

# **PROGRAM DOSKONALENIA ZAWODOWEGO NAUCZYCIELI woj. warmińsko-mazurskie**

**w ramach projektu:**

„Budownictwo – nowoczesny nauczyciel przedmiotów zawodowych”.

Projekt realizowany w terminie: 01.01.2011r. – 31.05.2012r. przez:

**Państwową Wyższą Szkołę Zawodową im. prof. Edwarda F. Szczepanika  
w Suwałkach**

W ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

Priorytet III. Wysoka jakość systemu oświaty,

Działanie 3.4. Otwartość systemu edukacji w kontekście uczenia się przez całe życie

Poddziałanie 3.4.3 Upowszechnienie uczenia się przez całe życie.

Treści programowe opracowane zostały przez zespół w składzie:

1. dr inż. Elżbieta Szafranko
2. dr inż. Stefan Dominikowski
3. mgr inż. Dorota Bajor
4. mgr inż. Mirosław Zdunek
5. mgr inż. Rafał Kur

Olsztyn, 2012r.

# SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	4
I. ZAŁOŻENIA ORGANIZACYJNE KURSU.....	6
1. Uwagi wstępne.....	6
2. Cele organizacyjne kursu.....	6
3. Organizacja kursu.....	7
4. Uwagi dotyczące realizacji programu.....	8
5. Zasady rekrutacji.....	8
6. Warunki ukończenia kursu.....	8
7. Dokumentacja kursu.....	8
II. ZAŁOŻENIA PROGRAMOWE KURSU.....	11
III. MATERIAŁY DYDAKTYCZNE.....	11
I. Materiałoznawstwo.....	21
1. Materiałoznawstwo budowlane.....	21
1.1. Zagadnienia normalizacyjne w ocenie jakości materiałów budowlanych. ....	21
1.2. Podstawowe pojęcia dotyczące budownictwa i materiałów budowlanych.....	22
1.3. Normalizacja w budownictwie.....	22
1.4. Wyroby budowlane a Unia Europejska.....	25
2. Podstawowe właściwości materiałów budowlanych. Jakość i BHP.....	29
2.1. Klasyfikacja ogólna wyrobów budowlanych.....	29
2.2. Podział materiałów i wyrobów budowlanych ze względu na przeznaczenie.....	30
2.3. Rodzaje właściwości materiałów budowlanych.....	31
2.4. Rola inżynierii materiałowej w technologii materiałów budowlanych...32	
2.5. Podstawy chemii budowlanej.....	33
2.6. Podział ogólny materiałów budowlanych.....	35
3. Kruszywa budowlane. Spoiwa. Cementy.....	36
3.1. Ogólna charakterystyka kruszyw budowlanych.....	36
3.2. SPOIWA.....	38
3.3. CEMENTY.....	41
ZAŁĄCZNIK NR 1 Wykaz aktów prawnych dotyczących „Materiałoznawstwa”.....	42
4. TECHNOLOGIA BETONU.....	43
4.1. Co to jest beton?.....	43
4.2. Produkcja betonu.....	43
4.3. Klasyfikacja betonów. ....	45
4.3.1. Najnowsze kierunki rozwoju technologii betonu.....	46
4.4. Czym jest współczesna technologia betonu?.....	50
4.5. Domieszki i dodatki do betonów.....	50

4.6. Betonowanie w trudnych warunkach.....	52
4.6.1. Betonowanie w warunkach niskich temperatur.....	52
4.6.2. Betonowanie w wysokich temperaturach.....	56
4.6.3. Betonowanie pod wodą.....	59
II. NOWOCZESNE TECHNIKI I TECHNOLOGIE WYKONYWANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH.....	60
1. Deskowania.....	60
2. Posadzki.....	65
3. Dachy.....	69
3.1. Rodzaje dachów.....	71
3.2. Więżby dachów dwuspadowych.....	72
3.3. Nowoczesne rozwiązania konstrukcji dachu.....	74
4. Balkony, tarasy, stropodachy.....	83
5. Izolacje.....	87
6. Prace pomiarowe na placu budowy.....	91
EUROKODY NA PRZYKŁADZIE PN EN 1991-1-3(4).....	95
Literatura.....	105

# WSTĘP

*Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. prof. Edwarda F. Szczepanika w Suwałkach w okresie od 01.01.2011 roku do 31.05.2012 roku zrealizowała projekt "Budownictwo – nowoczesny nauczyciel przedmiotów zawodowych" współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Społecznego oraz budżetu państwa, polegający na podwyższeniu kwalifikacji zawodowych nauczycieli zawodu na kierunku budownictwo. W ramach projektu opracowane zostały dwa programy doskonalenia zawodowego – po jednym na województwo objęte projektem.*

*Potrzeba projektu zaistniała z przeświadczenia, iż od umiejętności, kompetencji i aktualnej wiedzy nauczycieli zależy poziom kształcenia absolwentów szkół zawodowych i średnich czyli przyszłych kadr przedsiębiorstw budowlanych i studentów uczelni wyższych. Dlatego też, realizatorzy projektu czynili starania, aby wiedza zdobyta przez nauczycieli przekładała się na wysokiej jakości kształcenie w dziedzinie budownictwa.*

*Kształcenie zawodowe ulega nieustannej modernizacji dostosowanej do potrzeb rynku pracy, przez co edukacja młodzieży w szkołach musi opierać się na wiedzy teoretycznej i praktycznej potwierdzonej ciągłym doskonaleniem nauczycieli.*

*Stosowanie innowacyjnych rozwiązań w budownictwie powoduje zmiany w dostosowaniu programu nauczania i metod kształcenia do aktualnych potrzeb. Bezpośrednie oddziaływanie na nauczyciela biorącego udział w poszczególnych etapach realizowanego projektu, pozwala pośrednio wpłynąć na ucznia.*

*Adresatami projektu są nauczyciele z dwóch województw (podlaskiego i warmińsko – mazurskiego), zatrudnieni w szkołach ponadgimnazjalnych w charakterze nauczycieli przedmiotów zawodowych i instruktorów praktycznej nauki zawodu na kierunku budownictwo.*

*Nauczyciele uczestniczyli w szkoleniach teoretycznych, szkoleniu z metodyki kształcenia zawodowego, wzięli udział w ćwiczeniach laboratoryjnych oraz stażach realizowanych w dwóch etapach w przedsiębiorstwach branży budowlanej.*

*Instytucją Pośredniczącą we wdrażaniu projektu jest Ministerstwo Edukacji Narodowej.*



MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ



*Do opracowania programu zostali zaangażowani wykładowcy akademicy, reprezentanci firm branży budowlanej, nauczyciel zawodu, metodyk kształcenia zawodowego oraz przedstawiciel PWSZ w Suwałkach. Opracowanie założeń programu, treści oraz struktury w części teoretycznej i praktycznej było pierwszym etapem pracy zespołu. Następnie przeprowadzono konsultacje w szkołach, zebrane zostały opinie nauczycieli, które zostały uwzględnione podczas doboru treści programowych. Ostatnia faza przygotowania programu przed jego wdrożeniem, uwzględniała wnioski i opinie nauczycieli uczestniczących w projekcie, kadry szkoleniowej i osób realizujących projekt.*

*Publikacja programu doskonalenia zawodowego nauczycieli przedmiotów zawodowych branży budowlanej zapewnia aktualizację wiedzy z nowoczesnych technologii w budownictwie, a także powinna stać się zachętą do rozwinięcia współpracy szkolnictwa zawodowego z przedsiębiorcami wykonującymi prace budowlane w woj. podlaskim i warmińsko-mazurskim.*

*Wszystkim nauczycielom biorącym udział w projekcie życzymy sukcesów w pracy zawodowej*

*Realizatorzy i autorzy*

# I. ZAŁOŻENIA ORGANIZACYJNE KURSU

## **1. Uwagi wstępne.**

Przedsiębiorstwa budowlane inwestują w najnowocześniejszy sprzęt, wykorzystują najnowsze techniki i technologie od posadowienia budynku do jego wykończenia. Zmiany w budownictwie nastąpiły w całym cyklu produkcyjnym, od projektowania, przez geodezję, wykonawstwo, elementy wykończeniowe do technik pomiarowych i eksploatacyjnych.

W codziennej pracy zawodowej nauczyciele napotykać wiele przeszkód, nie mając styczności w swoich placówkach oświatowych z najnowszymi rozwiązaniami stosowanymi w budownictwie. Nauczyciele poprzez udział w projekcie mieli możliwość zapoznania się z najnowszymi rozwiązaniami stosowanymi w budownictwie, przy czym tematyka realizowana podczas szkoleń teoretycznych ściśle związana była z zagadnieniami wykorzystanymi podczas staży w przedsiębiorstwach. Ćwiczenia laboratoryjne z zakresu oceny cech materiałów budowlanych, betonów i konstrukcji stanowiły podstawę przydatności badanych elementów do ich dalszej eksploatacji. Moduł metodyczny przedstawiający nowe metody i techniki w nauczaniu zawodowym, ukazał nauczycielom konieczność wprowadzania zmian w procesie kształcenia i dostosowywania go do wymogów i tendencji panujących w branży budowlanej.

## **2. Cele i korzyści wynikające z uczestnictwa w projekcie.**

Celem projektu jest umożliwienie doskonalenia zawodowego 45 nauczycielom przedmiotów zawodowych i instruktorom praktycznej nauki zawodu na kierunku budownictwo. Realizatorzy projektu podniosą swoje kwalifikacje zawodowe, zwiększając wiedzę i umiejętności z zakresu nowoczesnych technologii stosowanych w firmach budowlanych.

Korzyści wynikające z uczestnictwa w projekcie:

- aktualizacja wiedzy i umiejętności z dziedziny budownictwa
- doskonalenie własnego warsztatu pracy, pozyskanie pomocy dydaktycznych, wykorzystywanych podczas zajęć prowadzonych w szkole

- podniesienie jakości kształcenia w szkole poprzez lepsze przygotowanie wychowanków do olimpiad budowlanych i egzaminów zawodowych
- pogłębianie wiadomości dotyczących zastosowania najnowszych norm i ich oznaczeń
- doskonalenie umiejętności czytania dokumentacji budowlanej, projektów, rysunków wykonawczych itp.
- poznanie nowych programów komputerowych służących do projektowania, wykonywania kosztorysów i obliczeń
- dostęp do technologii w budownictwie z wykorzystaniem innowacyjnych technik pracy, nowoczesnych materiałów, nietypowych maszyny i urządzeń
- współpraca z firmami branży budowlanej działającymi na terenie województw objętych projektem (podlaskiego i warmińsko - mazurskiego)
- wymiana informacji na temat potrzeb lokalnego rynku pracy
- poznanie procesu technologicznego i poszczególnych faz budowy obiektów budowlanych (od projektu po wykończenie budynku)
- staż potwierdzony certyfikatem

### **3. Organizacja kursu.**

- **Zajęcia teoretyczne** – nowoczesne technik i technologie w budownictwie, materiałoznawstwo, normalizacja – prowadzone przez wykładowców akademickich, w wymiarze 30h.
- **Zajęcia praktyczne** – staże 120 h realizowane w dwóch etapach pod nadzorem opiekunów staży. Pierwszy etap 80h,10 dni –roboty fundamentowe, geodezja, stany surowe budynków. Drugi etap 40h,5 dni-elementy wykończeniowe w budownictwie.
- **Zajęcia z metodyki w kształceniu zawodowym** – 24h – prowadzone przez profesora oświaty, wykładowcę z zakresu metodyki w kształceniu zawodowym.
- **Zajęcia laboratoryjne** -18h – prowadzone przez wykładowców akademickich.

#### **4. Realizacja programu.**

Program doskonalenia zawodowego nauczycieli opracowany został przez dwa, odrębne na każde z województw, zespoły ekspertów, składające się z nauczycieli zawodu branży budowlanej, wykładowców wyższych uczelni kształcących na kierunkach budownictwo, przedstawicieli firm budowlanych o zasięgu regionalnym i krajowym. Tematyka zawarta w programie została przygotowana na podstawie informacji uzyskanych po analizie potrzeb edukacyjnych nauczycieli ze szkół objętych projektem na temat nowoczesnych technologii w budownictwie i zrealizowana w poszczególnych etapach kursu. Podczas realizacji przygotowanego programu poczyniono starania, aby doszło do korelacji między poszczególnymi działaniami realizacji kursu, tak aby tematyka podjęta podczas szkoleń teoretycznych została przedstawiona na zajęciach laboratoryjnych i w sposób praktyczny na stażach zawodowych.

