżacja wnętrza (schemat umeblowania na planie)
- opis techniczny projektu
- zestawienie powierzchni (powierzchnia zabudowy, powierzchnia netto, powierzchnia całkowita, kubatura zgodnie z normą PN-ISO 9836:1997 „Właściwości użytkowe w budownictwie – określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”).<sup>13</sup>

Formalne wymogi konkursowe:

- plansza o wymiarach 70 x 100 cm na sztywnym, ale lekkim podkładzie (powierzchnię planszy należało umownie podzielić na 9 części i zapisać tekstem i opisanymi rysunkami w kolejności pokazanej na schemacie zamieszczonym w regulaminie konkursu)

---

<sup>12</sup> Regulamin konkursu Twój Dom – Dialog z tradycją, Załącznik do Uchwały Nr 40 / 791 / 10 / III Zarządu Województwa Warmińsko-Mazurskiego z dnia 24 sierpnia 2010 roku

<sup>13</sup> Tamże



- opis do projektu architektoniczno-budowlanego oprawiony w białą okładkę kartonową formatu A4, na którym powinna znajdować się tylko liczba identyfikacyjna pracy konkursowej
- forma elektroniczna (na płycie CD), zawierająca elementy, przedstawione na planszy oraz opis do projektu architektoniczno-budowlanego<sup>14</sup>



Rys.9. Plansza konkursowa naszego zespołu

## 2.2. Omówienie nadesłanych prac

Uczestnikami konkursu mogli być zarówno studenci, jak i aktywnie działające pracownie architektoniczne. Dodatkowo, jako uczestnik konkursu zgłoszona mogła być pojedyncza osoba, jak i zespół projektowy. Nie przewidziano w tym zakresie żadnych ograniczeń.

Na konkurs nadesłano około 180 prac w tym szacunkowo połowa to prace studenckie. Tak ogromne zainteresowanie konkursem było dużym zaskoczeniem dla jego organizatorów. Podstawowym kryterium oceny nadesłanych prac była weryfikacja zgodności projektów z wymaganiami konkursowymi oraz kontrola według zasad i wymagań zawartych w *Regulaminie Konkursu*. Żadna praca nie została jednak odrzucona w wyniku tej selekcji, a tym samym jury konkursowe przyjęło wszystkie 184 prace<sup>15</sup>.

## 2.3. Omówienie nagrodzonych prac

W konkursie wyłonione zostały trzy główne nagrody, w tym nagroda trzecia przyznana została dwóm biurom ex aequo, a także 24 prace zostały wyróżnione przez komisję. Wszystkie nagrodzone prace można obejrzeć na internetowej stronie konkursowej:

[http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7](http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7)

<sup>14</sup> Tamże

<sup>15</sup> [http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7](http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7), dokument elektroniczny, dostęp 27.10.2011

Omówmy zatem w kilku zdaniach nagrodzone prace, aby zarysować w ten sposób idee konkursu oraz oczekiwania jury.

Nagrodę pierwszą otrzymało biuro projektowe „AA” z siedzibą w Gdańsku. Zgodnie z oceną jury, którą również odczytać można na stronie internetowej konkursu, praca nagrodzona została za: „Udaną interpretację tradycyjnej zabudowy. Nawiązanie do lokalnych wzorców takich jak materiał i proporcje brył, zestawione z jednoznacznie współczesną formą, uzyskaną za pomocą układu kompozycyjnego i detalu. Forma architektury odpowiada funkcji: otwarcie od strony ogrodu, pełna elewacja z niewielkimi otworami od strony drogi. Czytelne rozwiązanie rzutu, dobre, współczesne zagospodarowanie otoczenia, ciekawe, klarowne wnętrza. Niewykorzystana szansa funkcjonalnego powiązania części gospodarczej i mieszkalnej. Wątpliwości budzi formalizm trójkątnego zakończenia otworu okiennego w ścianie szczytowej.”<sup>16</sup>

Nagrodę drugą otrzymało biuro projektowe „Górnik” z Sosnowca. Jury w następujący sposób wypowiedziało się na temat tego projektu: „Projekt elegancki w swej powściągliwej próbie odwołania się do tradycyjnego wzorca zabudowy. Klarowny i czytelny plan. Udany pomysł umieszczenia w przeszawie pomiędzy częścią gospodarczą i mieszkalną - formy zewnętrznego pokoju „pod dachem” oraz nawiązania do formy pierzei w otworach drzwiowych. Tradycyjne, ceramiczne materiały zestawione z ciemnymi, drewnianymi okiennicami. Przeskalowane i nie do końca zrozumiałe gzymsy w pasie na poziomie stropu nad parterem i podziały kominów”<sup>17</sup>.

Ostatnia nagroda przyznana została ex aequo dwóm biurom. Pierwsze z nich to zlokalizowane w Rzeszowie biuro projektowe „Orlewski”. Praca ta nagrodzona została za: „Udaną kontynuację tradycyjnej formy wyrażoną poprzez układ budynków, materiał i proporcje brył. Prostota i minimalizm. Dobry układ funkcjonalny z ustawionym w centrum domu dwustronnym kominkiem stanowiącym serce domu oraz patio w części dziennej. Dyskusyjny balkon między budynkiem mieszkalnym i gospodarczym oraz forma jego zadaszenia”. Drugim biurem, które otrzymało trzecią nagrodę była pracownia projektowa „NOW” z Łodzi. Uzasadnienie Sądu Konkursowego: „Ciekawa interpretacja tradycyjnego siedliska. Interesujący podział na część dzienną, nocną i gospodarczą w ramach oddzielnych brył, co umożliwiło zmniejszenie skali zabudowy i wydzielenie atrakcyjnych, kameralnych przestrzeni zewnętrznych. Przedłużeniem posadzek w domu są zewnętrzne drewniane trapy. Pozwala to na lepsze związanie domu z otoczeniem. Dobre proporcje całego założenia i współczesna kompozycja otworów”<sup>18</sup>.

Z zamieszczonych powyżej opisów, zauważyć można, iż nagrodzone prace łączy bardzo wiele elementów wspólnych. Jasno i klarownie rozwiązana funkcja wnętrza domu, prostota bryła oraz nawiązanie do tradycji zarówno formą obiektu, jak i materiałami budowlanymi, to główne aspekty wymieniane przez jury konkursowe w opisach zwycięskich prac. Nasuwa to wniosek, iż wielu projektantów w czasie swojej analizy i współczesnej interpreta-

---

<sup>16</sup> Tamże

<sup>17</sup> Tamże

<sup>18</sup> Tamże

cji tradycji budowlanych Warmii i Mazur, doszło do podobnych wniosków i wybrało podobne ścieżki projektowe. Dla naszego zespołu, stało się to bardzo ważnym spostrzeżeniem, ponieważ same na każdym etapie projektowym kierowałyśmy się tymi samymi zasadami, wzbogacając je o własne przemyślenia, dotyczące wnętrza domu i ogniska domowego. Przede wszystkim jednak, co naszym zdaniem wyróżniło nasz projekt spośród innych, postanowiliśmy sięgnąć znacznie głębiej w tradycje kulturowe Warmii i Mazur, nawiązując do archetypu tamtejszej zabudowy. Takie wnioski pozwalają przypuszczać, iż nasza droga projektowa była właściwa.

### **3. Prezentacja projektu naszego zespołu**

#### **3.1. Omówienie głównej idei**

Proponowany przez zespół autorski projekt domu, jest koncepcją, nawiązującą do archetypu tradycyjnych izb regionu Warmii i Mazur. Świadczy o tym jego forma, a także wnętrze oraz rozwiązania poszczególnych detali architektonicznych. Zlokalizowane w centralnej części domu "ognisko domowe" w postaci otwartej przestrzeni jadalni, kuchni oraz salonu, połączonych przytulnym kominkiem, odwołuje się, do dawnych lokalizacji ciemnych kuchni z kominami ogrzewającymi całe domostwa. Jadalnia wraz z wiatrołapem oraz wejściami do domu wyznacza czytelny podział budynku na dwie strefy – dzienną oraz nocną.

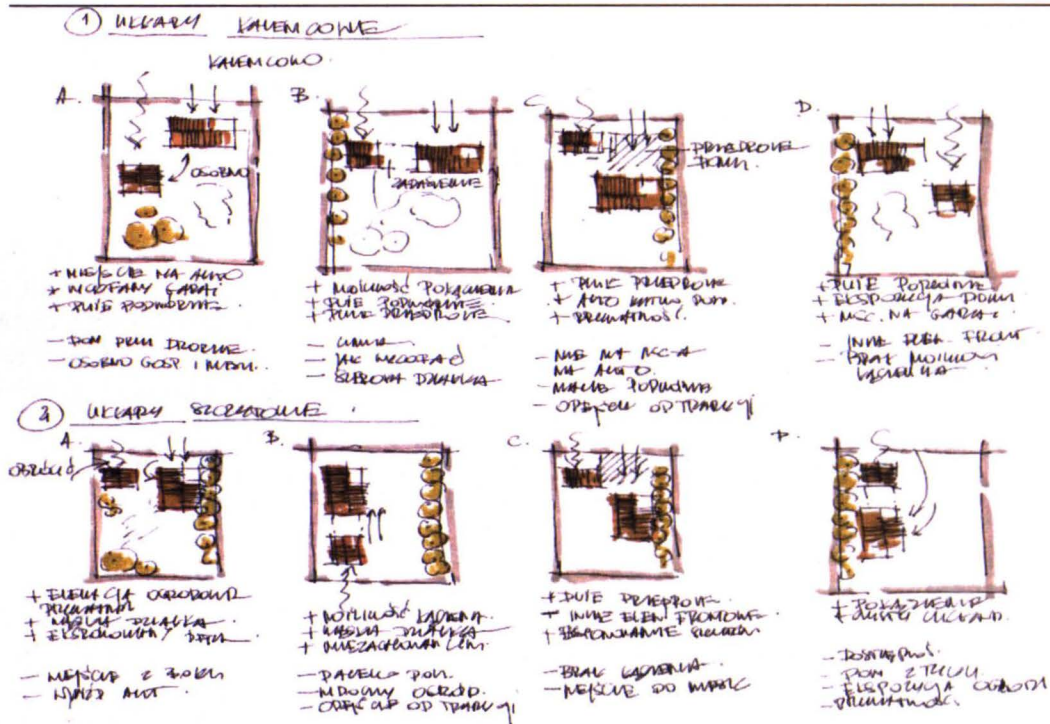
Parter domu, w którym skupia się życie rodzinne jego mieszkańców, dostosowany został do potrzeb osób niepełnosprawnych. Założeniem projektu było utrzymanie stałego kontaktu w relacjach pomiędzy wszystkimi mieszkańcami. Otwarta forma przestrzeni sprzyja wspólnemu wykonywaniu podstawowych czynności rodzinnych. Wspólne spożywanie posiłków, relaks w pokoju dziennym, czy też zwykły kontakt wzrokowy, pozwalają utrzymać równowagę w życiu rodzinnym. Istotą projektu stało się nie tylko nawiązanie do tradycji zabudowy Warmii i Mazur, ale także stworzenie takich warunków życia i formy wnętrza domu, aby współczesne rodziny mogły kultywować życie rodzinne.

#### **3.2. Opis etapów powstawania projektu**

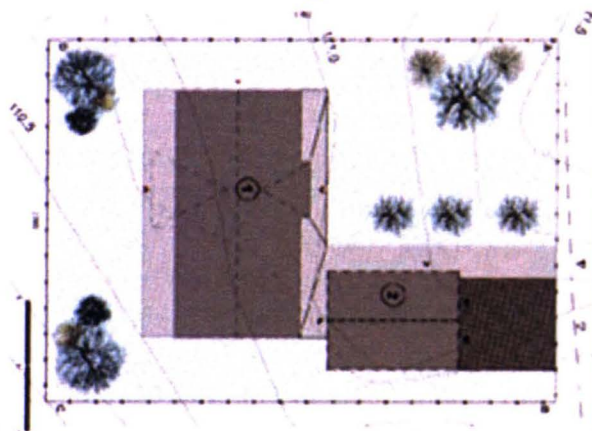
Pierwszym krokiem, jaki należało wykonać w drodze projektowej, był wybór działki projektowej oraz decyzja dotycząca lokalizacji zabudowy. W konkursie działka projektowa nie była narzucona z góry. Określone zostały jedynie zasady dotyczące jej kształtowania takie jak: rozmiar oraz sposób funkcjonowania gospodarstwa. Jak pisze *Regulamin Konkursu*: „dom powinien być zaprojektowany na przykładowej, optymalnej działce, której wymiary i wielkość pozwalają na lokalizację na niej elementów koniecznych do dobrego funkcjonowania domu i prawidłowego powiązania domu z ogrodem (...) Wielkość działki, nachylenie, jej usytuowanie względem stron świata i przyjętej drogi dojazdowej, wjazd oraz zagospodarowanie proponują sami uczestnicy. Całość powinna być przemyślana nie tylko z punktu widzenia

powiązania domu z otoczeniem, ale też stwarzać szanse na wpisanie się w tradycyjne wiejskie układy przestrzenne”<sup>19</sup>.

Wyposażone w szczegółową wiedzę dotyczącą typowej zabudowy omawianych terenów wykonaliśmy wiele szkiców i analiz najkorzystniejszego usytuowania budynku mieszkalnego na projektowanej działce, decydując się ostatecznie na typ zabudowy kalenicowej.



Rys.10. Fragment analiz usytuowania zabudowy na działce projektowej (szkic własny)



Rys.11. Szkic projektu zagospodarowania terenu

Zabudowa kalenicowa wydała się najkorzystniejsza ze względu na możliwość atrakcyjnego zaprojektowania elewacji ogrodowej, wykrystalizo-

<sup>19</sup> Regulamin konkursu Twój Dom – Dialog z tradycją, Załącznik do Uchwały Nr 40 / 791 / 10 / III Zarządu Województwa Warmińsko-Mazurskiego z dnia 24 sierpnia 2010 roku

wanie się prywatnej przestrzeni na tyłach działki, a także estetyczne i funkcjonalne połączenie prostopadłe usytuowanego budynku garażowego. Taka decyzja umożliwiła zorganizowanie niewielkiego przedpoła budynku mieszkalnego, a także funkcjonalne zagospodarowanie przestrzeni przed garażem tak, aby mógł przed nim stanąć samochód osobowy. Dodatkowo, w zależności od woli właścicieli domu, można połączyć zabudowę gospodarczą z mieszkalną w jedną całość, umożliwiając bezpośrednie przejście pod dachem.

### 3.3. Prezentacja projektu

#### 3.3.1. Opis rzutu i funkcji



Rys.12. Schemat funkcjonalny rzutu parteru:

1	WIATROŁAP	2,85 M <sup>2</sup>
2	POKÓJ DZIENNY	29,0 M <sup>2</sup>
3	JADALNIA	10,8 M <sup>2</sup>
4	SPIŻARNIA	2,55 M <sup>2</sup>
5	KUCHNIA	7,40 M <sup>2</sup>
6	KOMUNIKACJA	24,2 M <sup>2</sup>
6	WC	1,64 M <sup>2</sup>
7	KOTŁOWNIA	3,42 M <sup>2</sup>
8	SYPIALNIA	12,4 M <sup>2</sup>
9	SYPIALNIA	13,9 M <sup>2</sup>
10	ŁAZIENKA	7,05 M <sup>2</sup>
11	OGRÓD ZIMOWY	6,79 M <sup>2</sup>
	RAZEM POW:	121,73

M<sup>2</sup>

Zgodnie z opisem wstępnym, wyraźnie czytelny jest w rzucie podział na dwie strefy domu: dzienną oraz nocną. Zachowanie osi wejściowej, poprzez usytuowanie drzwi wejściowych do domu oraz drzwi do ogrodu w jednej linii, pozwoliło zachować czytelność i przejrzystość układu. Centralnie umiejscowiony w części dziennej kominek wprowadza do wnętrza dużą ilość ciepła i nastroju, jednocześnie nie zakłócając komunikacji i funkcji poszczególnych pomieszczeń. Ognisko domowe, stanowiące centralną

część domostwa, skupia na sobie życie rodzinne, co podkreślone zostało umiejscowieniem w nim dużego stołu. Łatwy dostęp z kuchni do ogrodu zimowego połączonego z jadalnią pozwoli na pielęgnowanie w nim ziół i warzyw wykorzystywanych w codziennym jadłospisie mieszkańców.

Część nocna zaprojektowana została z myślą o możliwym niepełnosprawnym członku rodziny. Duża łazienka, wydzielona osobna toaleta oraz dwie duże sypialnie zapewniają łatwą komunikację i dostępność wszystkich pomieszczeń. W obrysie klatki schodowej zaprojektowane zostało pomieszczenie zbiórki deszczówki, w którym gromadzona jest tak zwana szara woda do spłukiwania toalety.



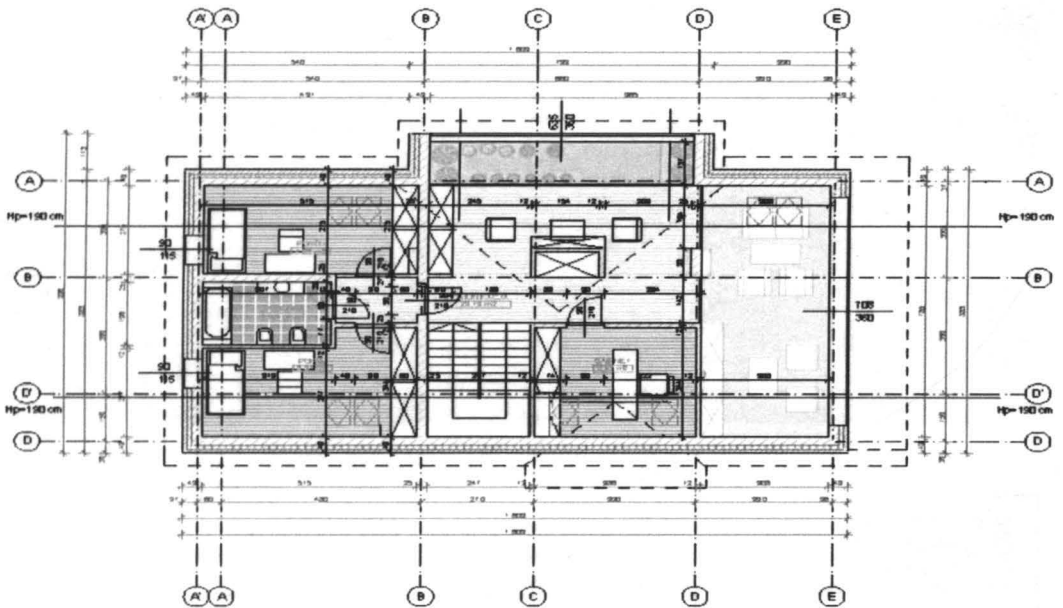
Rys.13. Wizualizacja widoku z kuchni i salonu



Rys.14. Schemat funkcjonalny rzutu poddasza	11 GABINET	8,42 M <sup>2</sup>
	12 POKÓJ	11,9 M <sup>2</sup>
	13 POKÓJ	9,00 M <sup>2</sup>
	14 ŁAZIENKA	3,89 M <sup>2</sup>
	15 KOMUNIKACJA	19,2 M <sup>2</sup>
	RAZEM POW:	52,5 M <sup>2</sup>

Poddasze użytkowe budynku projektowane było głównie z myślą o dzieciach zgodnie z modelem rodziny 2 + 2. Wydzielone zostały dwie sypialnie dziecięce o zbliżonej powierzchni, wspólna łazienka, a także część dzienna oraz gabinet do pracy dla rodziców. Z części dziennej możliwy jest wgląd zarówno do ogrodu zimowego, jak i do części dziennej zlokalizowanej w parterze budynku.

Usytuowanie poszczególnych pomieszczeń w dużej mierze uzależnione było od zastosowania różnorodnych technologii ekologicznych, od kolektorów słonecznych, poprzez wentylację oraz zbiórkę deszczówki, aż po wydzielenie stref termicznych. Dobór kombinacji lokalizacji stref dziennych pozwala na maksymalne wykorzystanie atutów ogrodu zimowego oraz zysków z południowej elewacji budynku, chroniąc jednocześnie sypialnie przed przegrzewaniem. Ponadto usytuowanie w jednym pionie wszystkich łazienek, umożliwiło ograniczenie strat ciepła na instalacji ciepłej wody użytkowej, podgrzewanej poprzez kolektory słoneczne.



Rys.15. Rzut poddasza użytkowego – projekt budowlany

Łączna powierzchnia projektowanego domu wyniosła 174,33 m<sup>2</sup>, pozostając w zgodzie z wymogami konkursowymi, w których określono maksymalną powierzchnię użytkową równą 175 m<sup>2</sup> netto.

### 3.3.2. Opis architektury

Zewnętrzny płaszcz domu stanowią murowane ściany na kamiennym cokole, przykryte dachem dwuspadowym z czerwonej, ceramicznej dachówki o tradycyjnym dla regionu kącie pochylenia połaci równym 45°, przeplecionym symetrycznie rozstawionymi kominami. Typowe rozwiązania pomogły zaprojektować bazową formę, bryłę domu oraz wydzielić w nim poszczególne strefy. Znajdujące się w ścianie wzdłużnej wejście, osłonięte niewielkim gankiem, usytuowane zostało na osi ogrodu zimowego, stanowiącego strefę buforową obiektu. Bryła ogrodu ogrzewającego dom, nawiązuje swym

kształtem do występujących najczęściej na terenach na zachód od Pasłęki domów podcieniowych, które dziś na obszarach Warmii i Mazur są unikatem. Pozwalamy tym samym „odrodzić” dawne tradycje projektowe. Od strony wschodniej zlokalizowane zostały sypialnie. Na piętrze nastąpiło powtórzenie pomieszczeń. Sypialnie usytuowane zostały w tym samym miejscu, zaś przestrzeń centralną stanowi otwarta część wypoczynkowa z wyodrębnionym, niewielkim gabinetem. Także wgląd do salonu urozmaica, a jednocześnie podkreśla jego otwarty charakter.

Elewacje budynku tworzą harmonijnie usytuowane otwory okienne. Dodatkowo na elewacjach zastosowane zostały ruchome panele elewacyjne, pozwalające na przesłonięcie projektowanych okien, w celu uniknięcia wychładzania oraz przegrzewania się domu. Konstrukcja szyn, na których wsparte zostały panele elewacyjne, nawiązuje do charakterystycznych dla domów otynkowanych fryzów kordonowych. Panele mają na celu w sposób oryginalny i nowoczesny nawiązać do drewnianej stolarki okiennej.



Rys.16. Widok domu od strony północnej



Rys.17. Widok elewacji południowej i wschodniej



Rys.18. Widok elewacji północnej i zachodniej





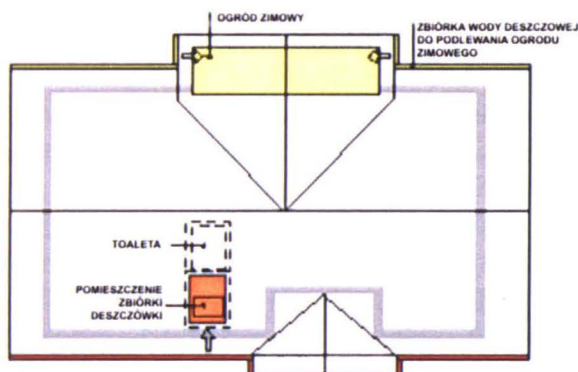
Rys.19. Widok domu od strony południowej

### 3.3.3. Opis zastosowanych technologii ekologicznych

Typowym dachem domów warmińsko-mazurskich był dwuspadowy dach kryty dachówką. Tym samym taką samą technologię zastosowaliśmy w naszym projekcie. Dodatkowo zdecydowaliśmy się na zbiórkę deszczówki z poszczególnych połaci dachowych.

Część południowa dachu gromadzi wodę deszczową wykorzystywaną do podlewania ogrodu zimowego oraz zewnętrznego ogrodu, znajdującego się na działce. Część północna natomiast, ze znacznie mniejszymi połaciami ganku wejściowego, gromadzi wodę wykorzystywaną do spłukiwania toalety. Ten prosty zabieg wykorzystywania szarej wody pozwoli na wygenerowanie w budżecie rodzinnym dużych oszczędności.

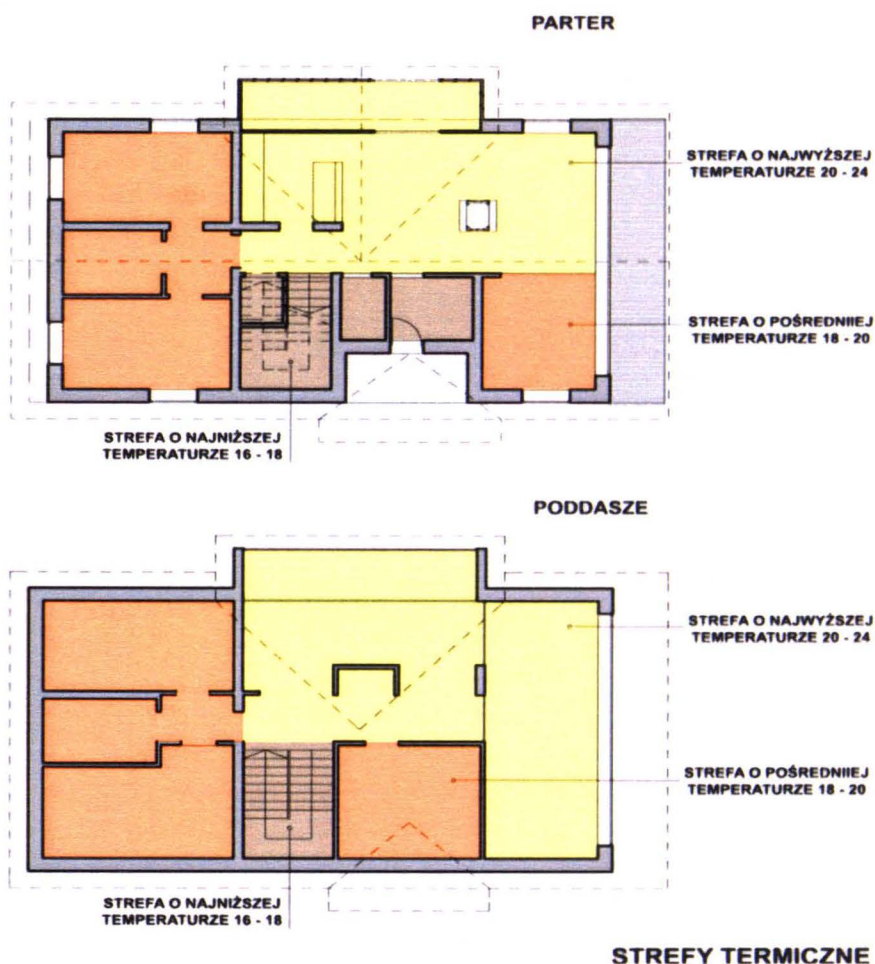
ZBIÓRKA WODY DESZCZOWEJ



Rys.20. Schemat zbiórki wody deszczowej z połaci dachowych

Podstawową zasadą oszczędności domowego budżetu oraz środowiska było wydzielenie poszczególnych stref termicznych. Podział wnętrza domu na trzy główne strefy: strefa o najwyższej temperaturze (20 - 24°C), strefa o najniższej temperaturze (16- 18°C) oraz strefa o temperaturze pośredniej (18 - 20°C), pozwolił na ogrzewanie budynku zgodnie z rzeczywi-

stymi potrzebami jego mieszkańców, bez zbędnego inwestowania energii w obszary, w których nikt nie przebywa. Wydzielenie komunikacji oraz strefy dziennej i nocnej pozwalają na racjonalne gospodarowanie energią.



Rys.21. Schemat wydzielenych stref termicznych

W elewacji południowej zastosowana została technologia kolektorów słonecznych wykorzystywanych do podgrzania ciepłej wody użytkowej. Niezbędne instalacje oraz urządzenia umieszczone zostały w nieużytkowej części poddasza tak, aby nie kolidowały one z wygodą mieszkańców. Powierzchnia kolektorów oraz pojemność poszczególnych elementów zestawu przeliczone zostały zgodnie z normami europejskimi dla modelu rodziny 4-osobowej. Zlokalizowanie łazienek na obu kondygnacjach w jednym pionie pozwoliło na łatwe rozprowadzenie instalacji, a tym samym niewielkie straty energii na przewodach i połączeniach.

#### 4. Wnioski z pracy nad konkursem

Konkurs pomimo braku odniesienia w nim jakichkolwiek sukcesów, był dla nas bardzo ważnym doświadczeniem i cenną lekcją. Stał się dla nas w pewnym sensie punktem zwrotnym w myśleniu o projektowaniu wnętrza domu jednorodzinnego. Zapewnienie jednocześnie wygody (w tym również

możliwości swobodnego poruszania się osoby niepełnosprawnej), funkcjonalności oraz intymności ogniska domowego stanowi ogromne wyzwanie. Projektując dom w 3-osobowym zespole, zmuszone byliśmy do wypracowania licznych kompromisów wywołanych odmiennym podejściem do poszczególnych zagadnień. Taka lekcja pracy w grupie i uzyskanie w efekcie końcowym projektu, z którym każda z nas się identyfikuje, stanowi bezcenne doświadczenie projektowe.