#### **5. Zasady rekrutacji.**

Uczestnikami projektu są nauczyciele przedmiotów zawodowych i instruktorzy praktycznej nauki zawodu z branży budowlanej, którzy posiadają zameldowanie stałe lub czasowe na terenie województwa podlaskiego lub warmińsko-mazurskiego, podpisali formularz zgłoszenia udziału i dostarczyli zaświadczenie o zatrudnieniu w szkole zawodowej lub ośrodku kształcenia praktycznego.

#### **6. Warunki ukończenia kursu.**

Warunkiem ukończenia kursu jest uczestnictwo w 80% realizowanych zajęć. Zaliczenie kursu odbędzie się na podstawie pozytywnie zdanego testu, zawierającego pytania z tematyki objętej programem.

#### **7. Dokumentacja kursu.**

- opis procedury rekrutacji,
- szczegółowy program kursu,
- harmonogram zajęć,
- procedury i narzędzia do ewaluacji,- dzienniki zajęć teoretycznych, laboratoryjnych, metodycznych i staży.

Szkoły, z których nauczyciele byli beneficjentami projektu:  
**woj. warmińsko-mazurskie.**

Nazwa Szkoły	Ilość nauczycieli uczestniczących w projekcie.
<b>Zespół Szkół Budowlanych w Olsztynie</b> ul. Żołnierska 15 10-558 Olsztyn www.zsbolsztyn.pl	8
<b>Zespół Szkół im. Bohaterów Września 1939 Roku w Iławie</b> ul. Kopernika 8A 14-200 Iława www.zsilawa.pl	2
<b>Powiatowe Centrum Kształcenia Praktycznego w Iławie</b> ul. 1 Maja 8a 14-200 Iława www.pckp.net	4
<b>Zespół Szkół Inżynierii Środowiska i Usług w Elblągu im. Mikołaja Kopernika w Elblągu</b> ul. Obrońców Pokoju 44 82-300 Elbląg www.zsisiu.elblag.com.pl	3
<b>Zespół Szkół Technicznych w Elblągu</b> ul. Grottgera 71 82-300 Elbląg www.zst.elblag.org.pl	3
<b>Zespół Szkół Zawodowych i Ogólnokształcących im. 9 Drezdeńskiej Brygady Artylerii w Morągu</b> ul. Kujawska 1 14-300 Morąg www.zsziomorag.internetdsl.pl	1
<b>Zespół Szkół im. Króla Władysława Jagiełły</b> ul. Przemysłowa 1 13-230 Lidzbark www.zesplidzbark.republika.pl	1
<b>Zespół Szkół Technicznych w Olecku</b> Plac Zamkowy 2 19-400 Olecko www.zst.olecko.pl	1
<b>Zespół Szkół Kształtowania Środowiska i Agrobiznesu w Giżycku</b> ul. I Dyw. T. Kościuszki 23 11-500 Giżycko www.zkskia.edu.pl	1
<b>Centrum Kształcenia Praktycznego w Elku</b> ul. Matejki 119-300 Elk www.ckpiu.pl	1

Szkoły, z których nauczyciele byli beneficjentami projektu:  
**woj. podlaskie.**

Nazwa Szkoły	Ilość nauczycieli uczestniczących w projekcie.
<b>Zespół Szkół Technicznych w Suwałkach</b> ul. Sejneńska 33 16-400 Suwałki <a href="http://www.zst.suwalki.pl">www.zst.suwalki.pl</a>	5
<b>Centrum Kształcenia Praktycznego w Suwałkach</b> ul. Wylotowa 30 16-400 Suwałki <a href="http://ckps.w.interia.pl/">ckps.w.interia.pl/</a>	1
<b>Augustowskie Centrum Edukacyjne w Augustowie</b> Al. Kard. Wyszyńskiego 3 16-300 Augustów <a href="http://www.ace.pol.pl">www.ace.pol.pl</a>	4
<b>Zespół Szkół Mechanicznych w Łapach im. Stefana Czarnieckiego</b> ul. Gen. W. Sikorskiego 68 18-100 Łapy <a href="http://www.fajnaszkola.net">www.fajnaszkola.net</a>	2
<b>Centrum Kształcenia Praktycznego w Łapach</b> ul. Sikorskiego 15 18-100 Łapy <a href="http://www.ckplapy.pl">www.ckplapy.pl</a>	5
<b>Zespół Szkół Budowlano-Geodezyjnych w Białymstoku im. S.W.Bryły</b> w Białymstoku ul. Słonimska 47/1 15-029 Białystok <a href="http://zsbg.bialystok.pl">http://zsbg.bialystok.pl</a>	1
<b>Zespół Szkół Zawodowych Nr 5 w Białymstoku im. Gen. Ignacego Prądzyńskiego</b> ul. Antoniuk Fabryczny 40 15-741 Białystok <a href="http://www.zsizr5.bialystok.pl">www.zsizr5.bialystok.pl</a>	2

## II. ZAŁOŻENIA PROGRAMOWE KURSU

### 1. Plan kursu

„Budownictwo – nowoczesny nauczyciel przedmiotów zawodowych”

### CZĘŚĆ TEORETYCZNA – 30 godzin

L.p.	Nazwa modułu	Ilość godzin
1	<b>MATERIAŁOZNAWSTWO</b>	<b>10</b>
	1.1. <u>Materiałoznawstwo budowlane:</u>	
	1.1.1. Zagadnienia normalizacyjne w ocenie jakości materiałów budowlanych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• normy budowlane</li> <li>• aprobaty techniczne</li> <li>• deklaracje zgodności</li> <li>• certyfikaty</li> </ul> Podstawowe właściwości materiałów budowlanych. Jakość i BHP.	1
	1.1.2. Kruszywa budowlane. Właściwości i ich ocena. Spoiwa. Cementy- rodzaje, właściwości, klasy.	1
	1.1.3. Ceramika – cegły, dachówki, pustaki.	2
	1.1.4. Klasyfikacja stali.	1
	1.2. <u>Technologia betonu:</u>	
	1.2.1. Klasyfikacja betonów. Jakość i BHP.	1
	1.2.2. Wytwarzanie betonów: <ul style="list-style-type: none"> <li>• formowanie (układanie, zagęszczanie – wybrane metody)</li> <li>• dojrzewanie – sposoby przyspieszania dojrzewania</li> <li>• właściwości betonów               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Wytrzymałość na ściskanie – klasa wytrzymałości betonu</li> <li>⇒ Klasa ekspozycji betonu</li> <li>⇒ Trwałość – sposób oceny trwałości (czynniki wpływające na trwałość betonu)</li> </ul> </li> <li>• pielęgnacja (rola i metody)</li> <li>• odbiór betonu towarowego</li> </ul>	3
	1.2.3. Współczesna technologia betonów <ul style="list-style-type: none"> <li>• betony specjalne               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Ciężki, hydrotechniczny, drogowy, wodoszczelny, BWW, wibrobeton, inne</li> <li>⇒ Dodatki i domieszki do betonów</li> </ul> </li> <li>• specjalne technologie betonowania               <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Betonowanie w okresie obniżonych temperatur, konstrukcje masywne, podwodne, itp.)</li> </ul> </li> </ul>	1

<b>2</b>	<b>NOWOCZESNE TECHNIKI I TECHNOLOGIE WYKONYWANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH</b>	<b>16</b>
	2.1. Deskowania systemowe (np. Harsco, Peri) oraz szalunki tracone (np. filigram, velox).	3
	2.2. Posadzki (podkłady, posadzki przemysłowe, żywiczne)	1
	2.3. Dachy (drewno klejone).	1
	2.4. Balkony, tarasy, stropodachy: <ul style="list-style-type: none"> <li>• izolacje cieplne i przeciwwilgociowe</li> <li>• obróbki blacharskie</li> </ul>	2
	2.5. Technologie wykończeniowe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• tynki maszynowe</li> <li>• systemy suchej zabudowy</li> <li>• tapety natryskowe</li> <li>• sufity podwieszane</li> <li>• podłogi techniczne</li> </ul>	4
	2.6. Roboty murowe przy zastosowaniu nowych materiałów (ytong, porotherm).	2
	2.7. Elewacje ( stosowane materiały).	1
	2.8. Prace pomiarowe na placu budowy: <ul style="list-style-type: none"> <li>• niwelatory laserowe</li> <li>• dalmierze</li> </ul>	1
	2.9. Prowadzenie robót budowlanych – rola technika budowlanego.	1
<b>3</b>	<b>EUROKODY W BUDOWNICTWIE</b>	<b>4</b>
	3.1. Podstawy projektowania geotechnicznego – Eurokod 7	1
	3.2. Podstawy projektowania i przyjmowania oddziaływań na konstrukcje według norm europejskich EUROKODÓW.	2
	3.3. Podstawy projektowania konstrukcji według norm europejskich EUROKODÓW.	1

## A. CZĘŚĆ TEORETYCZNA

### A.1. Materiałoznawstwo

#### Cele:

Każdy słuchacz kursu powinien:

- zapoznać się z zagadnieniami normalizacyjnymi w ocenie jakości materiałów budowlanych
- zapoznać z systemem oceny zgodności wyrobów budowlanych z dyrektywami UE
- poznać podstawowe właściwości materiałów budowlanych
- poznać rolę inżynierii materiałowej w technologii materiałów budowlanych
- poznać klasyfikację betonów według najnowszych kierunków rozwoju technologii betonu
- poznać domieszki i dodatki do betonów
- poznać zasady betonowania w trudnych warunkach



### **Materiał kształcenia:**

- prezentacja zagadnień normalizacyjnych w ocenie jakości materiałów budowlanych
- ramowy schemat funkcjonowania dyrektywy 89/106/EWG
- prezentacja inżynierii materiałowej /podstawy chemii budowlanej/
- charakterystyka kruszyw budowlanych, spoiw, cementów
- wykaz aktów prawnych dotyczących materiałoznawstwa
- beton jako kompozyt, właściwości mieszanki betonowej i betonu
- prezentacja współczesnej technologii betonu
- domieszki i dodatki do betonu
- najnowsze kierunki rozwoju technologii betonu
- wykonywanie robót betonowych w trudnych warunkach

### **Osiągnięcia:**

W wyniku procesu kształcenia słuchacz powinien umieć:

- analizować zagadnienia normalizacyjne w budownictwie
- scharakteryzować zasady wprowadzania wyrobów budowlanych na rynek Unii Europejskiej
- scharakteryzować inżynierię materiałową
- analizować podział materiałów budowlanych
- posługiwać się dokumentacją techniczną i aktami prawnymi
- wyjaśnić zasady produkcji betonu
- wyjaśnić klasyfikacje betonu w nawiązaniu do najnowszych kierunków rozwoju technologii betonu
- scharakteryzować domieszki i dodatki stosowane do betonu
- scharakteryzować zasady wykonywania robót betonowych w trudnych warunkach

## **A.2. Nowoczesne techniki i technologie wykonywania obiektów budowlanych**

### **Cele:**

Każdy słuchacz kursu powinien:

- poznać deskowania różnych elementów konstrukcyjnych
- zapoznać się z rodzajami posadzek
- poznać różne rozwiązania konstrukcyjne dachów i stropodachów
- poznać rodzaje izolacji
- zapoznać się z pracami pomiarowymi na placu budowy

### **Materiał kształcenia:**

- podział deskowań
- wymagania dotyczące posadzek
- nowoczesne rozwiązania konstrukcji dachu
- zasady wykonywania izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych
- prace pomiarowe na placu budowy

### **Osiągnięcia:**

W wyniku procesu kształcenia słuchacz powinien umieć:

- scharakteryzować kryteria podziału deskowań
- wymienić wymagania dotyczące posadzki
- scharakteryzować typy dachów i stropodachów
- opisać nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne dachów i stropodachów
- scharakteryzować materiały stosowane w izolacjach przeciwwilgociowych i przeciwwodnych
- wymienić rodzaje pomiarów stosowanych na placu budowy

## **A.3. EUROKODY W BUDOWNICTWIE**

### **Cele:**

Każdy słuchacz kursu powinien:

- zapoznać się z podstawami projektowania konstrukcji według norm europejskich EUROKODÓW
- zapoznać się z podstawami projektowania i przyjmowania oddziaływań na konstrukcje według norm europejskich EUROKODÓW

### **Materiał kształcenia:**

- Eurokody PN EN 1991-1-3(4) Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje

### **Osiągnięcia:**

W wyniku procesu kształcenia słuchacz powinien umieć:

- wyjaśnić podstawy projektowania konstrukcji według Eurokodów

## B. CZĘŚĆ PRAKTYCZNA – 120 godzin

L.p.	Tematyka zajęć	Ilość godzin
1	Szkolenie BHP i zapoznanie z planem BIOZ budowy oraz planem organizacji budowy.	8
2	Dokumentacja budowy : -zapoznanie z dokumentacją projektową budowy -dziennik budowy -specyfikacje techniczne wykonania robót -warunki techniczne wykonywania i odbioru robót -harmonogram budowy -obmiary powykonawcze	8
3	Roboty makroniwelacyjne i wykopy obiektowe - pomiary przy makroniwelacji terenu i wykopach (utrzymywanie rzędnej dna wykopów i nasypów przy pomocy niwelatorów laserowych ) -dobór ilościowy sprzętu do robót ziemnych -badanie makroskopowe gruntu z wykopu	8
4	Roboty żelbetowe -pomiary przy ustawianiu oraz kontroli szalunków -montaż deskowań ściennych -montaż deskowań stropowych -zbrojenie -dylatacje i przerwy robocze -odbiór mieszanki betonowej -betonowanie -pielęgnacja betonu -ocena dojrzałości betonu celem podjęcia decyzji o demontażu deskowań -demontaż deskowań ścian i stropów -przygotowanie deskowań do kolejnych cykli	32
5	Izolacje: - izolacje przeciwwilgociowe fundamentów i ścian piwnic -izolacje przeciwwilgociowe i termiczne balkonów , tarasów i stropodachów -izolacje akustyczne stropów	16
6	Dachy -montaż dźwigarów z drewna klejonego -pokrycie dachów o konstrukcji z drewna klejonego	16
7	Systemy suchej zabudowy -pomiary przy ustawianiu ścianek działowych oraz sufitów podwieszanych -ścianki działowe -sufity podwieszane	8
8	Tynki maszynowe	8
9	Ślusarka aluminiowa: -pomiary przy montażu stolarki zewnętrznej i elewacji -montaż konstrukcji -oszklenie	8
10	Podłogi i posadzki :przemysłowe, nawierzchnie sportowe.	8

**Cele:**

Każdy słuchacz kursu powinien:

- nabyć umiejętności związane z organizacją i nadzorem budowy

**Materiał kształcenia:**

- dokumentacja projektowa budowy
- plan BIOZ budowy
- dziennik budowy
- specyfikacje techniczne wykonywania robót
- warunki techniczne wykonywania i odbioru robót
- harmonogram budowy

**Osiągnięcia:**

W wyniku procesu kształcenia słuchacz powinien umieć:

- czytać dokumentację projektową
- wykonywać pomiary makroniwelacyjne
- wykonywać badania makroskopowe gruntu
- ustalać zakres prac poszczególnych robót budowlanych

## C. METODYKA KSZTAŁCENIA ZAWODOWEGO – 24 godziny

Lp.	Nazwa bloku tematycznego	Liczba godzin
1.	<p><b>ELEMENTY DYDAKTYKI KSZTAŁCENIA ZAWODOWEGO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura procesu dydaktyczno-wychowawczego i czynności pedagogiczne nauczycieli przedmiotów zawodowych w szkołach budowlanych</li> <li>• Cele i treści kształcenia zawodowego</li> <li>• Ogniwa i zasady kształcenia</li> <li>• Planowanie pracy dydaktyczno-wychowawczej</li> <li>• Recepta na sukces nauczyciela</li> </ul>	6
2.	<p><b>STRATEGIE I AKTYWIZUJĄCE METODY KSZTAŁCENIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategia informacyjna – techniki szybkiego uczenia się i zapamiętywania, mapy myśli</li> <li>• Strategia problemowa – rozwiązywanie problemów, myślenie kreatywne</li> <li>• Strategia emocjonalna – kształcenie eksponujące</li> <li>• Strategia badawcza – kształcenie poprzez badanie</li> <li>• Strategia operacyjna – kształcenie przez działanie</li> <li>• Strategia multimedialna – kształcenie wspomagane środkami audiowizualnymi i e-learningiem</li> </ul>	6
3.	<p><b>MODERNIZACJA I UNOWOCZEŚNIANIE KSZTAŁCENIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przemiany zachodzące w świecie zawodów</li> <li>• Klasyfikacja zawodów i specjalności</li> <li>• Krajowe standardy kwalifikacji zawodowych</li> <li>• Kompetencje kluczowe</li> <li>• Kształcenie modułowe w Polsce</li> <li>• Mierzenie jakości pracy nauczycieli. Metody diagnostyczne, pomiar pedagogiczny.</li> </ul>	6
4.	<p><b>DOSKONALENIE WARSZTATU METODYCZNEGO NAUCZYCIELA PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH W SZKOŁACH BUDOWLANYCH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pakiety edukacyjne dla nauczyciela i ucznia</li> <li>• Elementy obudowy dydaktycznej</li> <li>• Przygotowanie wychowanków do olimpiad i egzaminów zawodowych</li> <li>• Doradztwo zawodowe</li> <li>• Kształcenie ustawiczne. Edukacja przez całe życie – potrzeba XXI wieku</li> <li>• Bibliografia i źródła internetowe</li> </ul>	6

## **Cele:**

**Każdy słuchacz kursu powinien:**

- zapoznać się z elementami dydaktyki kształcenia zawodowego w procesie dydaktyczno-wychowawczym w szkołach budowlanych
- poznać uwarunkowania w planowaniu pracy dydaktyczno-wychowawczej teoretycznego przedmiotu zawodowego lub praktycznej nauki zawodu zgodnie z podstawą programową dla określonego zawodu
- poznać procedury i techniki wynikające z koncepcji nauczania wielostronnego oraz wykorzystać strategie kształcenia z aktywizującymi metodami w toku zajęć teoretycznych i praktycznej nauce zawodu
- poznać możliwości modernizacji i unowocześnienia kształcenia zawodowego na tle przemian zachodzących w świecie zawodów – zgodnie z klasyfikacją zawodów i specjalności oraz krajowymi standardami kwalifikacji zawodowych
- poznać koncepcję modułowego modelu kształcenia zawodowego i działania na rzecz zintegrowanych metod nauczania
- poznać sposoby mierzenia jakości pracy nauczyciela z uwzględnieniem oceniania wewnątrzszkolnego i zewnętrznego systemu oceniania
- poznać potrzeby doskonalenia warsztatu metodycznego z wykorzystaniem pakietów edukacyjnych, elementów obudowy dydaktycznej (m.in. filmów szkoleniowych, literatury w tym przewodników – skryptów)
- poznać koncepcje i zasady doradztwa zawodowego, wspomaganie uczniów zdolnych oraz założenia kształcenia ustawicznego

## **Materiał kształcenia:**

- proces dydaktyczno – wychowawczy w szkole budowlanej
- planowanie i realizacja teoretycznego przedmiotu zawodowego oraz praktycznej nauki zawodu
- strategie i aktywizujące metody kształcenia
- modernizacja i unowocześnianie kształcenia w zajęciach teoretycznych i praktycznych w zawodach budowlanych zgodnie z klasyfikacją oraz krajowymi standardami kwalifikacji zawodowych
- koncepcja kształcenia modułowego w Polsce
- mierzenie jakości pracy nauczycieli
- pakiety edukacyjne dla nauczyciela i ucznia
- elementy obudowy dydaktycznej przedmiotu i zajęć
- doradztwo zawodowe
- kształcenie ustawiczne
- bibliografia dotycząca kształcenia zawodowego i modułowego oraz doradztwa zawodowego

## **Osiągnięcia:**

W wyniku procesu kształcenia słuchacz powinien umieć:

- przedstawiać struktury procesu dydaktyczno – wychowawczego szkoły budowlanej
- analizować podstawę programową kształcenia w zawodzie
- konstruować plan dydaktyczno – wychowawczy zawodowego przedmiotu teoretycznego lub praktycznej nauki zawodu
- ustalać przebieg zajęć zgodnie z ogniwami procesu kształcenia i odpowiadającym im zasadom
- dobierać strategie i aktywizujące metody kształcenia do jednostek metodycznych
- uzasadniać modernizację i unowocześnianie kształcenia zawodu na przykładzie własnych zajęć
- wykorzystywać techniki szybkiego uczenia się, zapamiętywania i czytania oraz technologię informacyjną do unowocześniania zajęć z uczniami
- zmieniać dotychczasowy styl nauczania zgodnie z założeniami kształcenia modułowego
- wprowadzać różnorodne sposoby oceniania uczniów i mierzenia jakości swojej pracy
- zaprojektować elementy obudowy dydaktycznej do zajęć
- przygotować koncepcję doskonalenia warsztatu metodycznego i receptę na sukces ucznia
- współpracować z innymi nauczycielami, rodzicami i uczniami w zakresie doradztwa zawodowego
- zaplanować dalsze własne doskonalenie merytoryczno – metodyczne wynikające z potrzeb edukacji przez całe życie

## D. CZĘŚĆ LABORATORYJNA – 18 godzin

L.p.	Tematyka zajęć	Ilość godzin
1	Podstawy doświadczalnictwa.	2
2	Niszczące badanie wytrzymałości betonu.	2
3	Niszczące badania wytrzymałości stali zbrojeniowej.	1
4	Badanie wytrzymałości młodego(dojrzewającego) betonu za pomocą aparatury pomiarowej ConReg.	1
5	Nieniszczące badania wytrzymałości (sklerometryczne, ultradźwiękowe metodą pull-out).	2
6	Badanie jakości (defektów) dojrzałego betonu za pomocą aparatury diagnostycznej – betonoskopów,i aparatury Impact Echo.	1
7	Lokalizacja zbrojenia w konstrukcji żelbetowej za pomocą nowoczesnych urządzeń diagnostycznych (metody elektromagnetyczne, radarowe, radiologiczne, ultradźwiękowe).	2
8	Badania geotechniczne.	2
9	Badania laboratoryjne mieszanki betonowej.	2
10	Badania laboratoryjne kruszyw.	2
11	Badania termowizyjne.	1



# MATERIAŁY DYDAKTYCZNE

## I. Materiałoznawstwo

### 1. Materiałoznawstwo budowlane

#### 1.1. Zagadnienia normalizacyjne w ocenie jakości materiałów budowlanych.

##### Pojęcia ogólne, definicje

**Materiałoznawstwo** jest nauką, która zajmuje się charakteryzowaniem, systematyką i klasyfikacją materiałów produkcyjnych. Materiałami produkcyjnymi nazywa się surowce i półfabrykaty, z których po przeróbce uzyskuje się wyroby gotowe (produkty), stanowiące przeważnie użytkowe przedmioty obrotu towarowego (towary).

Charakteryzowanie, polega na zestawianiu określaniu właściwości materiałów, niezbędnych do rozpoznawania poszczególnych ich rodzajów, odmian, klas i gatunków. Polega ono również na ocenie jakości i przydatności użytkowej materiałów, a także na określaniu ich właściwego zastosowania oraz warunków prawidłowego (racjonalnego) magazynowania i składowania.

Systematyka polega na uporządkowaniu (usystematyzowaniu) materiałów zależnie od ich podstawowych cech lub przeznaczenia i podzielenia ich na grupy, rodzaje odmiany itp. zbiory materiałów o wspólnych lub podobnych cechach, bądź przeznaczeniu. Zadaniem systematyki jest ponadto ustalenie jednolitych nazw i symboli materiałów.

**Budowa**

Polska Klasyfikacja Wyrobów i Usług grupuje produkty w podziale na dziesięć poziomów. Przyjęte oznaczenia można zapisać w skrócie tak:

A - sekcja	
AA - podsekcja	
	xx - dział
	xx.x - grupa
	xx.xx - klasa
	xx.xx.x - kategoria
	xx.xx.xx - podkategoria
	xx.xx.xx - xx - pozycja
	xx.xx.xx - xx.x - dziewięciocyfrowka
	xx.xx.xx - xx.xx - dziesięciocyfrowka

Ostatnie dwa szczeble podziału (dziewięciocyfrowki i dziesięciocyfrowki) zostały stworzone wyłącznie dla potrzeb statystyk krajowych oraz ewidencji źródłowej podmiotów gospodarczych. W zależności od charakteru produktów oparto je bądź na Polskiej Scalonej Nomenklaturze Towarowej Handlu Zagranicznego (PSNTHZ), bądź na [Systematycznym Wykazie Wyrobów](#) (SWW) lub [Klasyfikacji Wyrobów i Usług](#) (KWiU), bądź też w oparciu o polskie normy lub wreszcie o praktykę gospodarczą. W sumie zatem te dwa ostatnie szczeble PKWiU są efektem

potrzeby i praktyki.

Rys. 1. Polska Klasyfikacja Wyrobów

Wykaz ten służy doskonaleniu ewidencji materiałów i towarów oraz ujednoczeniu nazewnictwa w wymienionych dziedzinach gospodarki narodowej, umożliwi także stosowanie nowoczesnych środków techniki obliczeniowej.

Usystematyzowane materiały można podzielić pod względem poziomu jakości, na klasy i gatunki. Podział wg określonej zasady nazywa się klasyfikacją materiałów.