Ponadto możliwość bardzo szczegółowego zapoznania się z tradycyjną architekturą regionu Warmii i Mazur, poznanie kultury, struktury oraz tradycji tego regionu, wzbogaciły nas o cenną wiedzę i znacznie poszerzyły informacje, które uzyskać mogliśmy w czasie zajęć na uczelni. Również pozytywnie oceniamy sam pomysł konkursu, który umożliwi rzeczywistą dbałość o środowisko, zabudowę oraz krajobraz Warmii i Mazur.

## 5. Podsumowanie

Podsumowując naszą pracę chcielibyśmy wyrazić naszą wdzięczność dr Włodzimierzowi Witkowskiemu za wsparcie i opiekę naukową nad naszymi zmaganiem. Udział w konkursie „Twój dom – dialog z tradycją” pozwolił nam uwierzyć w siebie, w nasze możliwości, ale przede wszystkim obudził w nas odwagę do podejmowania kolejnych wyzwań. Dziś rozumiemy, że nie zawsze główna nagroda konkursowa jest najcenniejszym, co możemy otrzymać.

### Opracowali:

Patrycja Boniuk  
Ewelina Oleksiak  
Małgorzata Słowińska

### Opiekun naukowy:

dr inż. arch. Włodzimierz  
WITKOWSKI

### Recenzent:

dr. inż. arch. Grzegorz LEŚNIAK

### Literatura:

- [1] I. Liżewska: *Tradycyjne budownictwo wiejskie na Warmii i Mazurach*, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2007.
- [2] M. Bartoś, B. Zalewska: *Architektura w krajobrazie Warmii i Mazur*, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2003
- [3] M. Zwierowicz: *Warmia i Mazury – Krajobraz odziedziczony [w:] Zachowane – ocalone? O krajobrazie kulturowym i sposobach jego kształtowania*, pod redakcją I. Liżewskiej i W. Knercera, Stowarzyszenie WK „Borussia”, Olsztyn 2003

- [4] J. Wysocki: *Zróźnicowanie regionalne budownictwa wiejskiego Warmii i Maur*,  
Olsztyn 2010
- [5] [http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7](http://architektura.warmia.mazury.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=7)
- [6] Regulamin konkursu *Twój Dom – Dialog z tradycją*, Załącznik do Uchwały Nr 40 / 791 / 10 / III Zarządu Województwa Warmińsko-Mazurskiego z dnia 24 sierpnia 2010 roku



wbair

## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## RAPORT Z XIV WYPRAWY NAUKOWEJ STUDENTÓW ARCHITEKTURY PŁ W KARPATY WSCHODNIE „HUCULSZCZYŻNA 2011”

### 1. Wstęp

Wyprawy naukowe studentów Architektury i Urbanistyki Politechniki Łódzkiej w rejon Karpat Wschodnich na terenie Ukrainy trwają niemal nieprzerwanie już od 1995 roku. Każda z nich przynosi niepowtarzalne doświadczenia i emocje, dzięki którym hasło „HUCULSZCZYŻNA” wzbudza w tak wielu osobach uznanie i uśmiech na wspomnienie studenckich lat. Aktualnie wyjazdy te, mają na celu zinwentaryzowanie drewnianych cerkwi na obszarze Huculszczyzny oraz sąsiadujących z nią terenów, poznanie kultury, życia i obyczajów tamtejszych mieszkańców. Tegoroczna XIV wyprawa na ziemię Huculszczyzny trwała siedemnaście dni. Zgodnie z dotychczasową praktyką podzielona została na dwa etapy. Etap pierwszy to inwentaryzowanie cerkwi we wsiach, co umożliwi studentom zdobycie niezbędnego doświadczenia zawodowego. W tym roku udało się, opracować dokumentację dla 14 cerkwi. Etap drugi ma charakter krajoznawczy i polega na wędrówce połoninami Karpat Wschodnich.

### 2. Otoczenie cerkwi

Cerkwie lokalizowano przede wszystkim na terenie suchym, w centralnym punkcie wsi, ważnym kulturowo dla mieszkańców (np. w miejscach wznoszenia modłów w czasach pogańskich) jak i na wzniesieniach - zgodnie z zasadą, że dom Boży powinien górować nad domami wiernych. Istotnym czynnikiem doboru miejsca były względy bezpieczeństwa, gdyż cerkiew miała stanowić azyl dla mieszkańców i być twierdzą ostatniej obrony.[1]

Mimo, że nie trzeba już lokować współczesnych murowanych cerkwi na terenach zapewniających bezpieczeństwo, tradycją pozostało lokowanie ich w centrum wsi w sąsiedztwie starych, drewnianych świątyń. Taką sytuację mieliśmy okazję spotkać w Ottyni i Słobódce.

Różne wspólnoty religijne toczyły spory o dominację na danym terenie. Toteż cerkiew greckokatolicka w Tyśmienicy znajdowała się na obrzeżu osady i jej rozmiar miał nie stanowić konkurencji dla cerkwi prawosławnej znajdującej się w centrum osady.

Nowe budowle powstające od niedawna przy starych zespołach sakralnych, przejęły funkcję dawnych cerkwi. Murowane cerkwie są wyższe, okazalsze, teren nań przeznaczony zajmuje także dużo większy obszar. Stanowczo nowoczesne budownictwo jest manifestem możliwości technicznych i bogactwa wiernych. Kolory i przepych były charakterystyczne nie tylko dla cerkwi, ale dla wszystkich budynków publicznych. Miały wzbudzać dumę mieszkańców i respekt odwiedzających.



Rys. 1. Słobódka, cerkiew murowana i drewniana (fot. W. Pardała)

Po wyborze miejsca ważne było orientowanie świątyni, czyli ulokowanie jej tak, by prezbiterium było skierowane na wschód. Często zdarzało się, że dłuższy bok cerkwi był równoległy do głównej drogi i wejścia na teren świąty. W tych przypadkach, wejścia na dłuższym boku były równorzędne z tymi, które znajdowały się na osi. Przykładem mogą być oglądane przez nas cerkwie np. w: Wierbiażu Niżnym, Uhornikach, Wierbiażu Wyżnym, Sopotwie, Spasie, Mykietyńcach i Stopczatowie.

Poznane przez nas zespoły sakralne składały się z cerkwi, dzwonnicy, muru okalającego, czasem budynku dla osoby pilnującej terenu, który włączano zwykle w pas ogrodzenia (np. w Wierbiażu Niżnym) i „sławojki”, czyli publicznej, suchej toalety. Tylko w przypadku Ottyni plebania wchodziła w skład zespołu sakralnego. Podobna sytuacja miała miejsce dawniej w Wierbiażu Niżnym, obecnie ksiądz mieszka gdzie indziej, a obok cerkwi pozostała stara chata byłej plebanii. Na ogół budynek ten był jednak oddalony od samej świątyni.



Rys. 2. Winohrad, wejście na ścianie bocznej (fot. P. Szybalski)

Cerkiew zawsze otaczały rzędy drzew (zwykle dębów i topoli), których zadaniem było chronić drewnianą konstrukcję przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych np. deszczem, wiatrem i piorunami. Ze względu na zagrożenie pożarem cerkwie lokowano czasem – w miarę możliwości – przy naturalnych ciekach lub zbiornikach wodnych. Takie usytuowanie (nad rzeką) ma np. cerkiew w Sopowie.

Mieszkańcy przywiązują ogromną wagę do odseparowania terenu świątyni od pozostałej części wsi. Spotkaliśmy się z kilkoma rodzajami grodzień:

- drewniany płot, zwieńczony daszkiem pokrytym gontem: pierwotnie Tyśmienica,
- modułowe ogrodzenie betonowe, malowane: Markowice, obecnie Tyśmienica
- stalowe: Uhorniki
- murowane kamienne: Wierbiaż Niżny,
- siatkowe z murowaną bramą: Wierbiaż Wyżny.

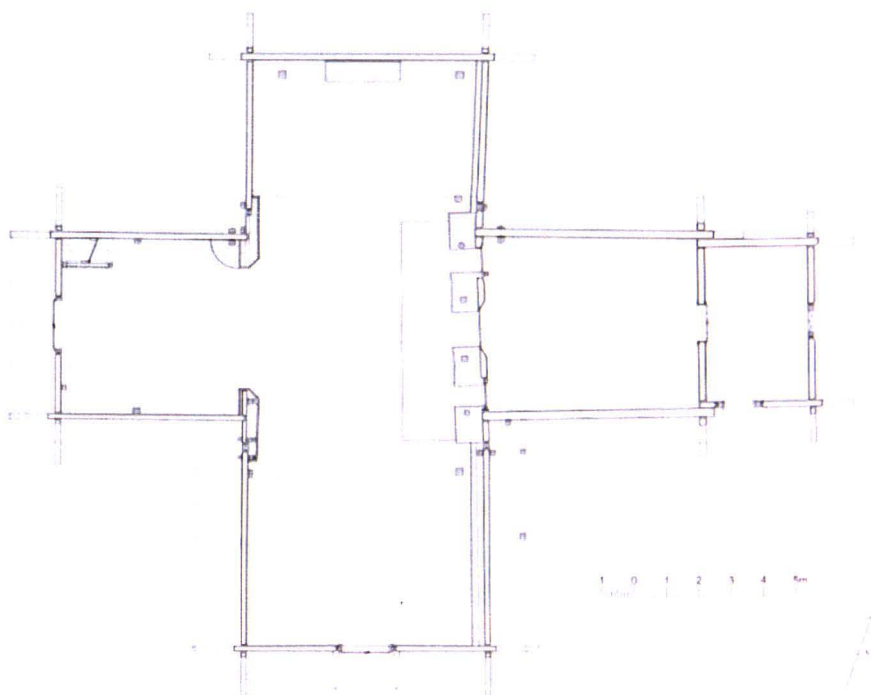
Na ogół wokół cerkwi lokowano cmentarz, np.: Sopów, Spas, Wierbiaż Niżny i Wyżny, Stopczatów, Mykietyńce, Peczeniżyn, Słobódka, Worona, Winohrad, Tyśmienica.

Przedmiotem naszych badań jest cerkiew typu huculskiego Zastane cerkwie były rozplanowane na rzucie krzyża.

### 3. Analiza bryły cerkwi

Badane rzuty, za wyjątkiem jednego obiektu, można przyporządkować do klasyfikacji stworzonej przez prof. Ryszarda Brykowskiego [2]. W tym

roku została zinwentaryzowana jedyna w swoim rodzaju cerkiew w Wierbiążu Wyżnym, która ma rzut krzyża greckiego, pięć kopuł oraz wszystkie ramiona zamknięte trójkonchowo. Planu takiego nie znajdziemy w wyżej wymienionym opracowaniu. Ciekawą konstrukcją również charakteryzowała się cerkiew w Spasie, która z typowego, trójdzielnego rzutu, składającego się z babińca, nawy głównej i prezbiterium, została przebudowana w 1863 i powiększona o dwa ramiona boczne. Po przeprowadzeniu rozmowy z proboszczem okazało się, że nie wiedział on o zmianach dokonanych w konstrukcji budynku.



Rys. 3. Rzut cerkwi p.w. Przemienienia Pańskiego w Spasie (rys. Bartosz Zimny)

We wszystkich cerkwiach można wyodrębnić charakterystyczne 3 części:

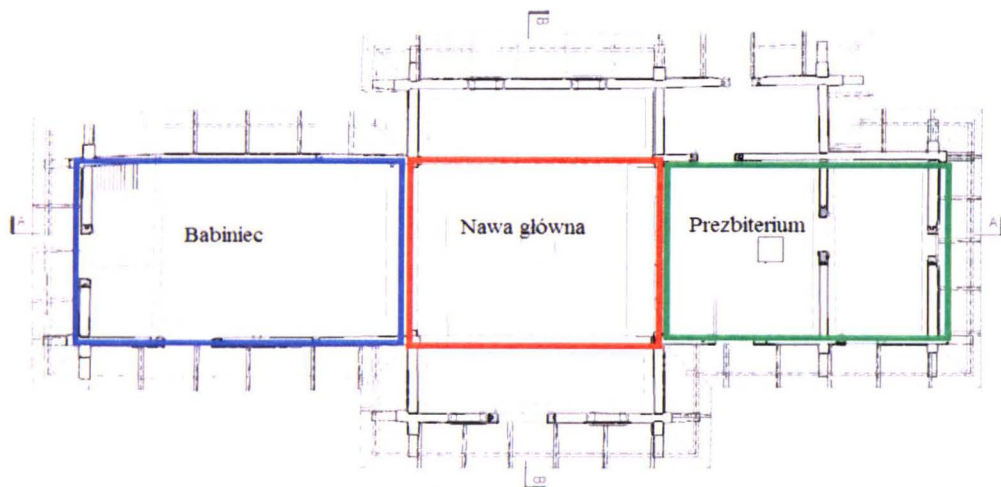
- prezbiterium – symbol nieba niedostępnego dla żywych, królestwa Bożego, gdzie może przebywać jedynie kapłan. Oddzielone od wiernych przegrodą – ikonostasem. Jednak według obrządku chrztu świętego, który mieliśmy okazję oglądać aż dwa razy, każdy z nowych wiernych odwiedza to miejsce na ramionach duchownego.

- nawa główna – wg symboliki świat widzialny, ziemski. Jest to najważniejsza część cerkwi, mieści się tu ołtarz, przy którym odbywa się służba. Ołtarz znajduje się bezpośrednio przed a ikonostas na *solei* (podwyższeniu w środkowej części nawy, na która zazwyczaj prowadziły 3 schodki, ale w cerkwiach, które odwiedziliśmy *solea* miała zawsze maksymalnie 20 cm



wysokości). Nawa główna była często zakładana na planie centralnym i przykryta kopułą bądź sklepieniem symbolizującym niebo i wszechświat.

- babiniec + *prywor* + kruchta – kiedyś modliły się w nim jedynie kobiety, stąd nazwa – babiniec. Ta część była nawet odgradzana ścianą od reszty świątyni, i często była dwukondygnacyjna. Z przegrody wyjmowano jedną deskę, by kobiety mogły widzieć, co się dzieje na mszy [3]. Babiniec był często poprzedzany przedsionkiem lub kruchtą przypominającymi dawne atrium lub narteks, gdzie niegdyś przebywały osoby, które nie miały prawa wejść do świątyni.



Rys. 4. Cerkiew w Słobódce (rys. Agata Zelga)

Niniejszy tekst nie ma ambicji ani możliwości usystematyzować wszystkich form przestrzennych cerkwi typu huculskiego. W zamierzeniu jest jedynie formą przybliżenia i weryfikacji ich typologii w oparciu o budynki zinwentaryzowane podczas tegorocznej XIV Wyprawy Członków Koła Naukowego „IX Piętro” w Karpaty Wschodnie. Według przeprowadzonych badań terenowych i analiz źródeł, w odniesieniu do formy przestrzennej, cerkwie możemy podzielić ze względu na:

- typ zamknięcia prezbiterium [Ryc. 6]; w przypadku cerkwi poddanych pomiarom podczas tegorocznej wyprawy miały one zazwyczaj prezbiterium zamknięte prosto, czasami wydłużone o kruchtę. Ciekawym przypadkiem była cerkiew w Ottyni, gdzie prezbiterium było zakończone prosto i wydłużone o węższą i zakończoną trójboczną zakrystię.

- kształt ramion bocznych i ich zamknięcie [Ryc. 7]; jak widać na załączonym rysunku były to zazwyczaj ramiona zamknięte prosto, rzadko trójbocznie – przypadek taki mamy jedynie w Tyśmienicy i Wierbiażu Niżnym, w tej drugiej cerkwi w ten sposób zamknięte są wszystkie ramiona krzyża.

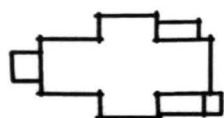
- liczbę kopuł [Ryc. 8]; postawienie kopuły wymagało wielu umiejętności. Z biegiem lat, jak ubywało wykształconych cieśli, ubywało wielokopułowych świątyń. Cerkwie pięciokopułowe na badanym obszarze należą do rzadko-

ści, częściej można spotkać trójkopułowe, natomiast najczęstszym widokiem jest cerkiew jednokopułowa.

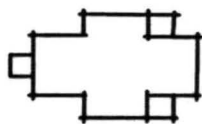
Przedstawiony podział pokazuje tylko niektóre możliwe sposoby usystematyzowania typów planów i brył cerkwi zbadanych podczas tegorocznej, XIV wyprawy. Są wśród nich cerkwie nowsze – np. cerkiew w Markowcach z 1901 roku, jak i bardzo wiekowe np. Peczeniżyn z 1629 roku [4].

#### Podział ze względu na zamknięcie prezbiterium

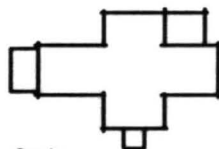
##### zamknięcie proste



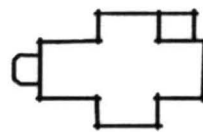
Uhorniki



Mykietyńce

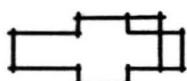


Sopów

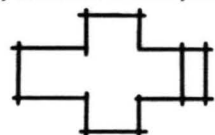


Markowce

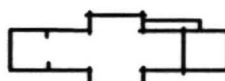
##### zamknięcie proste wydłużone o zakrystię



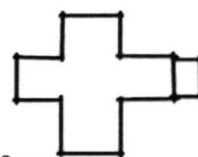
Słobódka



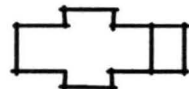
Wierbiaż Wyzny



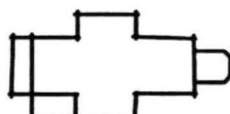
Winograd



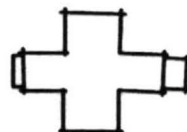
Spas



Wrona



Otynia

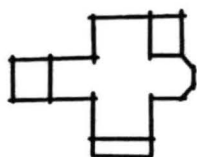


Stopczatów

##### zamknięcie trójboczne



Wierbiaż Niżny

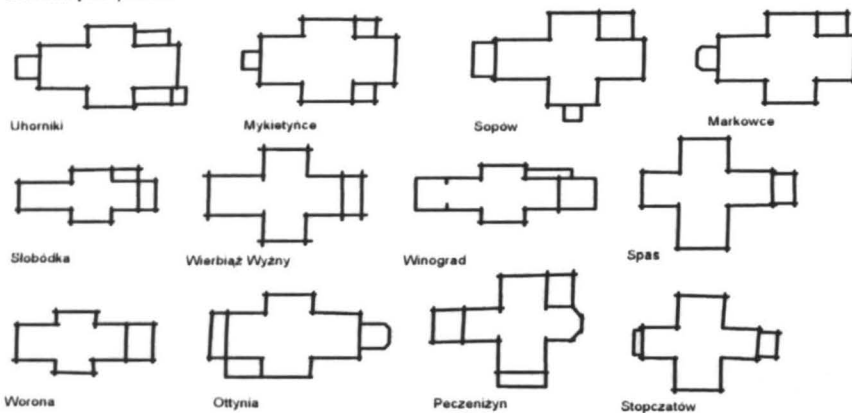


Peczeniżyn

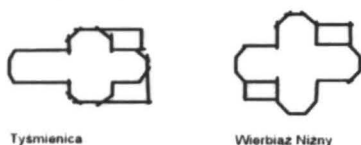
Rys. 5. Podział ze względu na kształt zamknięcia prezbiterium (rys. Magdalena Sobczyńska w oparciu o rysunki pomiarowe wykonane przez: Magdalenę Miśkiewicz, Paulinę Porczyk, Magdalenę Sobczyńską, Sylwię Pawłowską, Monikę Berdek, Malwinę Kozłowską, Łukasza Erdmańskiego, Tomasza Chojnackiego, Bartosza Zimnego, Joannę Budner, Damiana Szumana, Andrzeja Pajączkowskiego, Piotra Szybilskiego, Adama Kotarskiego, Agatę Zelgę, Martę Mroczek)

Podział ze względu na kształt i zamknięcie ramion bocznych

zamknięcie proste



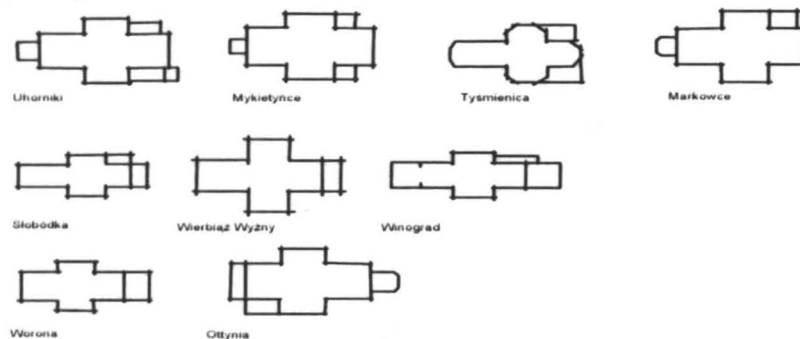
zamknięcie trójboczne



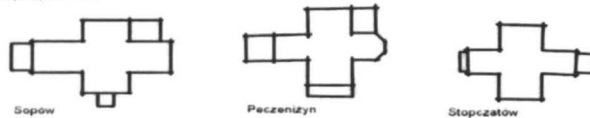
Rys.6. Podział ze względu na kształt zamknięcia ramion bocznych (rys. Magdalena Sobczyńska)

Podział ze względu na liczbę kopuł

jednokopułowe



trójkopułowe

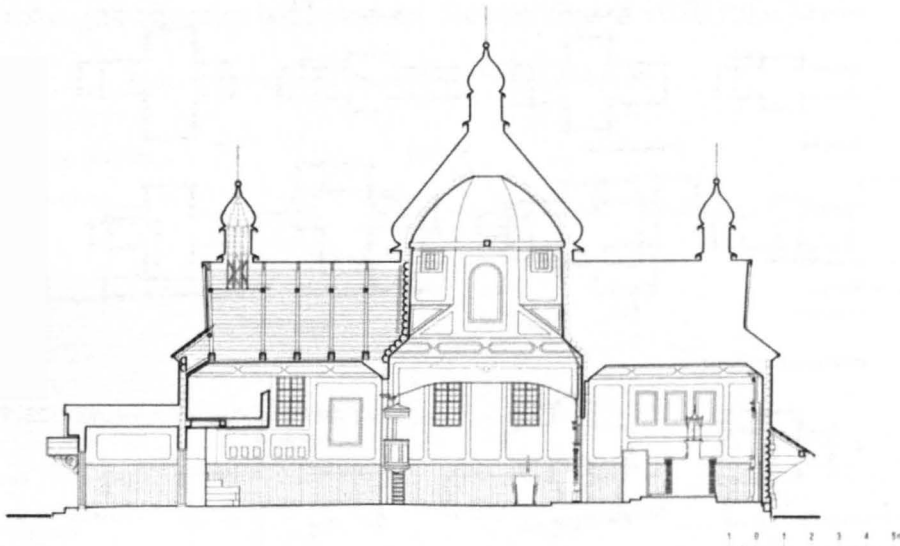


pięciokopułowe



Rys. 7. Podział ze względu na liczbę kopuł. (rys. Magdalena Sobczyńska)

Należy również nadmienić, że cerkwie, które z pozoru mają bardzo podobny rzut, często bardzo różnią się od siebie w bryle. Najbardziej widoczne jest to na przekrojach cerkwi w Uhornikach oraz cerkwi w Sopowie (ryc. 8, 9 i 10).



Rys. 8. Uhorniki (rys. Sylwia Pawłowska)



Rys.9. Sopów (rys. Magdalena Miśkiewicz)

Podczas wyprawy na swojej drodze napotkaliśmy cerkwie pokryte głównie blachą, zarówno na dachach jak i ścianach, kopułach, makowicach i latarniach. Blacha wyparła stosowany dotychczas gont. Pierwsza wzmianka, dotycząca pokrycia blachą kopuły cerkwi w Brusturach, pochodzi z 1831 [5]. Zmiana pokrycia dachów odmieniła całkowicie odbiór cerkwi w krajobrazie. Zrezygnowano z naturalnego drewna dobrze komponującego się z przyrodą na rzecz odbijającej promienie słonecznej i widocznej z dużej odległości

blachy. Udało nam się dotrzeć tylko do jednej cerkwi, która była pokryta w znacznym stopniu gontem (Mykietyńce).



Rys. 10. Mykietyńce (fot. W. Witkowski)

#### 4. Kopyły i dachy

Jak widać na zdjęciu powyżej, nad ramionami krzyża budowano dachy dwuspadowe, z daszkami okapowymi w szczycie lub jako półszczytowe. Prawdopodobnie stosuje się przy ich wykonywaniu konstrukcję krokwiową oraz krokwiowo-jętkową z krokwiami wspartymi na ostatniej belce zrębu, ale nie posiadamy dostatecznej ilości materiału by być pewnym tego założenia. Tylko w jednej cerkwi możliwy był dostęp do poddasza (Uhorniki), co zostało wykorzystane do uzyskania informacji z zakresu konstrukcji.

Kopyły namiotowe, ośmioboczne i sytuowane na bębnie, wznoszono, jako wieńcowe lub jako pseudokopyły sferyczne, z postawionymi na nich ośmiopółciowymi krokwiowymi dachami. Na wysokości bębna lub w dolnej części kopyły montowano *perechrestie* (drewniane ściagi), widoczne w środku świątyni.

blachy. Udało nam się dotrzeć tylko do jednej cerkwi, która była pokryta w znacznym stopniu gontem (Mykietyńce).

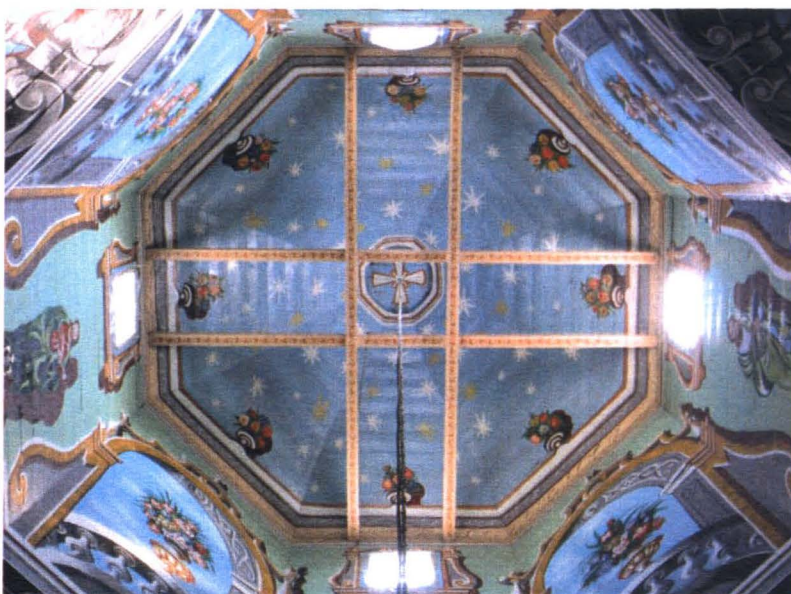


Rys. 10. Mykietyńce (fot. W. Witkowski)

#### 4. Kopyły i dachy

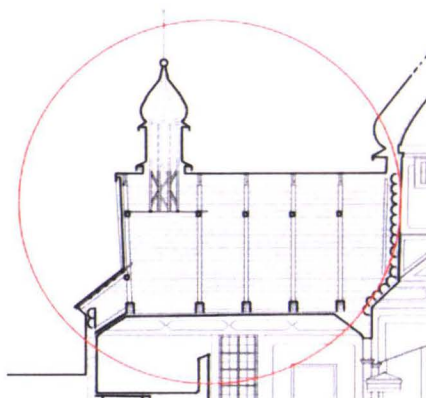
Jak widać na zdjęciu powyżej, nad ramionami krzyża budowano dachy dwuspadowe, z daszkami okapowymi w szczycie lub jako półszczytowe. Prawdopodobnie stosuje się przy ich wykonywaniu konstrukcję krokwiową oraz krokwiowo-jętkową z krokwiami wspartymi na ostatniej belce zrębu, ale nie posiadamy dostatecznej ilości materiału by być pewnym tego założenia. Tylko w jednej cerkwi możliwy był dostęp do poddasza (Uhorniki), co zostało wykorzystane do uzyskania informacji z zakresu konstrukcji.

Kopyły namiotowe, ośmioboczne i sytuowane na bębnie, wznoszono, jako wieńcowe lub jako pseudokopyły sferyczne, z postawionymi na nich ośmiopółciamiwymi krokwiowymi dachami. Na wysokości bębna lub w dolnej części kopyły montowano *perechrestie* (drewniane ściagi), widoczne w środku świątyni.



Rys.11. Wierbiąż Wyżny. Widoczne zastosowanie podwójnych podłużnych i poprzecznych *perehrestii*. (fot. W. Witkowski)

Przy szczytach dachów ramion krzyża, na krawędziach kalenic sytuowano ślepe latarnie z kopułkami albo jedynie makowice. Kopuły są zakończone podobnymi ślepymi latarniami z kopułkami zwieńczonymi bogatymi, kutymi krzyżami.