## 1.2. Podstawowe pojęcia dotyczące budownictwa i materiałów budowlanych

Mianem **budownictwo** określa się dziedzinę działalności technicznej obejmującą projektowanie oraz wszelkie techniki i technologie wznoszenia obiektów budowlanych, ich konserwacji oraz rozbiórki. Najogólniej budownictwo można podzielić na: lądowe i wodne. W zależności od użytych (zastosowanych) materiałów (wyrobów) budowlanych różni się m.in. budownictwo drewniane, ceglane (ceramiczne), kamienne, betonowe i stalowe.

Zgodnie z nazewnictwem stosowanym zarówno w aktach prawnych Unii Europejskiej, jak i w polskiej *ustawie o wyrobach budowlanych*, określenia **materiał budowlany** i **wyrób budowlany** są jednoznaczne. W dokumentach tych wyrób budowlany jest rozumiany jako bezpostaciowy materiał (np. taki jak: asfalt, żywica syntetyczna, cement, wapno, gips, kruszywo, mieszanka betonowa) lub ukształtowany produkt (np. stal zbrojeniowa, drewno budowlane, ceramika, wyroby z zaczynów, zapraw i betonów lub wyroby ze szkła, a także z betonu komórkowego).

Wyżej wymieniona ustawa (o wyrobach budowlanych) zawiera definicję wyrobu budowlanego, zgodnie z którą pojęcie to oznacza „(...) rzecz ruchomą, bez względu na stopień przetworzenia, przeznaczoną do obrotu, wytworzoną w celu zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym, wprowadzoną do obrotu jako wyrób pojedynczy lub jako zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość i mającą wpływ na spełnienie wymagań podstawowych (...)” dotyczących obiektów budowlanych.

Określenie „w sposób trwały” oznacza, że usunięcie (demontaż) wyrobu obniża właściwości użytkowe obiektu, w którym wyrób jest wbudowany.

**Zestaw** to wyrób budowlany, który składa się z co najmniej dwóch oddzielnych komponentów; **komponent** zaś jest wyrobem, który po połączeniu z innym wyrobem tworzy zestaw.

**Obiektami budowlanymi** są m.in. budynki wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi. Przez określenie **budynek** należy rozumieć taki obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych (ścian) oraz ma fundamenty i dach.

Pojęcie **materiały budowlane** określa materiały (wyroby) stosowane do realizacji nowych obiektów budowlanych i do robót remontowych. Właściwości materiałów budowlanych powinny spełniać wymagania zawarte w odpowiednich normach i aprobaty technicznych.

## 1.3. Normalizacja w budownictwie

Normalizacja odgrywa bardzo ważną rolę w realizowaniu postępu technicznego, którego zadaniem jest unowocześnienie metod produkcji, optymalne użytkowanie środków produkcji, mechanizacja robót ciężkich i pracochłonnych, automatyzacja procesów technologicznych, zwiększenie wydajności i poprawa jakości produkcji. Normalizacja polega na ujednocnianiu, klasyfikowaniu oraz

ustalaniu uzasadnionych ekonomicznie i technicznie wymagań w odniesieniu do produkcji. Celem tej działalności jest zwiększenie stopnia unifikacji oraz typizacji produkcji, ułatwienie jej specjalizacji i koncentracji, stworzenie podstaw do racjonalnego użycia materiałów i energii oraz zwiększenia wydajności pracy, zmniejszenie kosztów wytwarzania, podnoszenie bezpieczeństwa i higieny pracy, określanie i poprawa jakości wyrobów oraz ułatwienie porozumiewania się i współpracy gospodarczej.

Normowanie jest to zespół czynności zmierzających do ustalenia wszelkich innych norm technicznych oprócz tych, które powstają w wyniku działalności normalizacyjnej. Na przykład normowaniu (a nie normalizacji) podlegają: zużycie materiałów, zapasy magazynowe, czas pracy, płace (wynagrodzenie).

Nieprawidłowe i niedopuszczalne jest utożsamianie pojęcia normalizacji z pojęciem normowania.

Oddziaływanie normalizacji na życie gospodarcze realizuje się za pomocą dokumentów techniczno-prawnych, nazywanych normami. Aby uniknąć wieloznaczności tego terminu (są normy pracy, normy materiałowe i inne), dokumenty będące rezultatem prac normalizacyjnych powinny się określać ich konkretnymi nazwami: polska norma, branżowa norma, zakładowa norma, a od jakiegoś czasu: również norma europejska lub polska zharmonizowana norma europejska. W zależności od funkcji normalizacyjnej rozróżnia się następujące typy norm: normy klasyfikacyjne, normy znaczeniowe (terminologiczne), normy przedmiotowe i normy czynnościowe.

Normy klasyfikacyjne mają zadanie systematyzowania przedmiotów i pojęć. Dzięki nim ułatwionym staje się: planowanie rodzaju produkcji, uzgadnianie planu dostaw, orientacja w rodzajach produkowanych wyrobów oraz procesów technologicznych itp.

Normy znaczeniowe mają na celu ustalenie poprawnych i ujednoczonych nazw w języku technicznym, co wydatnie ułatwia porozumiewanie się w działalności technicznej i gospodarczej. Normy te niekiedy dotyczą także umownych znaków i symboli.

W normach przedmiotowych są podane wymagania jakościowe wobec grupy wyrobów lub poszczególnych typów wyrobów oraz sposoby pobierania próbek i metody badań. Z norm tych można się dowiedzieć z czego wyrób ma być produkowany, jakie powinien mieć wymiary i kształt, jak ma być wykończony i opakowany oraz w jaki sposób należy sprawdzić jego jakość. Tak szeroki zakres postanowień mają normy przedmiotowe pełne. Często ustanawia się normy przedmiotowe niepełne, które zawierają część wymagań, np.: dotyczą tylko wymiarów wyrobów.

W normach czynnościowych podaje się sposoby wykonywania określonych czynności, takich jak: badania techniczne wyrobów, tryb projektowania i wykonywania rysunków technicznych, sposób pakowania, przechowywania i transportu wyrobów.

Typ normy nie ma zasadniczo powiązania z jej mocą prawną i zakresem stosowania. Każdy z omówionych typów może być pod względem zakresu stosowania zarówno polską normą (PN), jak i branżową normą (BN) lub zakładową normą (ZN). Ze względu na rangę tematu normalizacyjnego normy klasyfikacyjne, jako podstawowe, rzadko są (były) ustanawiane jako normy inne niż PN, obecnie:

EN, natomiast normy przedmiotowe dotyczące konkretnych wyrobów są przeważnie ustanawiane jako ZN (normy zakładowe).

**Polskie normy** są (były) normami powszechnie obowiązującymi w całej Polsce. Dotyczą klasyfikacji, terminologii, oznaczeń oraz parametrów i cech jakościowych wyrobów powszechnie stosowanych (np.: śrub) lub o szczególnym znaczeniu w gospodarce narodowej.

**Branżowe normy**, jak nazwa wskazuje, dotyczą zagadnień normalizacyjnych określonych branż produkcyjnych, wytwarzających wyroby jednakowego lub podobnego przeznaczenia (np.: wyroby hutnicze, poszczególne materiały budowlane, grunty budowlane itd.) są to więc normy państwowe o węższym zakresie niż polskie normy. Obowiązują we wszystkich jednostkach gospodarczych danej branży, bez względu na ich przynależność organizacyjną. Branżowe normy (są) były ustalane przez ministra właściwego resortu lub, na jego upoważnienie, przez dyrektora branżowego ośrodka normalizacyjnego.

**Zakładowe normy** dotyczą wewnętrznych zagadnień normalizacyjnych jednego zakładu (firmy) produkcyjnego lub kilku współpracujących zakładów. Normy te powinny być zgodne w swych postanowieniach z pokrewnymi nadrzędnymi PN i BN, a obecnie z EN.

Obowiązek stosowania norm jest usankcjonowany odpowiednimi przepisami o znaczeniu państwowym (unijnym – europejskim) i dotyczy nie tylko producenta (dystrybutora), lecz również odbiorcy wyrobów (konsumenta); producent powinien produkować wyroby zgodnie z normą, odbiorca (nabywca) zaś nie ma zasadniczo prawa żądać od producenta wyrobu innego, niż jest to ustalone w obowiązującej normie.

Rozwój stosunków gospodarczych i naukowo-technicznych między poszczególnymi państwami spowodował konieczność nawiązania międzynarodowej współpracy również w dziedzinie normalizacji. Najlepszym przykładem jest oczywiście harmonizacja norm w Unii Europejskiej. Wynikiem takiej współpracy są międzynarodowe normy i zalecenia (dyrektywy) normalizacyjne. Ich celem jest ujednoczenie (zharmonizowanie) istniejących norm krajowych, oraz stworzenie podstaw do opracowywania (harmonizowania) w państwach członkowskich nowych norm krajowych (unijnych), zgodnych ze sobą pod względem głównych postanowień. Wydawaniem tych norm i zaleceń zajmuje się wiele międzynarodowych organizacji normalizacyjnych. Największą liczbę państw członkowskich grupuje **Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna** (ISO – to skrót jej nazwy w języku angielskim). Wydaje ona zalecenia normalizacyjne **ISO**, obejmujące szeroką tematykę ze wszystkich bez mała dziedzin, z wyjątkiem np. elektrotechniki, np.: jednostki miar i symbole, pasowania, łożyska toczne, rury i łączniki, urządzenia dla okrętownictwa, metody badań surowców i materiałów, przyrządy i artykuły ochrony zdrowia, a także np. sposoby zarządzania przedsiębiorstwem, kadrami lub temu podobne.

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (skrót angielski IEC) wydawała zalecenia normalizacyjne IEC w dziedzinie elektrotechniki i elektroniki.

Międzynarodowa Komisja Zatwierdzania Sprzętu Elektrycznego (CEE) zajmowała się wydawaniem zaleceń normalizacyjnych CEE dotyczących przepisów bezpieczeństwa użytkowania sprzętu elektrycznego powszechnego zastosowania.

Kraje członkowskie Unii Europejskiej prowadzą dla swoich potrzeb współpracę normalizacyjną koordynowaną przez adekwatnie powołane komisje europejskie oraz przez realizację specjalnie w tym celu uzgodnionych (parafowanych) i obowiązujących tzw. dyrektyw unijnych.

Normy mają ogromne znaczenie w kształtowaniu poziomu jakości produkcji. Poziom ten, jak wiadomo, zależy w znacznej mierze od jakości stosowanych surowców i materiałów produkcyjnych. I w tej dziedzinie, tzn. w ocenie jakości i przydatności materiałów do określonych zastosowań, podstawową funkcję spełnia normalizacja. Z punktu widzenia materiałoznawstwa szczególnie interesujące są normy przedmiotowe, klasyfikacyjne i normy dotyczące metod badań (czynnościowe).

Zasady normalizacji w Polsce uległy znacznym zmianom po uchwaleniu Ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. o normalizacji. Głównym jej założeniem było i jest dostosowanie polskich norm do norm europejskich. Wg ustawy najpóźniej do 30 czerwca 1995 r. miały ulec likwidacji normy branżowe – część z nich, po wprowadzeniu niezbędnych zmian (dostosowaniu), została podniesiona do rangi polskich norm, a następnie ulegnie zharmonizowaniu z EN, część została (zostaje) przekwalifikowana na normy zakładowe, a pozostałe zostaną lub zostały unieważnione. Postanowienia polskich norm będą lub już zostały ograniczone do zagadnień podstawowych, z maksymalnym uwzględnieniem wymagań norm europejskich, czyli zostały zharmonizowane.

## **1.4. Wyroby budowlane a Unia Europejska**

Jednym z podstawowych celów Unii Europejskiej jest utworzenie jednolitego, wewnętrznego rynku, zapewniającego swobodny przepływ towarów. Wiąże się to z wyeliminowaniem wszelkich ograniczeń w handlu na obszarze tego rynku, w tym krajowych regulacji technicznych utrudniających swobodny przepływ wyrobów. Oznacza to, że jeżeli istnieją stosowne regulacje Unii Europejskiej ustalające wymagania techniczne dla określonej grupy wyrobów, mają one pierwszeństwo przed regulacjami krajowymi w tym zakresie. Usuwanie barier technicznych dla swobodnego przepływu towarów odbywa się poprzez harmonizację przepisów technicznych Państw Członkowskich Unii.