Rys.12. Uhorniki. Fragment przekroju podłużnego z widoczną konstrukcją (rys. Sylwia Pawłowska)

Daszki opasujące są na wysokości 2 -2,3 m a w wysięgu mają nawet 2 m i mają za zadanie chronić podwalinę cerkwi przed deszczem. Wykonane są z krótkich krokwi leżących na płatwiach, opartych na belkach wieńca, wysuniętych w węglach w postaci rysiów i podrysiów. Nie mają one nic wspólnego z tzw. sobotami (podcieniami słupowymi), ale słupy pojawiają się wyjątkowo dla podtrzymania konstrukcji. [6]

Symbolika: Jedna bania (kopuła) i jedna makówka (głowa) symbolizują jedność Boga. Często na świątyni stawia się nie jedną a kilka bań. Wtedy dwie banie oznaczają dwie natury- Boską i ludzką w Jezusie Chrystusie; trzy

banie – trzy wcielenia Boga – Trójcę Świętą; pięć bań – Jezusa Chrystusa i czterech ewangelistów. Już poza obszarem naszego zainteresowania: siedem kopuł oznacza siedem sakramentów i siedem soborów; dziewięć kopuł – dziewięć czynów anielskich, trzynaście bań – Jezusa Chrystusa i dwunastu apostołów.

## 5. Dzwonnice

Dzwonnice budowane były osobno w przypadkach, gdy nie było możliwości zawieszenia dzwonu nad babińcem. Nie spotkaliśmy się z włączeniem dzwonnicy w plan cerkwi. Na całym dotychczas zbadanym obszarze taka sytuacja nie występuje.

Dzwonnice przy odwiedzanych przez nas cerkwiach były osobną budowlą położoną w kilkunasto- bądź kilkudziesięciometrowym oddaleniu od budynku cerkwi. Charakterystyczne dla huculskiej drewnianej zabudowy sakralnej są dzwonnice o planie kwadratu przechodzącego na wyższej kondygnacji w ośmiobok (np.: Spas) lub kontynuują plan kwadratu np.: Winohrad.

Dzwonienie w dzwon oznaczało dobrą – *blachowist*, lub złą – *peredzwin*, nowinę. Zwykle w cerkwiach wyróżnia się dwa rodzaje mechanizmu dzwonu: , gdy dzwon jest zamocowany nieruchomo i elementem mobilnym jest wyłącznie serce, a także gdy poruszają się oba elementy. W swojej podróży mieliśmy okazję poznać ten drugi rodzaj mechanizmu. Przykładem mogą być dzwonnice np.: Spas i Wierbiaż Wyżny.



Rys.13. Spas, szkieletowe zwieńczenie dzwonnicy (fot. W. Witkowski)

Wyróżniliśmy dzwonnice o konstrukcji mieszanej, gdzie parter wykonany jest zrębowo, natomiast piętro i zwieńczenie – szkieletowo.

Dzwonnice były konstruowane także w formie całkowicie szkieletowej. Dotyczy to miejscowości: Otynia, Słobódka, Worona, Winohrad, Tyśmienica, gdzie wypełniano konstrukcję ścianami z wertykalnie ułożonych desek.

Wieńcowa w poziomie parteru dzwonnica w Peczeniżynie była włączona w pasmo ogrodzenia.



Przykładem murowanej dzwonnicy jest dzwonnica cerkiewna w Markowcach.

## 6. Pozyskiwanie informacji

Informacje na podstawie, których prowadzone są badania od lat zapisywane są według schematu, którego podstawy zostały opracowane przez Tomasza Lewandowskiego i Włodzimierza Witkowskiego w 1999 r. Kwestionariusz został następnie rozbudowany i uporządkowany przez Włodzimierza Witkowskiego i obecnie znacznie ułatwia systematykę pracy. Oto formularz karty do przeprowadzania wywiadów środowiskowych.

POLITECHNIKA ŁÓDZKA Instytut Architektury i Urbanistyki Koło Naukowe Studentów Architektury „IX PIĘTRO” Zespół Architektury Wsi i Podstaw Projektowania Bioklimatycznego		
<b>CERKWIE HUCULSZCZYŹNY ANKIETA TERENOWA* WYPRAWY NAUKOWE „HUCULSZCZYŻNA”</b>		
1. Miejscowość:		
	<small>nazwa polska</small>	<small>nazwa ukraińska</small>
		<small>rajon (powiat)</small>
2. Cerkiew pod wezwaniem (+ data odpustu „Chromowe Święto”):		
3. Przynależność organizacyjna (właściwą zaznaczyć <b>X</b> ):	siedziba parafii (zaznaczyć <b>X</b> ) <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ukraińska Hreko-Katolicka Cerkiew,	<input type="checkbox"/> Ukraińska Apostolska Samostojna Prawosławna Cerkiew (patriarcha Chard);	
<input type="checkbox"/> Prawosławna Moskiewskiego Patriarchatu	<input type="checkbox"/> Ukraińska Prawosławna Cerkiew Kijowskiego Patriarchatu (patriarcha Filaret);	
	<input type="checkbox"/> Inna (jaka?):	
4. Rok budowy:		
5. Majster, cieśle:		
6. Fundator(-zy):		
7. Proboszcz, ksiądz (paroch, swiaszczennyk):		
8. Odnalezione inskrypcje wewnątrz i na zewnątrz (przyćoczyć; z przerysowaniem włącznie):		
9. Najstarszy nagrobek na cmentarzu:		
10. Inne dane i ciekawostki (w tym np.: informacje o ciekawych nagrobkach na cmentarzu, historie związane z budową i użytkowaniem itp.):		
11. Informator (imię, nazwisko, wiek, miejscowość, ewentualnie zawód albo funkcja w cerkwi):		
Data wywiadu:		Wywiad przeprowadził(-a):

\* Proszę wypełniać drukowanymi literami (poza rubryk 8 i 10)

Rys. 14. Formularz karty ankiety terenowej

## 7. Metody pracy

Prace prowadzono metodą analogową z użyciem taśm mierniczych, dalmierzy laserowych, węgielnic pryzmatycznych, łat geodezyjnych, poziom sznurkowych, z wykorzystaniem pomiaru bezpośredniego, ciągów pomiarowych, płaszczyzn pomocniczych, triangulacji i poligonu. Podczas wyprawy powstała dokumentacja fotograficzna i rysunkowa – pomiarowa. Na jej podstawie po powrocie mogliśmy sporządzić szczegółowe rysunki rzutów

przekrojów oraz elewacji. Wszelkie notatki musiały być robione z niezwykłą precyzją, ponieważ nie mieliśmy możliwości powrotu w dane miejsce. Na obiekt poświęcaliśmy jeden dzień, co zmuszało nas do pracowitości oraz skrupulatności. Każda osoba musiała rzetelnie wykonać swoje obowiązki, aby efekt finalny był zadowalający.

## **8. Efekty pracy**

Dzięki wyprawie nauczyliśmy się współpracować w grupie. Posiedliśmy również niezbędne umiejętności wykonywania i sporządzania dokumentacji inwentaryzacyjnej pomiarowej, co będzie niezwykle przydatne w naszej przyszłej praktyce zawodowej.

### **Uczestnicy wyprawy „Huculszczyna 2011”:**

Monika Berdek, dr inż. arch. Tomasz Bolanowski, Joanna Budner, Tomasz Chojnacki, Łukasz Erdmański, Adam Kotarski, Malwina Kozłowska, Magdalena Miśkiewicz, Marta Mroczek, Andrzej Pajączkowski, mgr inż. arch. Wojciech Paradała, Sylwia Pawłowska, Paulina Porczyk, Magdalena Sobczyńska, Damian Szuman, Piotr Szybalski, dr inż. arch. Włodzimierz Witkowski, Agata Zelga, Bartosz Zimny.

### **Wykaz zinwentaryzowanych cerkwi:**

Markowce (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki), p.w. Wielkiego Męczennika Dymitra Sołońskiego, 1901r.;

Mykietyńce (d. powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. Podniesienia Krzyża Św. 1859 r.;

Ottynia (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki), p.w. Trójcy Przenajświętszej, 1853 r.;

Peczeniżyn (dawny powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. św. Dymitra, 1629r.;

Słobódka (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki), p.w. Matki Bożej Opiekunki Wiernych, 1887-1888 r.;

Sopów (d. powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. Matki Bożej Opiekunki Wiernych, 1852-1853 r.;

Spas (dawny powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. Przemienienia Pańskiego, 1811 r., przebud. 1863 r.;

Stopczatów (dawny powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. Św. Paraskewi, 1823-25 r.;

Tyśmienica, (d. powiat tłumacki, d. dekanat *loco*), p.w. Narodzenia NMP, 1735-36 r.;

Uhorniki (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki), p.w. Św. Paraskewi, 1882 r.;

Wierbiaż Niżny (dawny powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. Narodzenia NMP, 1788 lub 1808 r.;

Wierbiaż Wyżny (dawny powiat kołomyjski, d. dekanat pistryński), p.w. św. Archaniola Michała, 1859-61 r.;

Winograd (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki), p.w. św. Mikołaja Cudotwórcy 1849 lub 1860 r.;

Worona (d. powiat tłumacki, d. dekanat tyśmienicki) p.w. Zaśnięcia NMP, 1846r. [7].

**Opracowali:**

Magdalena Miśkiewicz  
Sylwia Pawłowska  
Paulina Porczyk  
Magdalena Sobczyńska

**Opiekun naukowy:**

dr inż. arch. Włodzimierz  
WITKOWSKI

**Recenzent:**

dr inż. arch. Tomasz  
BOLANOWSKI

**Literatura:**

- [1] *Drewniane cerkwie karpackie*, wyd. II, opracował Stanisław Koryciński, Warszawa 1994, str. 2-3.
- [2] *Drewniane cerkwie karpackie*, wyd. II, opracował Stanisław Koryciński, Warszawa 1994, str. 2-3.
- [3] *Drewniane cerkwie karpackie*, wyd. II, opracował Stanisław Koryciński, Warszawa 1994, str. 2-3.
- [4] W. Witkowski, *Cerkiew huculska – szkic do portretu* [w:] *Drewniane budownictwo sakralne w górach. Materiały z sympozjum. Kraków 1 grudnia 2001*, Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej PTTK, Kraków 2011, s.146-147, 152 -153, 154.
- [5] W. Witkowski, *Cerkiew huculska – szkic do portretu* [w:] *Drewniane budownictwo sakralne w górach. Materiały z sympozjum. Kraków 1 grudnia 2001*, Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej PTTK, Kraków 2011, s.146-147, 152 -153, 154.
- [6] W. Witkowski, *Cerkiew huculska – szkic do portretu* [w:] *Drewniane budownictwo sakralne w górach. Materiały z sympozjum. Kraków 1 grudnia 2001*, Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej PTTK, Kraków 2011, s.146-147, 152 -153, 154.
- [7] Wystawa retrospektywna po XIV Wyprawie Naukowej Studentów Architektury Poli-techniki Łódzkiej w Karpaty Wschodnie – HUCULSZCZYŻNA 2011, red. W. Witkowski, IAIU PŁ, Łódź 2011.
- [8] <http://www.karpatywschodnie.pl>



wbaw

## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## DREWNIANA CERKIEW TYPU HUCULSKIEGO I JEJ UŻYTKOWNICY - CZYLI JAK MIESZKAŃCY DBAJĄ O SWOJE ŚWIĄTYNIE

- **Wstęp**

W lipcu 2011 r. odbyła się XIV Wyprawa Naukowa Studentów Architektury Politechniki Łódzkiej w Karpaty Wschodnie „Huculszczyzna 2011”. Od 1995 r. koło naukowe „IX Piętro” przeprowadza inwentaryzacje budynków drewnianych w południowo-zachodniej Ukrainie. Początkowo badane były obiekty świeckie znajdujące się na terenie Huculszczyzny. Obecnie skupiamy się na inwentaryzacji cerkwi o cechach huculskich znajdujących się również na terenach przyległych. Wygląd badanych cerkwi często odbiega od naszego wyobrażenia o tradycyjnej architekturze sakralnej Karpat Wschodnich. Cerkwie pokryte są blachą, przystrojone sztucznymi kwiatami i plastikowymi figurkami. Od pewnego czasu pojawia się pytanie jak traktować blachę, którą pokryta jest większość cerkwi? Czy jest to już symbol tego terenu, czy nieumyślnie użyty materiał? Chciałabym spojrzeć na cerkwie oczami mieszkańców i przeanalizować w jaki sposób dbają o te unikalne obiekty. Do rozważań na ten temat skłoniły mnie słowa mieszkańca Uhornik<sup>20</sup>, który wpuścił nas do środka drewnianej cerkwi, pokazał wnętrze i z dumą powiedział: - Karton-gips!

- **Zestawienie 7 cerkwi zinwentaryzowanych w 2011 r. pod względem użytych materiałów wykończeniowych.**

Pierwotny wygląd cerkwi huculskiej to zwykle trójdzielne założenie centralne na planie krzyża greckiego. Od podwaliny po dach konsekwentnie przeprowadzona jest konstrukcja zrębowa. Całą budowlę opasuje daszek, który chroni ściany zrębowa przed zamakaniem (tzw.: sobota). Nieosłonięte części konstrukcji zrębowej pokrywane były gontem, w celu zapobiegnięcia korozji drewna [2].

W tym roku zinwentaryzowanych zostało 14 cerkwi należących do obwodu Iwanofrankowskiego. Przedstawione poniżej zestawienie siedmiu obiektów zbadanych przez jedną z dwóch grup pomiarowych przedstawia użyte materiały wykończeniowe.

---

<sup>20</sup> Uhorniki- wieś na Ukrainie, w obwodzie iwanofrankowskim podporządkowana samorządowi Iwano-Frankowska, założona w 1440 r. [7]

Tablica 1. Materiały wykończeniowe użyte w badanych cerkwiach

	Markowce	Tyśmienica	Ottynia	Uhorniki	Worona	Słobódka	Winograd
data wybudowania*	1901	1736	1853	ok. 1890	1846	1887	1849
dach	blacha w kolorze srebrnym	blacha matowa ciemna (makowiczki w kolorze srebrnym)	blacha w kolorze srebrnym (makowiczki złotym)	blacha w kolorze srebrnym (kopuła i makowiczki złotym)	blacha w kolorze srebrnym (makowiczki złotym)	blacha w kolorze srebrnym	blacha w kolorze srebrnym
ściany nad daszkiem opasującym	blacha w kolorze srebrnym	nowa drewniana boazeria	blacha w kolorze srebrnym	blacha w kolorze srebrnym	blacha w kolorze srebrnym	obite drewnem	blacha w kolorze srebrnym
ściany pod daszkiem opasującym	stare drewniane	stare drewniane	stare drewniane pomalowane	stare drewniane	stare drewniane	obite drewnem	obite drewnem
wnętrze	zrąb pomalowany	plótno na zrębie pomalowane	plótno na zrębie pomalowane	plyta gipsowo-kartonowa	zrąb pomalowany	zrąb pomalowany	pokryte płytą piniową i pomalowane
okna	drewniane i plastikowe	współczesne drewniane z kolorowym szkłem	drewniane	drewniane	drewniane	drewniane	drewniane
inne		podwalina częściowo zalana betonem		w 1909 r. obito blachą*	podwalina częściowo zalana betonem	ok. 1990 r. przeniesiono na nowe miejsce*	ok 1984 r. obito blachą

\* na podstawie wywiadów z mieszkańcami oraz dokumentacji znajdującej się w cerkwi

Materiały wykończeniowe przedstawione powyżej mają charakter powszechny. Takie same rozwiązania można spotkać na całym obszarze badanym od 1998r.