W odniesieniu do wyrobów stosowanych w budownictwie głównym dokumentem harmonizującym ten obszar jest dyrektywa Rady 89/106/ EWG z 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych. Dyrektywa 89/106/EWG ma na celu wyeliminowanie barier technicznych, utrudniających handel wyrobami budowlanymi, poprzez zharmonizowanie wymagań stawianych tym wyrobom oraz określenie zasad ich wprowadzania na wspólny rynek. Dyrektywa ta jednocześnie jest dokumentem o podstawowym znaczeniu w odniesieniu do budownictwa. Dokument ten, chociaż bezpośrednio dotyczy wyrobów budowlanych i ich swobodnego przepływu, jednocześnie określa wymagania dla obiektów budowlanych wznoszonych na obszarze Unii Europejskiej, przyczyniając się tym samym do procesu harmonizacji przepisów techniczno-budowlanych Państw Członkowskich.

Zgodnie z dyrektywą, Państwa Członkowskie są zobowiązane do zapewnienia, aby obiekty budowlane na ich terenie były projektowane i wykonywane

w sposób, który nie zagraża bezpieczeństwu ludzi, mienia i zwierząt, uwzględniając przy tym inne wymagania podstawowe takie jak:

1. Bezpieczeństwo konstrukcji
2. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe
3. Higiena, zdrowie i środowisko
4. Bezpieczeństwo użytkowania
5. Ochrona przed hałasem
6. Oszczędność energii i izolacyjność.

Każdy obiekt budowlany powinien spełniać wymagania podstawowe przez ekonomicznie uzasadniony okres użytkowania, przy właściwej jego konserwacji z uwzględnieniem możliwych różnic geograficznych, klimatycznych, sposobie życia oraz stosowanych poziomach zabezpieczeń mogących występować w skali kraju, lokalnie.

Sformułowane w dyrektywie 89/106/EWG wymagania podstawowe stanowią punkt wyjścia przy powstawaniu specyfikacji technicznych (ustaleń technicznych) zharmonizowanych z tą dyrektywą. Specyfikacje techniczne to:

- normy projektowania i wykonania konstrukcji budowlanych (eurokody),
- normy na wyroby budowlane (hEN),
- normy dotyczące badań i klasyfikacji wyrobów budowlanych,
- europejskie aprobaty techniczne (EAT).

Dyrektywa ustala też określone procedury wprowadzania wyrobów budowlanych na wspólny rynek Unii Europejskiej. Są one oparte na następujących zasadach:

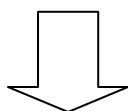
- Wyroby budowlane, wprowadzane na rynek Unii Europejskiej muszą posiadać takie właściwości użytkowe, aby obiekty budowlane, w których zostały zastosowane (prawidłowo zaprojektowane i wykonane) mogły spełniać wymagania podstawowe określone w dyrektywie;
- Szczegółowe wymagania dla wyrobów budowlanych nie są określone w samej dyrektywie, ale w zharmonizowanych specyfikacjach technicznych tj. w zharmonizowanych z dyrektywą Normach Europejskich na wyrób (hEN) i europejskich aprobatkach technicznych (EAT);
- Europejska aprobata techniczna (EAT) jest pozytywną ocenę techniczną przydatności wyrobu do zamierzonego stosowania, uzależnioną od spełnienia wymagań podstawowych przez obiekty budowlane, w których wyrób jest stosowany. Europejskie aprobaty techniczne są udzielane przez jednostki organizacyjne wyznaczone przez Państwa Członkowskie Unii Europejskiej i zrzeszone w Europejskiej Organizacji ds. Aprobatek Technicznych (EOTA). Europejska aprobata techniczna może być udzielona wyłącznie na wyroby budowlane: na które nie ustanowiono zharmonizowanej normy europejskiej; co do których Komisja Europejska nie zleciła opracowania zharmonizowanej normy europejskiej; znacznie różniących się od zharmonizowanych norm europejskich;
- Zasady przejścia z wymagań podstawowych dotyczących obiektu budowlanego, określonych w dyrektywie, na wymagane właściwości użytkowe wyrobów budowlanych, określone w zharmonizowanych z dyrektywą

specyfikacjach technicznych, zawierają dokumenty interpretacyjne opracowane dla każdego z wymagań podstawowych;

- Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) i Europejska Organizacja ds. Aprobata Technicznych (EOTA), na podstawie zleceń Komisji Europejskiej, opracowują odpowiednio zharmonizowane z dyrektywą normy europejskie oraz Wytyczne do udzielania europejskich aprobata technicznych;
- Europejskich aprobata technicznych udzielają upoważnione jednostki Państw Członkowskich, na podstawie Wytycznych EOTA lub, za zgodą Komisji Europejskiej, na podstawie tzw. wspólnej (uzgodnionej przez wszystkie jednostki aprobująca) wykładni procedur oceny wyrobu budowlanego;
- Na wspólny rynek europejski mogą być wprowadzane tylko wyroby zgodne ze zharmonizowanymi z dyrektywą specyfikacjami technicznymi. Zgodność ze specyfikacją techniczną powinna być potwierdzona oceną zgodności wyrobu dokonaną przez producenta (z udziałem lub bez udziału strony trzeciej - notyfikowanych jednostek certyfikujących, kontrolujących i laboratoriów) wg określonego w specyfikacji systemu oceny zgodności i wydaniem przez niego deklaracji zgodności;
- Producent, który dokonał oceny zgodności wyrobu wg wymaganego dla tego wyrobu systemu oceny zgodności i wydał dla niego deklarację zgodności z właściwą zharmonizowaną specyfikacją techniczną, ma prawo oznaczenia znakiem CE, świadczącym, że wyrób jest zgodny z dyrektywą 89/106/EWG i może być wprowadzony na wspólny rynek Unii Europejskiej.

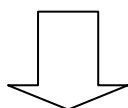
## Ramowy schemat funkcjonowania dyrektywy 89/106/EWG

### WYROBY BUDOWLANE



ZHARMONIZOWANE Z DYREKTYWĄ 89/106/EWG SPECYFIKACJE TECHNICZNE  
NA WYROBY BUDOWLANE

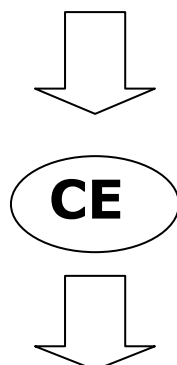
Zharmonizowana Norma Europejska (hEN)	Europejska aprobata techniczna (EAT)
---------------------------------------	--------------------------------------



### EUROPEJSKI SYSTEMY OCENY ZGODNOŚCI

- Stwierdzenie zgodności wyrobu z europejską specyfikacją techniczną:
  - na podstawie oświadczenia producenta (deklaracji zgodności) i poświadczenia (certyfikat zgodności) przez osobę trzecią,

- na podstawie oświadczenia producenta (deklaracja zgodności) przy udziale strony trzeciej (certyfikat zakładowej kontroli produkcji lub badanie typu wyrobu) lub bez jej udziału, wg systemu oceny zgodności wskazanym w specyfikacji technicznej.



## WPROWADZENIE NA RYNEK UNII EUROPEJSKIEJ

Swobodny przepływ wyrobów budowlanych na wspólnym rynku Unii Europejskiej, a w konsekwencji ich stosowanie w budownictwie, zapewnia oznaczenie tych wyrobów znakiem CE, potwierdzającym ich zgodność z wymaganiami dyrektywy 89/106/EWG.

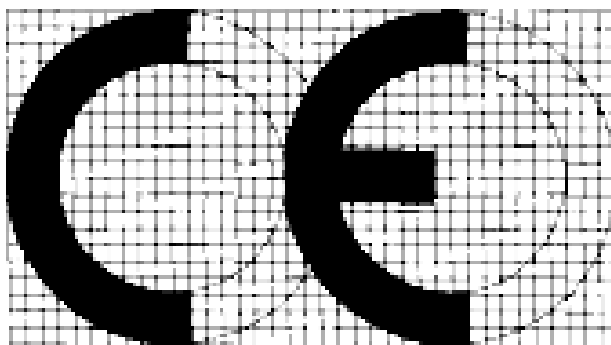
Jednak rzeczywisty, zakres funkcjonowania wspólnego rynku wyrobów budowlanych wyznaczają ustanowione zharmonizowane normy europejskie na wyroby budowlane oraz wytyczne EOTA do udzielania europejskich aprobat technicznych. Wyrób budowlany tylko wtedy może być oznaczony znakiem CE, jeżeli istnieje właściwa zharmonizowana norma europejska lub możliwość uzyskania europejskiej aprobaty technicznej.

Jeżeli ustanowiona zostanie zharmonizowana norma europejska na wyrób lub grupę wyrobów budowlanych lub opracowane zostaną Wytyczne EOTA do udzielania europejskich aprobat technicznych (wykaz takich norm i wytycznych ogłasza Komisja Europejska w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich) to na rynek unijny, od daty wyznaczonej przez Komisję Europejską, mogą być wprowadzane i stosowane wyłącznie wyroby budowlane zgodne z taką normą zharmonizowaną lub aprobatą techniczną.

Obrót i stosowanie wyrobów budowlanych, dla których nie ustanowiono jeszcze zharmonizowanej normy wyrobu lub nie opracowano wytycznych EOTA do udzielania europejskich aprobat technicznych regulują przepisy krajowe poszczególnych państw członkowskich.

Na przewidzianych około 600 zharmonizowanych norm europejskich na wyroby budowlane, Komisja Europejska oficjalnie ogłosiła do końca 2002 r. w Dzienniku Urzędowym tylko 71 norm. Z przewidywanych około 40 Wytycznych EOTA do udzielania europejskich aprobat technicznych zostało dotychczas oficjalnie rekomendowanych przez Komisję Europejską do stosowania 16 wytycznych.





## **2. Podstawowe właściwości materiałów budowlanych. Jakość i BHP.**

### **2.1. Klasyfikacja ogólna wyrobów budowlanych**

Wprowadzenie nowych technik budowlanych i wzrastające zapotrzebowanie na materiały budowlane o coraz lepszych parametrach technicznych stawiają nowe wyzwania przed przemysłem materiałów budowlanych, który jest i powinien być ważną dziedziną gospodarki narodowej.

Obok wymaganej wysokiej jakości i trwałości materiałów, ważną rolę odgrywają kryteria ekonomiczne. Większość materiałów i wyrobów budowlanych charakteryzuje się znaczną objętością i dużą masą, co wiąże się z pokaźnymi kosztami ich przewozu od zakładu produkcyjnego, często za pośrednictwem hurtowni i dystrybutorów, na plac budowy. Koszt transportu na dalsze odległości niektórych popularnych (tradycyjnych) materiałów budowlanych może być wyższy niż ich cena. Dlatego powinno się, w miarę możliwości, stosować materiały miejscowe, które wydobywa się lub produkuje w pobliżu wznoszonego obiektu (piasek, żwir, gips, wapno, kamień naturalny, cegłę).

Zaawansowane technologie produkcji wyrobów budowlanych, nowoczesne techniki łączenia poszczególnych elementów podczas wznoszenia obiektów wymagają od inżyniera budowlanego odpowiedniej wiedzy fachowej, studiowania literatury przedmiotu.

W warunkach gospodarki wolnorynkowej, gdy dostęp do różnorodnych materiałów i wyrobów budowlanych produkowanych tak w kraju, jak i za granicą jest praktycznie nieograniczony, istnieje potrzeba zastosowania odpowiedniej ich klasyfikacji. Jest oczywiście wiele kryteriów podziału materiałów budowlanych.

Jedno z tych kryteriów polega np. na grupowaniu materiałów i wyrobów według ich przeznaczenia (np. murowe, ścienne, dachowe, wykończeniowe, podłogowe). Klasyfikacja ta jest jednak niedoskonała, gdyż np. do grupy materiałów dachowych zalicza się materiały o różnych właściwościach, z różnych surowców, otrzymywanych wg odmiennych technologii (np. dachówki ceramiczne i blachy stalowe, dachówki na spoiwie mineralnym i rulonowe materiały papowe na bazie bitumu lub tworzywa sztucznego), jak łatwo zauważyć, wymienione materiały nie mają zbyt wiele wspólnego zarówno ze względu na użyte surowce, jak i metody wytwarzania.