Tablica 2. Liczba cerkwi pokrytych blachą i gontem

Liczba cerkwi zinwentaryzowanych od 1998 r. przez koło naukowe IX PIĘTRO	ok. 90
W tym cerkwie, których dach i ściany nad daszkiem opasującym pokryte są w całości gontem	4
W tym cerkwie, których dach pokryty jest częściowo gontem	2
W tym cerkwie, których dach pokryty jest blachą	ok. 84

Można spotkać również cerkwie pokryte sidingiem (np. Wierbiaż Wyżny) oraz blachą trapezową (miejscowość Sopów).

Warto również zauważyć zmianę charakteru ogrodzenia na tych terenach. Pierwotnie wykonane były z drewna lub kamienia, przykryte daszkiem z drewnianym gontem. Obecnie dominują ogrodzenia modułowe z prefabry-

katów betonowych. Sytuacja taka ma miejsce np. w Markowcach, gdzie kamienne ogrodzenie zostało zastąpione betonowym. Dużym powodzeniem cieszą się również kute bramy i furty.

### 3. **Dlaczego właśnie te materiały i rozwiązania spodobały się mieszkańcom? Przyczyny i konsekwencje.**

#### 3.1. Dachy i ściany pokryte blachą

Najprawdopodobniej pierwszy raz obito blachą cerkiew w 1831 r. [10]. Blacha bardzo szybko znalazła zwolenników. Proces pokrywania dachów blachą był popularny ponad 100 lat temu i jest popularny dzisiaj.

Zalety blachy jako materiału pokrywającego dach:

- praktyczne:
  - ochrona przed deszczem i śniegiem
  - łatwość montażu
  - długowieczność
  - niskie koszty
- estetyczne, z punktu widzenia mieszkańców:
  - nowoczesność
  - wyrazistość
  - odbijanie światła

O tym, że dla mieszkańców blacha ma nie tylko znaczenie praktyczne, ale również estetyczne świadczy bogate zdobnictwo tego materiału. Symbolika wzornictwa blachy związana jest z przekonaniami i wierzeniami ludowymi [1]. Czasami jednak z powodu braku środków finansowych blacha nie jest tak bogato zdobiona.



Rys. 1. Uhorniki- bogato zdobiona blacha z 1909r. (tot. Piotr Szybalski)



Rys. 2. Ottynia- blacha pozbawiona elementów zdobniczych (fot.Joanna Budner)

Dzięki właściwości odbijania światła cerkiew obłożona blachą jest widoczna z daleka, co czyni z niej świetny punkt orientacyjny. Nawet nam często pomagało to odnaleźć szukaną cerkiew. Poza przykrytymi blachą cerkiewiami spotkaliśmy też domy mieszkalne pokryte tym materiałem (zarówno dachy jak i ściany).

Trzeba jednak pamiętać o wadach blachy, które mogą doprowadzić do szybkiego zniszczenia tych unikalnych drewnianych obiektów.

Wady blachy:

- brak przepuszczalności pary wodnej
- zawilgocenie drewna w miejscach braku szczelności
- „efekt pieca”- bardzo wysoka temperatura pod pokrywą blachy ogrzewanej przez promienie słoneczne, powoduje niszczenie drewna. [9]

### 3.2. Okna PCV

Kolejnym przykładem wprowadzania „nowych” technologii w drewnianych cerkwiach są okna PCV. Są trwalsze, bardziej szczelne, i trudniejsze do otworzenia przez potencjalnych złodziei, którzy ostatnio coraz częściej interesują się cerkiewiami. Z tego też powodu, w każdej spotkanej przez nas cerkwi w oknach znajdowały się kraty.

### 3.3. Płyta gipsowo – kartonowa

W Uhornikach znajdują się cerkiew z końca XIXw., której wewnątrz pokryte jest płytą kartonowo-gipsową. Remont został przeprowadzony najprawdopodobniej w 2004 r. Mieszkańcy są bardzo dumni z wyglądu tego wnętrza, a płytę kartonowo-gipsową uważają za nowoczesny, „zachodni” materiał. Ściany są równe, czyste, pomalowane na jasny kolor. Wnętrze sprawiające wrażenie czystości i przestronności przypomina im nowe murywane cerkwie, które coraz częściej zaczynają pojawiać się na wsiach. W czasie rozmów z mieszkańcami odniosłam wrażenie, że dominuje tam

przekonanie: nowe znaczy lepsze, a materiały pochodzenia „zachodniego” utożsamiane są z dobrobytem.



Rys. 3. Uhorniki- wnętrze pokryte płytą kartonowo-gipsową, zielony neon z napisem: „Chrystus pośród nas” (fot. Piotr Szybalski)

#### 3.4. Stare drewniane cerkwie, a nowe murowane świątynie

Pojawia się coraz więcej nowych, murowanych cerkwi, które są dla mieszkańców wielką dumą.



Rys. 4. Słobódka- murowana cerkiew w sąsiedztwie drewnianej, przesuniętej ok. 1990 r. (fot. Damian Szuman)



Dobrym sygnałem jest sytuacja w miejscowości Słobódka, gdzie pomimo istnienia wielkiej murowanej cerkwi, w której odbywają się codzienne i niedzielne uroczystości, w ważne święta otwierana jest stara drewniana cerkiew, która została przeniesiona ok. 1990r o kilkanaście metrów. Fakt ten świadczy o docenieniu zabytku przez mieszkańców.

#### **4. Jak mieszkańcy dekorują i pielęgnują swoje cerkwie?**

Drewniana cerkiew często jest jedynym obiektem sakralnym w wiosce. Jest to dla mieszkańców bardzo ważne, święte miejsce. Kiedy pojawiają się na tym terenie, zwykli mieszkańcy podchodzą wpytując, co tutaj robimy. Interesują się tym, że obcy ludzie wchodzi na teren cerkwi; teren, który w pewien sposób traktują również, jako swoje terytorium. Po pierwszej fali podejrzliwości zazwyczaj pojawia się uśmiech, życzliwość i chęć pomocy.

O tym, że cerkiew jest dla mieszkańców bardzo ważnym miejscem, świadczy również to, jak jest zadbana.

##### **4.1. Otoczenie**

Cały teren otoczony jest ogrodzeniem. Trawa jest skoszona, drzewa pobielone a rabatki zasadzone i podlane. Naokoło cerkwi rosną stare drzewa. Sadzone były również po to, aby podczas burzy ściągać na siebie pioruny, chroniąc w ten sposób drewnianą cerkiew [8]. Teren cerkwi to również miejsce spotkań, dlatego poza dzwonnica i kapliczką, znajdują się tam ławki, studnia i wychodek. Najbliższe otoczenie cerkwi oraz ścieżki zazwyczaj są utwardzone. Niestety spotkaliśmy miejsca gdzie część podwaliny została zalana betonem, co ma bardzo szkodliwy wpływ na drewno. Krawężniki często pomalowane są białą farbą. Dekorację uzupełniają plastikowe kwiaty.



Rys. 5. Markowce- zadbany teren cerkwi (fot. Piotr Szybilski)

## 4.2. Wnętrze

Mieszkańcy starają się również udekorować wnętrza. My wchodząc do środka często nie mogliśmy nadziwić się tak dużej ilości kolorów nagromadzonych w jednym miejscu. Otaczające nas przedmioty wydawały nam się kiczowate i niepotrzebne. Dla wiernych jest to dekoracja, przy pomocy, której starali się zrobić wszystko, aby cerkiew wyglądała jak najlepiej. Wszędzie obecne są sztuczne kwiaty, plastikowe figurki i ręcznie haftowane kolorowe rusznyki, (czyli ozdobne ręczniki-pasy samodziałowej tkaniny zawieszanej wokół obrazów religijnych, mające symboliczne znaczenie: drogi, losu, ochrony [6]). Można też spotkać podświetlony zielony neon z napisem „Chrystus pośród nas”. Najbardziej przytłaczały wnętrza, w których nagromadzona była bardzo duża ilość przedmiotów. Wydaje mi się, że w świadomości mieszkańców wsi wygląd cerkwi może być dowodem ich wiary. Niestety przeprowadzona kwerenda nie dostarcza dowodów naukowych potwierdzających moje przypuszczenie. Każdy parafianin próbuje w jakiś sposób przyczynić się do upiększenia świątyni. Nasuwa się pytanie czy dekoracja, która tam dominuje, można nazwać kiczem?



Rys. 6. Worona- udekorowane wnętrza cerkwi (fot. Piotr Szybalski)

Powstało bardzo wiele koncepcji kiczu, między innymi: Theodora Adorno, Hermanna Brosha, Marka Hendrykowskiego, Abrahama Molesa [5]. Dziś krytykom znacznie trudniej twierdzić z przekonaniem, że wiedzą, co jest sztuką, a co kiczem [3] Mnie tym bardziej nie uda się odpowiedzieć na to pytanie. Przytoczę jednak definicje:

- Kicz- lichy, bezwartościowy obraz, rzeźba itp., rzadziej: utwór literacki, film itp., wytwór człowieka bez talentu i smaku artystycznego. [4]
- Kiczowaty- mający cechy kiczu, lichy, tandetny [4]

## 5. Dwa aspekty przedstawionego problemu

### 5.1. Gusta mieszkańców wsi jako zjawisko etnograficzne

Wedle moich obserwacji gust estetyczny mieszkańców odwiedzanych miejscowości różni się od naszego. Powinniśmy to uszanować i zrozumieć, nawet, jeżeli są to podświetlane aniołki i plastikowe kwiaty. Najważniejsze, że podobają się one mieszkańcom, którym ta świątynia ma służyć. W świadomości mieszkańców wsi często dominuje przekonanie: nowe znaczy lepsze, a materiały pochodzenia „zachodniego” utożsamiane są z dobrobytem. Jest to zjawisko etnograficzne, które nie ma podbudowy naukowej. Wykonałam kwerendę na ten temat i wydaje mi się, że problem powinien zostać poddany szczegółowym badaniom. Pomimo, że przedstawiłam sytuację związaną z huculskimi cerkiewiami, to odnosi się ona nie tylko do tego regionu. W wielu wsiach na całym świecie nadal w dekoracji domów i kościołów dominują plastikowe figurki i kwiaty, a wśród afrykańskich buszmenów wielkim powodzeniem cieszy się ostatnio blacha falista, której nie trzeba po każdej porze deszczowej przepłatać na nowo liśćmi palmy.

### 5.2. Brak świadomości mieszkańców na temat szkodliwego wpływu użytych materiałów oraz niewystarczająca i nieskuteczna opieka konserwatorska

Cerkiew przykryta blachą uniemożliwiająca oddychanie drewna i przepuszczanie wilgoci w połączeniu ze szczelnymi oknami z PCV, a czasami nawet podwaliną zalaną betonem, szybko ulegnie zniszczeniu. Wiernym bardzo zależy na tym, aby cerkiew stała jak najdłużej. Niestety, ich próby ulepszenia przyczyniają się do czegoś zupełnie innego. Ich działania wynikają z niewiedzy oraz z braku środków finansowych. Kiedy z księdzem w Ottyni rozmawialiśmy o negatywnym wpływie blachy, rozumiał, o czym mówimy, podzielał nasze zdanie, ale powiedział nam, że nie ma innej, tak taniej alternatywy.



Rys. 7. Tyśmienica- drewniana podwalina częściowo zalana betonem (fot. Piotr Szybilski)

Drewniane huculskie świątynie rzadko objęte są ochroną konserwatorską. Są jednak wyjątki. Przykładem jest Kołomyja, gdzie stoi drewniana

cerkiew przebudowana w 1709 r. Była ona inwentaryzowana przez studentów Politechniki Łódzkiej w 2000 (inwentaryzacja wstępna) i 2008 r (inwentaryzacja pełna). Jest jedynym przykładem huculskiej cerkwi, na której podczas tegorocznej wyprawy mogliśmy zobaczyć stary drewniany gont.



Rys. 8. Kołomyja- drewniana cerkiew z zachowanym gontem (fot. Joanna Budner)

## 6. Podsumowanie

Podsumowując, uważam, że powinniśmy uszanować inne gusta mieszkańców oraz docenić ich starania i dbanie o miejsce święte. Jednocześnie nie zapominajmy o fatalnych skutkach przyjętych przez nich rozwiązań. Aby drewniane huculskie cerkwie stały jak najdłużej potrzebna jest sprawniejsza opieka konserwatorska oraz większa świadomość mieszkańców.

**Opracowała:**  
Joanna Budner

**Opiekun naukowy:**  
dr inż. arch. Włodzimierz  
WITKOWSKI

## Literatura:

- [1] Karbownik P., Mikina M., Królewicz A. „Huculskie cerkwie z ery drewna w czasach blachy i plastiku- czyli co zastała na Ukrainie XI Wyprawa Naukowa Studentów Architektury Politechniki Łódzkiej w Karpaty Wschodnie”, materiały z III sympozjum studenckich kół naukowych wydziału BiałS P Ł, Szklarska Poręba 2008
- [2] Stanisław Kryciński, Drewniane cerkwie karpackie, Warszawa 1984, s. 94-95
- [3] Leszczyński A., koniec kiczu, dokument elektroniczny: <http://www.wiz.pl/main.php?go=1&op=2&id=23>, dostęp 03.10.2011
- [4] Słownik Języka Polskiego, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, tom I AK, Warszawa 1978

- [5] Wikipedia [online], dokument elektroniczny: <http://www.wikipedia.org/wiki/Kicz>, dostęp 03.10.2011
- [6] Рушник, dokument elektroniczny: <http://www.narodko.ru/article/ornament/vieworna/ru6nik.htm>, dostęp 06.10.2011
- [7] Wikipedia [online], dokument elektroniczny: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Uhorniki\\_%28samorz%C4%85d\\_Iwano-Frankowska%29](http://pl.wikipedia.org/wiki/Uhorniki_%28samorz%C4%85d_Iwano-Frankowska%29), dostęp 06.10.2011
- [8] Włodzimierz Witkowski, Architektura sakralna – Usytuowanie cerkwi i najbliższe otoczenie [w:] Góry Huculszczyny. Przewodnik, który łączy, pod red. Andrzeja Wielochy, Kraków 2006, s. 153-154
- [9] Witkowski W., Cerkiew huculska – wybrane problemy konserwatorskie, Ochrona drewna. Wood Protection – Materiały XXIII Sympozjum, Rogów 5-7.09.2007, Warszawa 2007, s. 137-145 (wyd. SGGW, Komitet Technologii Drewna PAN, ss. 227, wys. 24 cm.).
- [10] Witkowski W., *Przemiany dekoracji domu huculskiego na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci - charakterystyczne zjawiska*, Materiały IX Konferencji Naukowej „Kierunki planowania przestrzennego i architektury współczesnej wsi”, Białystok - Wigry 2000, s. 181-191.



wbair

## VI SYMPOZJUM

### STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Wydziału Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska

Szklarska Poręba 2011 rok

## ARCHIFIESTA – EWOLUCJA IDEI

### 1. Co to jest Archifiesta?

Archifiesta jest świętem studentów Architektury.