## 2.2. Podział materiałów i wyrobów budowlanych ze względu na przeznaczenie

Materiały i wyroby budowlane, jako się rzekło wyżej można klasyfikować np. ze względu na ich **przeznaczenie** i wówczas należy wyróżnić cztery podstawowe grupy:

- **materiały konstrukcyjne** – przystosowane do przenoszenia obciążeń działających na obiekt budowlany, np. wyroby kamienne ze skały litej (np. do budowy fundamentów lub ścian), cegła, drewno (elementy więźb dachowych), stal (m.in. pręty zbrojeniowe i kształtowniki), beton zwykły, żelbet (beton zbrojony);
- **materiały izolacyjne** – do izolacji ciepłochronnej (styropian, wełna mineralna, szkło piankowe, gazobeton), do izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej (np. papy, lepiki, smoły, folie z tworzyw sztucznych), do izolacji akustycznej – przeciwdźwiękowej (np. płyty korkowe, paździerzowe i styropianowe, wata szklana, wełna mineralna);
- **materiały instalacyjne** – np. rury i kształtki (stalowe, miedziane i z tworzyw sztucznych), przewody i oprawy elektryczne, armatura instalacji wodno-kanalizacyjnej (m.in. zawory hydrauliczne, krany, hydranty pożarowe, odpowietrzniki), centralnego ogrzewania (m.in. grzejniki, termostaty, zawory) i wentylacyjnej (m.in. kratki, dyfuzory, przepustnice, zawory);
- **materiały wykończeniowe** – (zewnątrzne i wewnętrzne) do wykończenia dachów, elewacji oraz ścian, podłóg i innych elementów, np. okładziny panelowe okapów, wiatrownice z blachy, wyprawy wykończeniowo-tynkarskie, elewacyjne płytki okładzinowe, farby, lakiery, tapety, deszczułki posadzkowe, panele podłogowe, okucia budowlane i inne.

Podział materiałów budowlanych z uwagi na ich zastosowanie ogólne:

- do budowy dróg,
- do budowy urządzeń kolejowych,
- do robót hydrotechnicznych,
- do budowy hal i wiat przemysłowych,
- do budowy kominów wolnostojących,
- do budowy mieszkań,
- do budowy hal (marketowych) handlowych,
- ... itd.,

Podział wyrobów i materiałów budowlanych w zależności od zastosowania w budynku:

- fundamentowe,
- murowe,
- ścienne,
- stropowe,
- podłogowe,
- posadzkowe,
- wykończeniowe zewnętrzne,

- wykończeniowe wewnętrzne,
- dachowe,
- pokryciowe,
- kominowe,
- dźwiękochłonne,
- izolacji przeciwwilgociowej i wodochronnej,
- izolacji termicznej,
- do instalacji wodnych, gazowych, kanalizacyjnych,
- do instalacji elektrycznych,

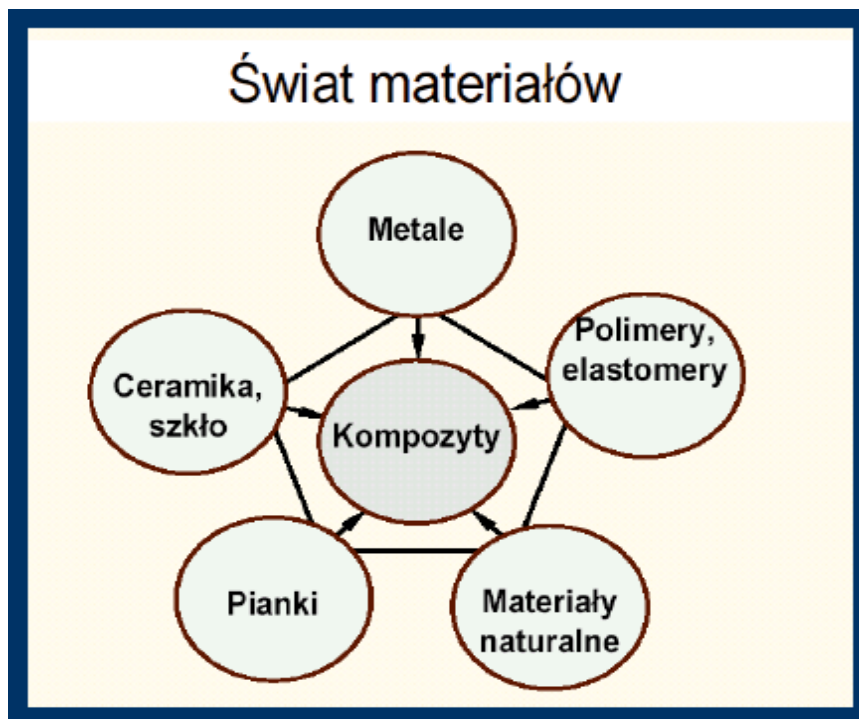
### 2.3. Rodzaje właściwości materiałów budowlanych

Każde tworzywo, a więc i każdy materiał budowlany, ma określone właściwości, które decydują o jego zastosowaniu. Właściwości te nazywamy cechami technicznymi materiału.

Materiały budowlane można scharakteryzować określonymi właściwościami, które ze względu na ich charakter można ogólnie podzielić na trzy zasadnicze grupy to jest na cechy: fizyczne, mechaniczne i chemiczne.

Ustalenie cechy danego materiału zaczyna się od i polega przede wszystkim na oględzinach zewnętrznych. Jednakże to absolutnie nie wystarcza i nie ogranicza się tylko do oględzin, lecz wymaga także wykonania w laboratorium wielu czynności, zwanych badaniami materiału (laboratoryjnymi). Ustalenie pewnej cechy materiału przez badanie nazywamy oznaczeniem tej cechy.

Sposoby oznaczania cech różnych materiałów budowlanych i oceny ich przydatności dla budownictwa zawarte są w normach polskich (PN) oraz normach europejskich (EN) skoordynowanych z polskimi normami (PN-EN).



Rys. 2. Świat materiałów

Większość materiałów budowlanych to materiały złożone – tzw. KOMPOZYTY składające się z co najmniej dwóch składników występujących w postaci odrębnych faz

## 2.4. Rola inżynierii materiałowej w technologii materiałów budowlanych

Uzdatnianie i uszlachetnianie materiałów, wprowadzanie dodatków modyfikujących, a także modernizacja produkcji wyrobów wymagają złożonych procesów określanych mianem technologii materiałów. Dyscyplina naukowa, która zajmuje się badaniem struktury materiałów oraz ulepszaniem ich i otrzymywaniem nowych tworzyw o z góry założonych właściwościach, nosi nazwę **inżynierii materiałowej**. Główny nacisk w tej dziedzinie nauki kładzie się na poszukiwanie zależności między fizycznymi lub mechanicznymi właściwościami materiałów a ich strukturą.

Określenie „struktura” jest tu używane w najszerszym znaczeniu i obejmuje strukturę atomową, elektronową, krystaliczną, jak również defekty tej struktury wpływające na rodzaj – a tym samym siłę (energię) – wiązań, decydujących o właściwościach mechanicznych, fizycznych i chemicznych materiałów.

Inżynieria materiałowa stanowi więc dziedzinę interdyscyplinarną, bazującą m.in. na takich naukach podstawowych i stosowanych jak: fizyka, chemia, krystalografia z mineralogią (ze szczególnym uwzględnieniem reguły faz oraz fizykochemii układów dyspersyjnych) i materiałoznawstwo budowlane, z całym systemem badań i oceny właściwości fizykomechanicznych materiałów. Inżynieria materiałowa, głównie przez badania podstawowe struktury materiałów, określa kierunki poszukiwań nowych materiałów konstrukcyjnych, a także pomocniczych, tzw. wykończeniowych. Zarówno pierwsze, jak i drugie mają coraz mniej wspólnego z tradycyjnymi materiałami jedno-, dwu- czy trój-składowymi (tradycyjnymi zaprawami, betonami cementowymi, ceramiką tradycyjną), a są złożonymi układami wieloskładnikowymi i wielofazowymi, zwanymi **kompozytami**.

We wspomnianych wyżej kompozytach na równi z materiałami do tej pory uchodzącymi za kruche (takimi jak: materiały mineralne, beton) występują materiały lepko-plastyczne (np. żywice syntetyczne, bitумы, plastyfikatory węglowodorowe), przez co zacierają się tradycyjne podziały klasyfikacyjne.

W ten sposób utworzone kompozyty podczas eksploatacji ujawniają swe korzystne cechy: pożądane właściwości mechaniczne, przy jednocześnie pewnej skłonności do deformacji i rozpraszania naprężeń wewnętrznych (właściwości relaksacyjne), co z kolei zmniejsza ich podatność na zmiany zmęczeniowe i starzeniowe.

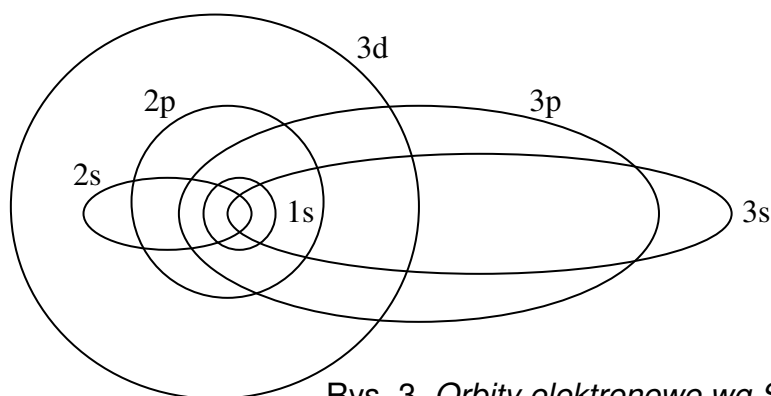
Materiały budowlane dzieli się  
na dwie duże grupy:  
materiały nieorganiczne i materiały organiczne.  
W obrębie tych grup kryterium dalszego podziału  
jest rodzaj wiązań chemicznych w tych  
materiałach występujących.

## 2.5. Podstawy chemii budowlanej

### Podstawowe elementy budowy materii

Z punktu widzenia budowy materii istotne znaczenie mają takie cząstki, które wchodzą trwale w skład atomu i podczas wytwarzania czy destrukcji materiałów budowlanych nie podlegają żadnym zmianom. Do takich cząstek należą: protony, neutrony i elektrony. Wg planetarnego, a więc klasycznego modelu *Bohra*, atomy są zbudowane z nukleonów (protonów i neutronów) – cząstek tworzących jądro, oraz elektronów – krążących wokół jądra na ściśle określonych orbitach (a dokładniej na tzw. orbitalach). (...)

Według teorii *Bohra*, elektrony otaczające jądro atomu krążą po kołowych orbitach. *Sommerfeld* zmodyfikował model *Bohra*, wprowadzając zamiast orbit kołowych orbity eliptyczne (rys. 1.). W przypadku powstałego w ten sposób modelu atomu odnosi się wrażenie, jakby rozmieszczenie elektronów i orbit było ściśle sprecyzowane.



Rys. 3. Orbity elektronowe wg Sommerfelda

Według teorii *Heisenberga*, zarówno położenia elektronu na orbicie, jak i jego energii nie można określić dokładnie, ponieważ elektrony mogą zachowywać się jak cząstki materialne albo jak fale elektromagnetyczne.

Ostatnio stacjonarne orbity (kołowe i eliptyczne), po których pędzą elektrony, zostały zastąpione obliczonymi (z dużym prawdopodobieństwem) „kanałami” poruszania się chmury elektronowej. Każdy z elektronów znajdujących się w chmurze ma jednakże własny (niepowtarzalny) zasób energii, który wynika z położenia jego w stosunku do jądra atomu.

Na podstawie pobieżnej nawet analizy konfiguracji elektronowej pierwiastków chemicznych można dojść do wniosku, że ich właściwości chemiczne zależą od liczby elektronów wartościowości (walencyjnych).

Wartościowością nazywa się liczbę elektronów atomów biorących udział w tworzeniu wiązań międzyatomowych. Wartościowość jest zwykle określona liczbą elektronów w zewnętrznych podpowłokach (s, p), np.: tlen (O) – wartościowość = 6; krzem (Si) – wartościowość = 4; magnez (Mg) – wartościowość = 2. (...)

Utrata lub uzyskanie przez jakiś atom elektronu lub elektronów są nazywane jonizacją. Atomy oddające elektrony są nazywane elektro-dodatnimi, przyjmujące – elektroujemnymi. Podstawa wiązań między atomami jest sposób, w jaki atomy

uzyskują stabilną 8-elektronową konfigurację zewnętrznej powłoki. W tym celu podczas tworzenia wiązania atomy oddają, pobierają lub uwspólniają elektrony.

## O właściwościach materiałów budowlanych decydują:

- natura chemiczna pierwiastków z których są zbudowane,
- rodzaj występujących wiązań chemicznych,
- stan skupienia i struktury nadcząsteczkowe,
- makrostruktura – tekstura,
- zjawiska powierzchniowe na powierzchniach międzyfazowych i zewnętrznych układu.

### Wiązania międzyatomowe i międzycząsteczkowe

Siły działające między atomami zbliżonymi do siebie na odpowiednie odległości można podzielić w ogólności na:

- siły wynikające z wędrówki elektronów i ewentualnej ich wymiany między sąsiadującymi atomami (międzyatomowe),
- siły, których występowanie nie jest związane z wymianą elektronów, np. siły *van der Waalsa* (międzycząsteczkowe).

Wymienione rodzaje wiązań różnią się wydatnie energią: wiązania międzyatomowe (I rzędu) charakteryzują się wydatnie energią (250-1000 kJ/mol), natomiast wiązania międzycząsteczkowe (II rzędu) są słabsze, a ich energia waha się w granicach 4-40 kJ/mol.

W pierwszym przypadku podatność do łączenia, czyli reakcji chemicznych, mają atomy z nie zapełnioną powłoką zewnętrzną elektronami, a zwłaszcza takie w których elektrony nie występują w dubletach. Jest to zgodne z regułą wiązań walencyjnych VB (Valence Bond), wg której atomy mogą utworzyć cząsteczkę, gdy dysponują elektronami o różnych spinach (przeciwnie skierowanym ruchu obrotowym dookoła własnej osi).

Z punktu widzenia energetycznego łączenie atomów w cząsteczki przebiega na zasadzie zmniejszania energii swobodnej i w konsekwencji uzyskania przez tę cząsteczkę bardziej trwałej konfiguracji, zgodnie z nierównością

$$(E_A + E_B)_{\text{osobno}} > (E_A + E_B)_{\text{razem}}$$

gdzie:  $E_A$  – energia atomu A,  
 $E_B$  – energia atomu B.

Wyróżnia się następujące rodzaje wiązań międzyatomowych i międzycząsteczkowych:

- wiązania atomowe (kowalencyjne, homeopolarne),
- wiązania jonowe (elektrowalencyjne, heteropolarne),
- wiązania metaliczne,
- wiązania międzycząsteczkowe (van der Waalsa),
- wiązania wodorowe (protonowe)

## 2.6. Podział ogólny materiałów budowlanych

Podział opierający się częściowo na klasyfikacji według rodzaju tworzywa i częściowo według ich właściwości technicznych i miejsca zastosowania, uwzględnia ciągłe zmiany, wprowadza nowe materiały. Ponadto, część materiałów może mieć zastosowanie do różnych elementów i np. cegły stosowano do budowy sklepień, czasem używa się ich przy konstrukcji stropów, ale najczęściej używa się ich przy murowaniu ścian, zatem zostały wymienione w poniższym zestawieniu w wyrobach ściennych.

Zestawienie materiałów:

- **Kruszywa**
  - Piasek, żwir, kamień łamany, keramzyt,
- **Spoiva mineralne**
  - Cement, wapno, gips
- **Zaprawy i tynki**
- **Beton i żelbet**
- **Metale żelazne (stal i żeliwo) i nieżelazne**
  - Wyroby hutnicze – blachy, pręty do zbrojenia, profile,
  - Łączniki – gwoździe, śruby, nity, sworznie,
  - Kraty, płyty, siatki,
  - Odlewy z żeliwa – kształtki kan. Sanitarne, grzejniki,
  - Profile do okien i drzwi
  - rury
- **Drewno i wyroby drewnopochodne**
  - Deski i tarcica
  - Parkiety, boazerie
  - Płyty wiórowe, pilśniowe
  - sklejka
- **Materiały stropowe**
  - Pustaki stropowe, belki stropowe, płyty
- **Materiały ścienne**
  - Cegły, pustaki, bloczki, płyty
- **Szkło i wyroby ze szkła**
- **Materiały izolacyjne**
  - Wodochronne – izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne, paroizolacje
    - Papa
    - Folia
    - Lepiki
    - Dachówki
  - Izolacje cieplne i akustyczne
    - Styropian
    - Wełna mineralna
    - Szkło piankowe

## □ Materiały wykończeniowe wewnętrzne

Trudno jest w sposób jednoznaczny podzielić materiały budowlane. Każdy z przedstawionych sposobów klasyfikacji ma swoje zalety i wady i może być zastosowany w różnych sytuacjach

## 3. Kruszywa budowlane. Spoiwa. Cementy.

### 3.1. Ogólna charakterystyka kruszyw budowlanych.

Ziarniste materiały, przeważnie mineralne, stosowane do wykonywania zapraw i betonów, posypek i innych celów.

Kruszywa dzielimy na

- zwykłe  $3000 \text{ kg/m}^3 > \gamma_o > 2000 \text{ kg/m}^3$
- lekkie  $\gamma_o < 200 \text{ kg/m}^3$  (1800- w starych normach)
- ciężkie  $\gamma_o > 300 \text{ kg/m}^3$  (np. do betonów w elektrowniach atomowych) ( $\gamma_o$  – gęstość objętościowa kruszywa)

Stosowane w budownictwie kruszywa mineralne to:

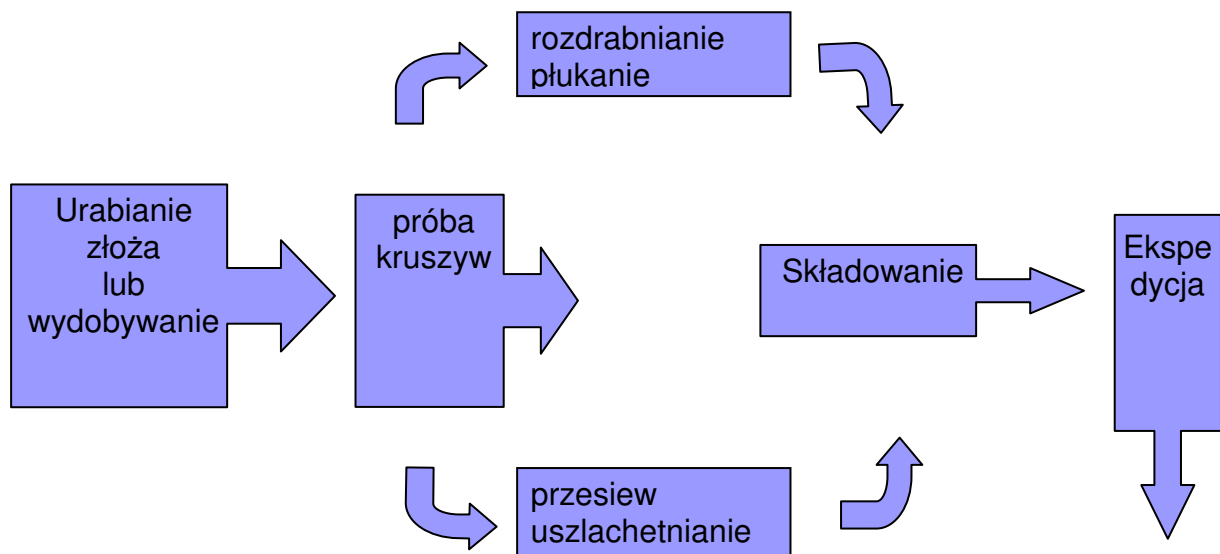
- kruszywa skalne (kamienne)-pochodzące ze skał naturalnych
- kruszywa sztuczne- wytwarzane z surowców mineralnych mineralnych odpadów przemysłowych, przemysłowych wyniku obróbki termicznej lub bez takiej obróbki, są to przeważnie kruszywa lekkie.

Stosowane są również kruszywa organiczne:

- odpady drewniane np. wióry, trociny, strużki, zrąbki
- granulaty i odpady polimerowe np. styropiany (styrobeton, styrogips)

Do celów specjalnych (np. do posadzek przemysłowych, ramp kolejowych, stopni schodowych) stosowane jest kruszywo specjalne, uzyskiwane z bardzo twardych skał naturalnych (kwarcytu, krzemienia) lub wytwarzane ze stopów mineralnych, porcelany, karbonidu itp.

### SCHEMAT TECHNOLOGII PRODUKCJI KRUSZYW KAMIENNYCH





W zależności od uziarnienia kruszywa skalne dzielimy na trzy rodzaje :

- kruszywo drobne o wielkości ziaren do 4 mm, piasek 0-2 mm
- kruszywo grube o ziarnach 4-63 mm
- kruszywo bardzo grube o ziarnach 63-250 mm

Jako kruszywa wykorzystuje się skały :

- osadowe do 80% wydobycia
- magmowe i metamorficzne

Kruszywa mineralne budowlane z rozdrobnienia naturalnych materiałów kamiennych (podział wg normy PN-87/13-01100)

- kruszywa naturalne – występują w przyrodzie w postaci już rozdrobnionej
- kruszywa łamane – rozdrabniane mechanicznie

## **KRUSZYWA MINERALNE KAMIENNE**

### 1. Naturalne

- niekruszone (ze skał luźnych)
  - piasek zwykły 0 – 2 mm
  - żwiry 2- 63 mm
  - otoczaki 63 – 250 mm
  - pospółka 0 – 63 mm
  - mieszanka kruszywa naturalnego 0 – 63 mm

Ziarna okrągłe, gładkie

- kruszone (ze skał luźnych otoczkowych)
  - piasek kruszony 0 - 2 mm
  - grys z otoczków
  - mieszanka kruszona 0 – 63 mm

Ziarna chropowate, ostrokrzew

### 2. Łamane

- zwykle (2 razy kruszone)
  - miął 0 - 4 mm
  - kliniec 4 -31,5 mm
  - tłuczeń 31,5 – 63 mm
  - kamień łamany 63 – 250 mm

Ziarna nieforemne

- granulowane (kilka razy kruszone)
  - piasek łamany 0 -2 mm
  - grys 2 -31,5 mm
  - mieszanka kruszywa łamanego sortowana 0 – 63 mm

Kształt ziaren foremny, krawędzie tępe

## 3.2. SPOIWA

### SPOIWA MINERALNE

**Spoiwo mineralne** - materiał wiążący (spoiwo) otrzymany przez wypalenie i zmielenie surowców mineralnych (najczęściej skał osadowych). W materiałach tych, po dodaniu wody, zachodzą reakcje chemiczne, w wyniku których następuje proces wiązania i twardnienia. Spoiwa mineralne dzielimy na hydrauliczne i powietrzne ze względu na sposób ich zachowania się w środowisku wodnym podczas twardnienia.

- spoiwa powietrzne - twardnieją (uzyskują odpowiednią wytrzymałość mechaniczną) tylko na powietrzu:
  - wapno,
  - gips oraz cement anhydrytowy (tzw. cement Keena),
  - spoiwo magnezjowe (tzw. cement Sorela),
  - spoiwo krzemianowe ze szkłem wodnym, otrzymywane przez zmieszanie szkła wodnego (roztwór krzemianów sodowych lub potasowych otrzymywany przez stopienie piasku z węglanem sodowym lub potasowym i rozpuszczenie stopu w wodzie pod ciśnieniem) z wypełniaczem mineralnym o uziarnieniu do 0,2 mm. Jako wypełniacza używa się np. mączki kwarcowej. Obecnie raczej nie używane;
- spoiwa hydrauliczne - twardnieją na powietrzu i pod wodą:
  - cementy,
  - wapno hydrauliczne (cement romański).

Spoiwa powietrzne są najstarszymi spoiwami używanymi w budownictwie. Pierwsze zastosowanie gipsu stwierdzono w starożytnym Egipcie (łączenie bloków kamiennych w grobowcach, łączenia rur i wyprawiania ścian) ok. 2600 p.n.e. Tak wczesne zastosowanie gipsu wynika z łatwości wypalenia i przemiału tego surowca. Gips znali także w Mezopotamii - do budowy podłóg w domach, a także starożytni Grecy, Rzymianie i Hindusi. Ponowne odkrycie gipsu nastąpiło w Europie w IV w. w Anglii i Francji. W Polsce pierwsze znane ślady stosowania gipsu pochodzą z XI w. (rotunda na Wawelu i kościół przedromański w Wiślicy). Zastosowanie wapna wiąże się z zastosowaniem w budownictwie cegły. Najstarsze znane ślady pochodzą z Babilonii z ok. 600 r p.n.e.. Z okresu III-II wiek p.n.e. zachowały się opisy receptur produkcji wapna palonego i przygotowania zapraw wapiennych.

Spoiwa hydrauliczne znano najprawdopodobniej w starożytnym Rzymie (niektóre pucolany wulkaniczne mają cechy cementu). Po upadku Rzymu przez dłuższy czas nie podejmowano prób stosowania innych spoiw niż wapno i gips. Historia spoiw hydraulicznych rozpoczęła się w XVIII w. od prób zastosowania do wapna hydraulicznych dodatków takich jak glina, tufy wulkaniczne, pucolany. W wyniku szeregu prób, w Anglii w 1796 r. uruchomiono pierwszą wytwórnię wapna hydraulicznego nazywanego cementem romańskim.

Są też inne materiały używane do łączenia elementów budowlanych (np. glina, asfalt ponaftowy). Jednak z uwagi na to, że nie zachodzą w nich reakcje chemiczne podczas łączenia elementów, nie nazywa się ich spoiwami ale lepiszczami.

Materiały wiążące, wypalane z surowców skalnych i rozdrabniane na proszek, chemicznie aktywne; po wymieszaniu z wodą tworzą plastyczną mieszankę

stopniowo przechodzą w stan stały – wiążącą i twardniejącą dając twarde tworzywo przypominające kamień.