Rys. 1. Logo Archifiesty.

### 2. Jak to się zaczęło?

#### 2.1. Przed rokiem 2005

W toku kształcenia studentów na kierunku Architektura i Urbanistyka, w ramach praktyki wakacyjnej studenci po 1. roku tradycyjnie odbywali plener rysunkowy. Podczas dwutygodniowych praktyk studenci rysowali w plenerze a owoce swej pracy konsultowali z wykładowcami rysunku odręcznego: mgr inż. arch. Piotrem Gawłowskim oraz mgr inż. arch. Krzysztofem Ułamkiem. W 2004 r. reprezentacja studentów architektury wzięła udział w I Ogólnopolskich Warsztatach Plenerowych Studentów Architektury w Chełmnie nad Wisłą. Warunkiem zaliczenia pleneru było wykonanie ok. 12 prac.

Zgodnie z tradycją po rozpoczęciu 2. roku studenci organizowali wystawę prac plenerowych. Wernisaż miał miejsce w gmachu Instytutu Architektury i Urbanistyki, w Sali Wystawowej im. Jerzego Samujły, inicjatora stworzenia Instytutu Architektury i Urbanistyki (sala obecnie zastąpiona przez Bibliotekę Budownictwa i Architektury). Na wernisaż zapraszani byli głównie pracownicy Instytutu AiU oraz studenci.

#### 2.2. Po roku 2005

W 2005 r. z powodów organizacyjnych studenci nie wyjechali na chełmińskie warsztaty. Dla grupy kilkunastu studentów był to pretekst do zorganizowania pleneru w Spale, gdzie naukę rysunku połączyli z integracją oraz dobrą zabawą (ryc. 2). Plener, zarówno w Łodzi, jak i w Spale odbywał się

pod okiem mgra inż. arch. Piotra Gawłowskiego, który wspierał studencką inicjatywę (rys.3).



Rys. 2. Plener rysunkowy w Spale. Na zdjęciu: mgr inż. arch. Piotr Gawłowski (rząd na dole, drugi od lewej), Katarzyna Olbińska (rząd na dole, trzecia od lewej), Patryk Pietroń (rząd na górze, pierwszy od lewej).

Po zakończeniu pleneru w Spale, jego pomysłodawca – Patryk Pietroń (ryc. 2) wraz z Katarzyną Olbińską wraz z grupą studentów rozpoczęli przygotowania do wystawy. Znając problemy i potrzeby dotyczące integracji i zespolenia środowiska studenckiego, uznali wystawę za doskonały pretekst do stworzenia wydarzenia kulturalno-artystycznego na większą skalę, które przyciągnie zarówno studentów, jak i władze Uczelni oraz pracowników Instytutu Architektury i Urbanistyki.

### 3. Archifesta – idea studencka

Idea mającego się narodzić wydarzenia artystyczno-kulturalnego przybrała nazwę „Archifesta”. Symbolika tego hasła to połączenie dwóch słów: „architektura”, czyli przyszła profesja studentów oraz „fiesta”, czyli zabawa, świętowanie. W ślad za hasłem powstało czarno-czerwone logo z niebieską kropką nad „i”, symbolizującą kroplę farby.

Idee Archifesty miały odpowiadać na potrzeby studentów architektury, a także być zgodne z rozumieniem słowa „studenckość”:

- odrodzenie studenckiego życia kulturalnego,
- dobra zabawa integrująca studentów oraz wykładowców,
- promocja kierunku Architektura i Urbanistyka,
- przywrócenie tradycji organizowania przez studentów wydarzeń kulturalnych,

- impreza od studentów dla studentów, angażująca środowisko studenckie: studenckie radio, studencki klub,
- impreza non-profit – organizatorzy nie czerpią korzyści finansowych,
- cykliczność imprezy,
- każda edycja wzbogacona o myśl przewodnią, motyw.



Rys. 3. Korekty rysunków prowadzone przez mgr. inż. arch. Piotra Gawłowskiego podczas pleneru rysunkowego w Spale (po lewej) oraz studenci podczas wykonywania rysunków (po prawej).

Pomysł studentów stał się z wyzwaniami organizacyjnymi. Niezbędne były fundusze na materiały promocyjne (plakaty, zaproszenia, bilety), wystawę i poczęstunek podczas wernisażu, wynajęcie klubu, wynagrodzenie dla zespołu oraz inne wydatki. Pomoc udzielona przez władze Wydziału oraz Instytutu Architektury i Urbanistyki była początkowo skromna, dlatego nieoceniony przy zrealizowaniu 1. edycji Archifiesty był wkład p. Dariusza Grzelaka, który doceniając zaangażowanie organizatorów zaprosił Archifiestę do Studenckiego Klubu Futurysta i od tej pory pozostał przyjacielem Archifiesty.

1. edycja Archifiesty wykształciła niezawodny schemat imprezy, który powtarzał się we wszystkich kolejnych edycjach:

- część 1: wernisaż prac plenerowych studentów Architektury i Urbanistyki,
- część 2: impreza taneczna w Studenckim Klubie Futurysta, występy łódzkich zespołów muzycznych.

#### 4. Rozwój idei – podróż przez 6 edycji.



#### 4.1. Archifesta 1.

Pierwsza edycja Archifesty rozpoczęła się wernisażem w Sali Wystawowej im. Jerzego Samujły, na którym pojawili się studenci, wykładowcy oraz przedstawiciele władz Wydziału. Imprezę patronatem objęła prof. dr hab. inż. Maria Kamińska, Dziekan WBAIŚ.

Druga część imprezy odbyła się w Studenckim Klubie Futurysta, gdzie studenci uczestniczyli w konkursach i bawili się przy muzyce wykonywanej przez Łódzkich Bębniarzy oraz łódzki zespół Power Of Trinity (rys. 4).

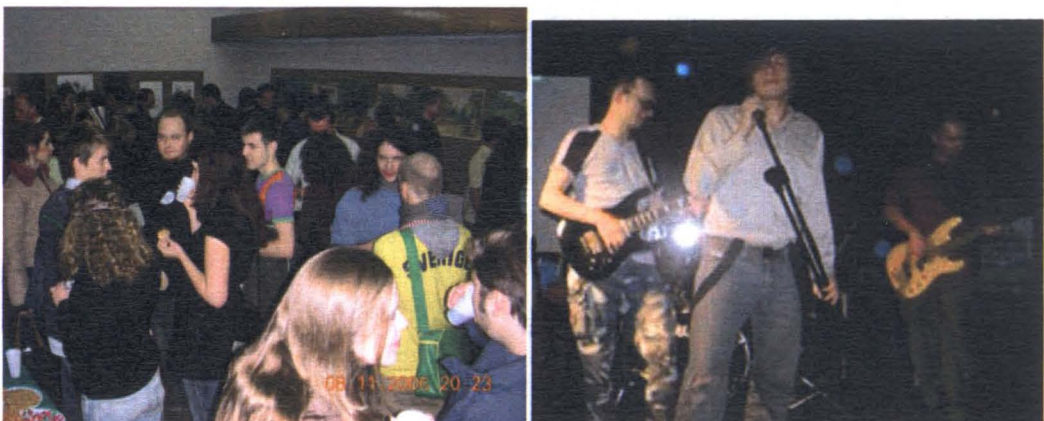


Rys. 4. Zabawa w Studenckim Klubie Futurysta. Występy zespołów: Łódzcy Bębniarze (po lewej) oraz Power Of Trinity (po prawej).

#### 4.2. Archifesta 2.

Kolejna edycja została zorganizowana przez reprezentantów studentów 2. roku, wspieranych doświadczeniem organizatorów pierwszej edycji. Wernisaż ponownie odbył się w Sali Wystawowej im. Jerzego Samujły (rys. 6). Tym razem zaprezentowano prace powstałe na plenerze w Chełmnie oraz Łodzi.

Podczas drugiej części imprezy w Studenckim Klubie Futurysta (rys. 6) studenci bawili się przy muzyce łódzkiego zespołu Kamień Kamień Kamień, którego wokalista był studentem architektury. Nawiązywanie współpracy z łódzkimi zespołami ma wymiar symboliczny: twórczość studentów PŁ promuje łódzką scenę muzyczną.



Rys. 6. Po lewej: wernisaż w Sali Wystawowej im. Jerzego Samujły, po prawej: występ łódzkiego zespołu Kamień Kamień Kamień w Studenckim Klubie Futurysta.

#### 4.3. Archifesta 3.

Trzecia edycja Archifesty, według sprawdzonego wzorca rozpoczęła się wystawą w holu Instytutu Architektury i Urbanistyki. Druga część tradycyjnie odbyła się w Studenckim Klubie Futurysta, gdzie studenci obejrzeć mogli pokaz tańca irlandzkiego, a także bawić się przy muzyce zespołu Orchid z Poznania (rys. 7).



Rys. 7. Impreza w Studenckim Klubie Futurysta. Po lewej: pokaz tańca irlandzkiego, po prawej: występ zespołu Orchid z Poznania.

#### 4.4. Archifesta 4.

Plener rysunkowy w 2008r. odbył się zarówno w Łodzi, jak i Chełmnie, gdzie w ramach IV Ogólnopolskich Warsztatów Plenerowych Studentów Architektury nagrodzono 3 prace łódzkiej reprezentacji studentów pod opieką mgr. inż. arch. Piotra Gawłowskiego (rys. 8). Dzięki chełmińskim plenerom, które pozwalają studentom na obcowanie z zabytkową gotycką architekturą, każda wystawa poplenerowa jest interesująca, prezentuje bowiem architekturę z różnych regionów Polski.



Rys. 8. Rysunki wykonane przez studentów w ramach Ogólnopolskich Warsztatów Plenerowych Studentów Architektury w Chełmnie; autorzy: Sebastian Białkowski – II nagroda (po lewej), Rafał Józwiak – I wyróżnienie (po prawej).

Czwarta edycja Archifesty wydaje się być przełomową dla losów tego wydarzenia. Na wernisaż, który odbył się w zabytkowych wnętrzach Willi Richtera (obecnie Komenda Chorągwi Łódzkiej ZHP) (rys. 9) przybyli Prorektor ds. studenckich PŁ, profesor Wojciech Wolf oraz Dyrektor Osiedla Akademickiego, mgr Janina Mrozowska. Będąc pod wrażeniem Archifesty, od tej pory wspierają każdą kolejną edycję.

Po raz pierwszy wernisaż wzbogacony został o wykwintny poczęstunek przygotowany przez restaurację Soplicowo, a goście oddawać mogli głosy na najlepszą pracę plenerową. Punktem kulminacyjnym wernisażu był występ wokalistki jazzowej Małgorzaty Hutek, po którym ogłoszono wyniki Konkursu Prac Plenerowych.

Zabawa w „Futuryście” (rys. 9) utrzymana była w konwencji jazzowej – studenci bawili się przy muzyce wykonywanej przez łódzki zespół Samokhin Band. Salę wypełnioną po brzegi spowijał dym wydobywający się z ogromnego saksofonu.



Rys. 9. Po lewej: wernisaż w Willi Richtera, po prawej: zabawa w Studenckim Klubie Futurysta.

Czwarta edycja Archifesty nie zakończyła się tradycyjnie imprezą w listopadzie, lecz dopiero w styczniu. Organizatorzy nawiązali współpracę z Komitetem Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy, powstałym na Wydziale Organizacji i Zarządzania, udzielając wsparcia organizacyjnego oraz przekazując na licytację prace, które zwyciężyły w Konkursie Prac Plenerowych. Dzięki temu przedstawiciele PŁ mogli wziąć udział w uroczystej licytacji na rzecz WOŚP.

#### 4.5. Archifesta 5.

Czteroletnie starania organizatorów zostały nagrodzone podczas przygotowań do piątej edycji Archifesty. Ogromnym zaszczytem dla Archifesty było objęcie honorowego patronatu nad nią przez Prorektora ds. Studenckich PŁ, profesora Wojciecha Wolfa. Chcąc podkreślić wyjątkowość tego wydarzenia, Prorektor ufundował nagrodę dla pracy, która zwyciężyła w Konkursie Prac Plenerowych (rys. 10). Kolejnym wyróżnieniem dla Archifesty było zaproszenie przez Dyrektora OA, mgr Janinę Mrozowską do Sali Widowiskowe PŁ.



Rys.10 Koncert łódzkiego zespołu Walking Jazz Band podczas gali Archifiesty.

Motywy przewodnim 5. edycji był „Kicz”. Na wernisaż, który odbył się w foyer Sali Widowiskowej przybyli wykładowcy oraz barwnie przebrani studenci. Dzięki możliwościom technicznym Sali Widowiskowej odbyła się uroczysta gala, na której wystąpił 12-osobowy big band o nazwie Walking Jazz Band, składający się głównie z członków łódzkiej Akademii Muzycznej (rys. 11). Po koncercie ogłoszono zwycięzców Konkursu Prac Plenerowych, a także wręczono Nagrodę Rektora. Dzięki uprzejmości p. Dariusza Grzelaka ukoronowaniem wernisażu był wykwintny catering przygotowany przez restaurację Soplicowo.



Rys. 11. Rysunki wyróżnione w Konkursie Prac Plenerowych: I miejsce (po lewej), autorka: Joanna Chwalewska, II miejsce (po prawej), autorka: Emilia Jakubowska.

Po 5 latach starań Archifesta pojawiła się w mediach, które dostrzegły atrakcyjność tego wydarzenia i zabiegały o wywiad z organizatorami, władzami uczelni, gośćmi. Ogromny nakład pracy, jaki organizatorzy wkładają w przygotowanie imprezy nagradzany jest dobrym słowem, zainteresowaniem, a przede wszystkim zaangażowaniem i rosnącą frekwencją. Popularność Archifesty w środowisku studenckim jest dowodem na potrzebę wydarzeń kulturalno-artystycznych, łączących różne dziedziny sztuki z zabawą.



Rys. 12. Koncert łódzkiego zespołu Public Relations w Futuryście.

Eksplozja studenckiej kreatywności miała miejsce z Futuryście. Kolorowo i fantazyjnie przebrani studenci bawili się przy muzyce łódzkiego zespołu Public Relations (rys. 12) oraz występie Krzysztofa Jankowskiego, który wcielił się w rolę Elvsa Presleya (rys. 13).

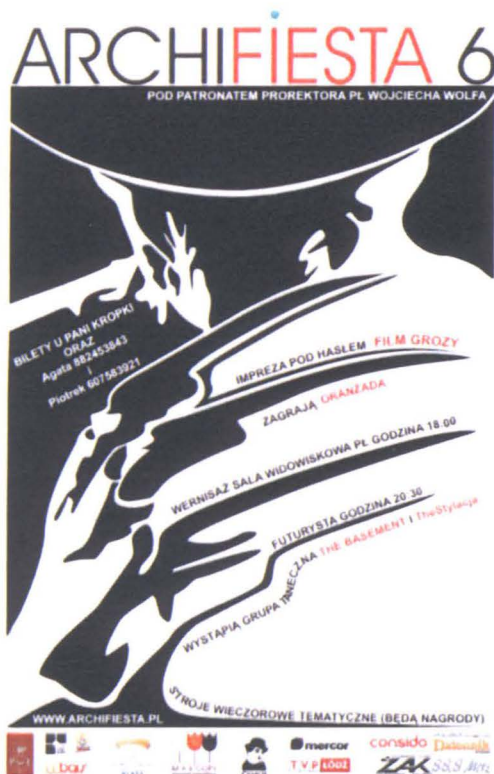


Rys. 13. Występ Krzysztofa Jankowskiego w roli Elvsa Presleya w Futuryście.

Rysunki wyróżnione w Konkursie Prac Plenerowych po raz drugi przekazane zostały na rzecz licytacji dla WOŚP, którą organizatorzy Archifesty zorganizowali wspólnie z przedstawicielami Wydziału Organizacji i Zarządzania. Podobnie, jak rok wcześniej, licytacja została ukoronowana cateringiem (restauracja Soplicowo) oraz koncertem duetu Małgorzaty Hutek (wokal) oraz Witolda Janiaka (fortepian).

#### 4.6. Archifesta 6.

Kolejna edycja odbyła się pod hasłem „Filmy grozy”. Zadaniem organizatorów było nadanie całej imprezie charakteru horroru z przymrużeniem oka. Na wernisażu pojawiły się tajemniczo przebrane postacie, które, dzięki charakterystyce wykonanej przez zaprzyjaźnione studia wizażu „Cztery Pory Roku” i „Caliel”, wprowadzały gości w tajemniczy klimat, zbierając głosy do urn.



Rys. 14. Po lewej: plakat promujący 6. edycję Archifesty (autor: Piotr Szybalski); po prawej: I miejsce w Konkursie Prac Plenerowych, autorka: Katarzyna Romanowicz.

Gala w Sali Widowiskowej rozpoczęła się od projekcji kilkuminutowego filmu, nakręconego przez studentów architektury, pokazującego w krzywym zwierciadle przeżycia studentów I roku. Klimat grozy podtrzymywał koncert zespołu Oranżada połączony z projekcją filmu Charliego Chaplina pt. „Brzdąc”. Galę zakończyło przyznanie Nagrody Rektora (ryc. 14) oraz wyróżnień dla najlepszych prac plenerowych, wybranych przez gości. Bardzo ważne były słowa Prorektora Wojciecha Wolfa (ryc. 15), który będąc pod ogromnym wrażeniem Archifesty stwierdził, że jest to jedno z największych wydarzeń kulturalnych, które wpisało się już na stałe do kalendarza imprez Politechniki Łódzkiej.



Rys. 15. Na górze: Prorektor ds. Studenckich PŁ, profesor Wojciech Wolf z organizatorkami Archifesty 6 podczas wernisażu w foyer Sali Widowiskowej PŁ. Na dole: koncert zespołu Oranżada połączony z projekcją filmu pt. „Brzdąc”.

Zabawę w Futuryście rozpoczął pokaz tańca łódzkiej grupy The Basement. Do klubu przybyli fantazyjnie przebrani studenci, którzy w rozmaity

sposób interpretowali hasło „film grozy”. Podczas koncertu łódzkiego zespołu The Stylacja przed sceną bawiły się postacie z filmów pt.: „Rodzina Adamsów”, „Kill Bill”, „Gnijąca Panna Młoda Tima Burtona”, a nawet tajemnicza postać z bajki „Muminki”.

Po zabawie przyszedł czas na dopełnienie zobowiązań wobec WOŚP. Ponieważ w 2010 r. nie został stworzony komitet WOŚP na PŁ, organizatorzy Archifesty własnymi siłami zainicjowali telefoniczną licytację prac, które zwyciężyły w Konkursie Prac Plenerowych. Dochód z licytacji organizatorzy wraz z Prorektorem Wojciechem Wolfem oraz Dyrektorem OA Janiną Mrozowską przekazali kwestującej na rynku Manufaktury Prezydent Miasta Łodzi Hannie Zdanowskiej (rys. 16).



Rys. 16. Reprezentacja Archifesty z Prorektorem Wojciechem Wolfem oraz Dyrektorem OA Janiną Mrozowską. Przekazanie dochodu z licytacji wybranych prac plenerowych Prezydent Hannie Zdanowskiej

## 5. Kulisy Archifesty

Przygotowanie Archifesty to corocznie prawie 2 miesiące wyężonej pracy organizatorów. Pierwsze spotkania organizatorów poprzednich edycji z reprezentacją 2. roku odbywają się tuż po rozpoczęciu semestru zimowego i trwają do samej Archifesty, która tradycyjnie odbywa się pod koniec listopada. Kolejnym etapem działania jest organizacja licytacji zwycięskich prac plenerowych na rzecz WOŚP, która odbywa się w styczniu.



Sześćoletnia tradycja Archifesty wykształciła sprawdzony schemat przygotowań. Począwszy od 1. edycji, gdzie organizacji wydarzenia przewodniczyło 2 studentów 2. roku architektury, w każdej kolejnej edycji liczba chętnych do organizacji przedsięwzięcia rosła. Największym wyzwaniem była 6. edycja, gdzie aż 10 studentów 2. roku uczestniczyło w przygotowaniach (tablica 1). Z perspektywy sześcioletniego doświadczenia najefektywniejszym modelem pracy jest współpraca 4-5 osobowej grupy studentów 2. roku z organizatorami poprzednich edycji, których liczba co roku rośnie.

Tablica 1. Rosnąca liczba organizatorów oraz uczestników Archifesty świadczą o jej coraz większej popularności.

ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NR EDYCJI	1	2	3	4	5	6
LICZBA ORGANIZATORÓW	2	2	2	3	4	10
PRZYBLIŻONA LICZBA UCZESTNIKÓW ARCHIFESTY	60	150	200	250	300	400

Warunkiem dobrego funkcjonowania grupy jest wyłonienie osoby odpowiedzialnej za całość, koordynującej działania pozostałych organizatorów. Na sukces całego przedsięwzięcia składa się równoległa praca wszystkich organizatorów na poszczególnych szczeblach – postęp w jednej dziedzinie uwarunkowany jest często efektami pracy na innych poziomach.

Organizacja Archifesty to równoległa praca na kilku płaszczyznach:

- rozmowy z Władzami uczelni,
- pozyskiwanie środków finansowych,
- kontakt z mediami w celu promocji imprezy: telewizją,
- radiem, prasą, portalami internetowymi,
- projektowanie oprawy graficznej: plakatów, zaproszeń,
- biletów, materiałów promocyjnych, strony internetowej,
- przygotowywanie wystawy,
- opracowywanie oprawy artystycznej: rozmowy z zespołami, tancerzami, itp.,
- projektowanie gadżetów.

Rosnąca popularność Archifesty (tablica 1) to ogromny sukces organizatorów, jednak równie duża odpowiedzialność. Każda kolejna edycja do podstawowego dwuczłonowego schematu imprezy wprowadza nowy element lub modyfikuje wcześniejsze (tablica 2). Dzięki temu studenci mają okazję poznawać różne dziedziny sztuki, współgrające z założeniami Archifesty.

Pomimo ograniczonych środków finansowych i możliwości organizacyjnych, bardzo ważne jest, by każda edycja przeprowadzona została profesjonalnie i na wysokim poziomie. Co roku organizatorzy zdobywają doświadczenie w dziedzinach, z którymi nie sposób zetknąć się na co dzień. Jest to niepowtarzalna okazja do nabycia umiejętności niezbędnych w przyszłej pracy zawodowej, a których nie można nabyć podczas praktyk ani w toku studiów.

## **6. Archifesta – ewolucja idei. Podsumowanie**

Przez sześć edycji główne założenia Archifesty pozostały niezmiennie, lecz wzbogacone o kolejne elementy. Jest to impreza „od studentów dla studentów”, jednocząca środowisko akademickie. Dzięki wytrwałości organizatorów impreza ta wpisała się już do kalendarza imprez studenckich, co roku zrzeszając setki studentów.

Wydarzenie to nie mogłoby rozwinąć się do obecnej postaci bez pomocy wielu osób. Patronat i wsparcie Prorektora Wojciecha Wolfa, pomoc Dyrektora OA Janiny Mrozowskiej pozwoliły na podniesienie rangi Archifesty. Coroczne wsparcie ze strony Instytutu Architektury i Urbanistyki, Władz Wydziału BAIŚ umożliwia zrealizowanie pomysłów na oprawę artystyczną imprezy. Doświadczenie i pomoc wieloletniego przyjaciela Archifesty, pana Dariusza Grzelaka spaja ideę i pomysły organizatorów. Osobą, która przyczyniła się do powstania Archifesty jest mgr inż. arch. Piotr Gawłowski, zachęcający studentów do rozwijania się poprzez rysunek.

Obecność organizatorów wcześniejszych edycji zapewnia ciągłość i niezmiennosc idei. Współpraca studentów w różnym wieku pozwala dzielić się doświadczeniem. Reprezentanci studentów 2. roku stają przed wyzwaniem organizacji Archifesty, przy której działają na wielu płaszczyznach. Rozmowy z władzami Uczelni, mediami, promocja imprezy wśród rówieśników, tworzenie oprawy graficznej i artystycznej, a przede wszystkim świadomość odpowiedzialności za sukces wydarzenia kształtują osobowość studentów, ucząc ich pewności siebie, umiejętności wyrażania myśli, negocjacji i pracy w grupie. Poczucie odpowiedzialności, spoczywającej na organizatorach. Niekiedy największym wyzwaniem staje się pogodzenie zaangażowania w tworzenie Archifesty z obowiązkami studenckimi.

Dzięki zaangażowaniu wielu osób Archifesta stała się corocznym świętem architektów, łączącym różne środowiska i dziedziny sztuki. Dla niektórych jest to okazja do świetnej zabawy, dla innych do zdobywania doświadczenia, nauki i pracy na rzecz innych. Z pewnością to właśnie mnogość i różnorodność atrakcji tego wydarzenia przyciąga tak wiele osób, pozostawiając barwne wspomnienia na wiele lat.

Tablica 2. Schemat pokazujący rozwój Archifesty.

NR EDYCJI	1	2	3	4	5	6
CZ. 1: WERNISZAŻ	MIEJSCE	INSTYTUT ARCHITEKTURY I URBANISTYKI	INSTYTUT ARCHITEKTURY I URBANISTYKI	PALACYSK ZHP	SALA WIDOWISKOWA PL	SALA WIDOWISKOWA PL
	OPRAWA ARTYSTYCZNA	.....	.....	-WYSTĘP MALGORZATY HUTEK. -WYKWINTYNY CATERING	-WYSTĘP BIG BANDU WALKING JAZZ BAND. -WYKWINTYNY CATERING	-WYSTĘP ZESPOŁU ORANZADA. -WYKWINTYNY CATERING
	INNE ATRAKCJE	.....	.....	KONKURS PRAC PLENEROWYCH	KONKURS PRAC PLENEROWYCH (SPECJALNA NAGRODA PROREKTORA WOJCIECHA WOLFA)	-KONKURS PRAC PLENEROWYCH (SPECJALNA NAGRODA PROREKTORA WOJCIECHA WOLFA). -POKAZ FILMU NAKRĘCONEGO PRZEZ STUDENTÓW
CZ. 2: IMPREZA W FUTURYSZCIE	OPRAWA ARTYSTYCZNA	WYSTĘP ZESPOŁU: -POWER OF TRINITY -ŁÓDZCY BEBNIARZE	WYSTĘP ZESPOŁU KAMIEN KAMIEN KAMIEN	WYSTĘP ZESPOŁU SAMOKHIN BAND	WYSTĘPY: -KRZYSZTOFA JANKOWSKIEGO (ELVIS). -ZESPÓŁ PUBLIC RELATIONS	WYSTĘPY: -GRUPY TANECZNEJ THE BASEMENT. -ZESPÓŁ THESTYLACJA
	INNE ATRAKCJE	KONKURSY DLA STUDENTÓW	KONKURSY DLA STUDENTÓW	.....	.....	KONKURS NA NAJLEPSZE PRZEBRANIE
	DZIAŁALNOŚĆ PO ZAKOŃCZENIU ARCHIFESTY	.....	.....	LICYTACJA ZWYCIĘSKICH PRAC NA RZECZ WOŚP	LICYTACJA ZWYCIĘSKICH PRAC NA RZECZ WOŚP	LICYTACJA ZWYCIĘSKICH PRAC NA RZECZ WOŚP

Opracowała:  
Emilia Jakubowska

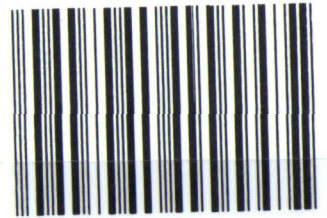
Opiekun naukowy:  
dr inż. arch. Włodzimierz  
WITKOWSKI



31489

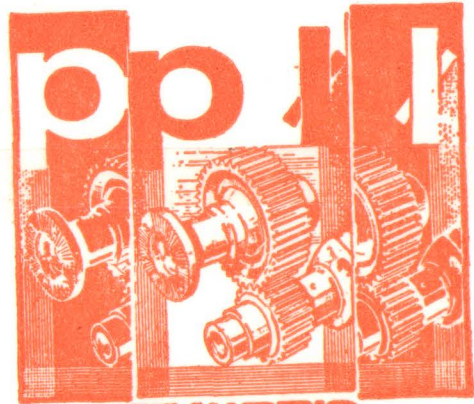
BBA

Biblioteka  
PL



211000048426

31489



EXLIBRIS

politechnika łódzka • łódź • biblioteka

ISBN 978-83-88499-39-5