Procesy chemiczne zachodzące przy wiązaniu spoiw mineralnych są nieodwracalne.

## SPOIWA MINERALNE

### POWIETRZNE

- spoiwa wapienne (wapno)
- spoiwa gipsowe
- spoiwa krzemianowe
- spoiwa magnezjowe

### HYDRAULICZNE

- cement portlandzki hutniczy i cementy powszechnego użytku
- cementy specjalne
- wapno hydrauliczne

Surowce do produkcji spoiw mineralnych:

Spoiva wapienne – wapień  $\text{CaCO}_3$

Spoiva gipsowe – kamień gipsowy  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  anhydryt, gips z odsiarczania spalin

Spoiva cementowe – wapienie, gliny (mieszanka); margle (naturalna mieszanka); kreda (dodatki); żuźle wielkopieczowe, popioły lotne, łupki przywęglowe

## **OGÓLNY SCHEMAT PRODUKCJI SPOIW MINERALNYCH:**

- wydobycie surowców ze złoża (urobienie złoża)
- przygotowanie surowców (mielenie → rozdrabnianie, łączenie z dodatkami)
- WYPALANIE ( $1000^\circ$  wapno,  $1450^\circ$  cement,  $160^\circ$  gips)
- przeróbka produktu wypalonego (np. dodaje się domieszki, mieszanie, mielenie, pakowanie z zabezpieczeniem przeciwko wilgoci (worki) niekiedy luzem w odpowiednich zbiornikach) spoiwa nie mogą uleżeć zwilgoceniu!

## **ZASTOSOWANIE SPOIW MINERALNYCH**

Spoiva mineralne stosowane są do :

1) zaczynów

zaczyn = spoiwo + woda

zaczyn gipsowy lub cementowy

wapno – mleko wapienne lub ciasto wapienne

2) zapraw

zaprawa = zaczyn + piasek

zaprawa – wapienna, cementowa, gipsowa cementowo – wapienna itd.

**NIE WOLNO CEMENT + GIPS!!!**

3) betonów

beton = spoiwo (gl cement)+ woda + piasek +kruszywo grube

wiązanie i twardnienie

## SPOIWA WAPIENNE

Surowce : Wapienie

Im bogatsze w  $\text{CaCO}_3$  – tym lepsze wapno, ale im bardziej czyste, tym większe zużycie ciepła przy wypale i wyższa temperatura wypalania ( 1000 – 1200 °C)

Wymagania dla surowca :~95%  $\text{CaCO}_3$  ;  $\rho \sim 2,6 \text{g/cm}^3$  ; struktura średnioporowata

Wypalanie  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{+1000^\circ\text{C}} \text{CaO} + \text{CO}_2$

❖ wydobycie wapienia

- kruszenie, sortowanie, mielenie
  - mączki wapienne
- ◆ kamień – wypał - mielenie
  - ◆ wapno palone mielone
- hydratacja
  - ◆ wapno hydratyzowane - wapno kawałkowe

## KLASYFYKACJA SPOIW WAPIENNYCH

Trzy rodzaje wapna budowlanego:

- ◆ wapno wapieniowe CL
- ◆ wapno dolomitowe DL (mieszanka  $\text{CaCO}_3$   $\text{MgCO}_3$  dolomit)
- ◆ wapno hydrauliczne HL

w zależności od zawartości ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ )

3 odmiany CL : 90, 80, 70

2 odmiany DL: 85; 80

Wapno budowlane palone CL i DL produkowane jest w postaci:

- ◆ w kawałkach (bryłach) 30 ÷ 180 mm (można gasić wodą na ciasto wapienne)
- ◆ mielone  $\text{CaO}$
- ◆ suchogaszone  $\text{Ca(OH)}_2$

Reakcja z wodą → gaszenie  $\Leftrightarrow$  lasowanie ( $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ ) zależnie od ilości wody daje:

- ◆ ciasto wapienne
- ◆ mleko wapienne
- ◆ wapno hydratyzowane (suchogaszone)

❖ **WAPNO BUDOWLANE PN-B-30020:1999**

→ powietrzne

- ◆ WAPNO NIEGASZONE (PALONE)
  - Wapniowe CL ( $\text{CaO}$ ) CL 90,80,70
  - Dolomitowe DL (  $\text{CaO} + \text{MgO}$ ) DL 85, 80

→ wypalone

- ◆ POZAROBOWE produkowane w kawałkach
  - mielone

→ hydrauliczne

- ◆ HYDRAULICZNE ( z wapieniami ilastych)

Z wodą reakcja egzotermiczna – WAPNO GASZONE

### 3.3. CEMENTY

**CEMENT** – to hydrauliczne spoiwo mineralne, otrzymywane z surowców mineralnych (margiel lub wapień i glina) wypalonych na klinkier w piecu cementowym a następnie zmielenie otrzymanego spieku z gipsem, spełniającym rolę regulatora czasu wiązania. Stosowany jest do przygotowywania zapraw cementowych, cementowo-wapiennych i betonów. Wykorzystywany jest do łączenia materiałów budowlanych. W zależności od składu klinkieru, sposobu produkcji, cementy dzielą się na:

- cement portlandzki, (CEM I)
- cement portlandzki wieloskładnikowy, (CEM II)
- cement hutniczy, (CEM III)
- cement glinowy,
- cement pucolanowy, (CEM IV)
- cement z dodatkiem kamienia wapiennego

oraz cementy specjalne, np. cement kwasoodporny (otrzymywany z piasku kwarcowego z aktywną domieszką krzemionkową) – obecnie nie stosowany, cement wiertniczy, ekspansywny.

Ze względu na sposób i szybkość wiązania i twardnienia wyróżnia się:

- cement ekspansywny,
- cement szybkotwardniejący,
- cement tamponażowy.

Są także inne spoiwa, które w swojej nazwie mają słowo *cement*:

- cement anhydrytowy (nazywany **cementem Keena**), spoiwo powietrzne,
- spoiwo magnezjowe nazywane **cementem Sorela**, spoiwo powietrzne,
- cement romański, będący spoiwem hydraulicznym, opatentowany w 1796 roku przez Josepha Parkera, wytwarzany poprzez wypalenie margla zawierającego składniki ilaste, podobny do wapna hydraulicznego (które powstaje poprzez wypalenie mieszaniny kredy i gliny).

#### Klasyfikacja cementów:

**CEM I** – cement portlandzki 95-100% klinkieru

**CEM II** – cement portlandzki wieloskładnikowy

Klinkier portlandzki + inne składniki główne np:

- żużel wielkopiecowy S
- popiół lotny krzemionkowy V
- popiół lotny wapniowy W
- wapień L
- pył krzemionkowy D
- różne składniki jw. M

cem portlandzki żużlowy CEM II/A-S – 6-20% żużła  
CEM II/B-S – 21-35% żużła

Ce portlandzki popiołowy CEM II/A-V  
CEM II/B-V  
CEM II/A-SV

**CEM III** – cement hutniczy

cem portlandzki + żużel wielkopiecowy do 90% (średnio 50-90%)  
duży czas wiązania, wolniejsze narastanie wytrzymałości, bardzo dobry do trudnych warunków eksploatacji (dużą odporność chemiczną), nie należy z niego wykonywać robót w okresie zimowym (temp ok. 0 st.C i poniżej), wymaga pielęgnacji przez 14 dni (portlandzki przez 7 dni)

**CEM IV** – cement pucolanowy

Klinkier portlandzki + popiół lotny, pyły krzemionkowe

CEM IV/A – 11-35%

CEM IV/B – 36-55%

Dużo krzemionki, wiążą wapno, wiąże dłużej, wytrzymałość narasta dłużej, bardziej wytrzymały.

**CEM V** – cement wieloskładnikowy

Klinkier portlandzki + składniki gł do 50%

CEM V/A – 11-30%

CEM V/B – 31-50%

## **ZAŁĄCZNIK NR 1**

### **Wykaz aktów prawnych dotyczących „Materiałoznawstwa”**

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane.  
(Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414); z tekstem jednolitym wg Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 listopada 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane. (Dz. U. 2003 nr 207 poz. 2016);
2. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych  
(na podst. Dz. U. z 2004 r. Nr 92. poz. 881);
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie określenia polskich jednostek organizacyjnych upoważnionych do wydawania europejskich aprobat technicznych, zakresu i formy aprobat oraz trybu ich udzielania, uchylecia lub zmiany; (Dz. U. z dnia 12 grudnia 2002 r.) – Dz.U.02.209.1780;
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich oznaczania znakowaniem CE, (nieobowiązujący) (Dz. U. z dnia 12 grudnia 2002 r.) – Dz.u.02.209.1779;
5. Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. z dnia 11 października 2002 r.) – Dz.U.02.169.1386;
6. Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z dnia 7 października 2002 r.) – Dz.U.02.166.1360;

7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 1998 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczanych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie; (Dz. U. z dnia 31 sierpnia 1998 r.) – Dz.U.98.113.728;
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 1998 r. w sprawie aprobat i kryteriów technicznych oraz jednostkowego stosowania wyrobów budowlanych; (Dz. U. z dnia 20 sierpnia 1998 r.) – Dz.U.98.107.679
9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 1998 r. w sprawie określenia wykazu wyrobów budowlanych nie mających istotnego wpływu na spełnianie wymagań podstawowych oraz wyrobów wytwarzanych i stosowanych według uznanych zasad sztuki budowlanej; (Dz. U. z dnia 4 sierpnia 1998 r.) – Dz.U.98.99.637;
10. Wykaz Polskich Norm (PN) wprowadzających europejskie normy zharmonizowane z Dyrektywą 89/106/EWG

## **4. TECHNOLOGIA BETONU**

### **4.1. Co to jest beton?**

- materiał konstrukcyjny
- mieszanka cementu, wody, kruszywa, oraz różnych dodatków.
- zaczyn cementowy wiążący kruszywo.
- sztuczny kamień wyprodukowany przez człowieka
- wszechstronny materiał łatwo dostosowujący się do różnych zastosowań
- mocny, wytrzymały, wszechstronny i ekonomiczny.

Z jednej strony kompozycja :

1. wody
2. kruszywa
3. zbrojenia
4. dodatków chemicznych
5. cementu

Z drugiej strony efekt następujących procesów produkcyjnych:

- a) mieszanie składników
- b) osiągnięcie urabialności
- c) pielęgnacja

Jest to materiał, bez którego nie sposób wyobrazić sobie postęp i rozwój cywilizacji a wraz z nią rozwój budownictwa. Jest to materiał, który:

- może być umieszczany w różnych formach i można mu nadać praktycznie dowolny kształt.
- jest najczęściej stosowanym materiałem na świecie.

- w budownictwie używa się prawie dwa razy więcej betonu niż innych materiałów budowlanych
- producenci betonu mogą produkować mieszanki betonowe gotowe do różnych zastosowań

## 4.2. Produkcja betonu

Proces dający możliwość uzyskania zaprojektowanych właściwości, takich jak wytrzymałość, nasiąkliwość, mrozoodporność itp..

Właściwy efekt produkcji zapewnia odpowiednio:

- Mieszanie składników:
  - 1) Niezbędne do
  - 2) Otrzymania jednolitego betonu
  - 3) Betonu wysokiej jakości
  - 4) Urządzenia i metody mieszania powinny zapewnić otrzymanie mieszanki o określonych parametrach
- Urabialność
  - 1) Łatwość z jaką świeży beton może być ułożony w gotowych formach bez segregacji.
  - 2) Trudna do oszacowania, ale producenci zwykle mają doświadczenie w określaniu właściwych proporcji.
  - 3) Ważne, aby dokładnie opisać, jakie konkretne ma być stosowanie mieszanki i jak zostanie ona umieszczona.
- Wiązanie
  - 1) Pielęgnacja ma ogromny wpływ na właściwości betonu stwardniałego, takie jak trwałość, wytrzymałość, szczelność, stabilność objętości, oraz mrozoodporność.
  - 2) Wiązanie betonu powinno odbywać się z zapewnieniem odpowiedniej wilgotności i unikaniem ekstremalne temperatury (wysoka i niska) przez co najmniej trzy dni.
  - 3) Siedmiodniowy okres pielęgnacji jest zalecany dla osiągnięcia najlepszych efektów.

**Beton** – materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu. Jest jednym z najbardziej powszechnych materiałów budowlanych we współczesnym budownictwie.

Określany również jako sztuczny kamień, wynaleziony i używany w budownictwie najpierw w Asyrii, potem starożytnego Rzymu czasów republiki (około 200 r. p.n.e.). W starożytności używano mieszaniny piasku i drobnych kamieni z zaprawą wapienną do łączenia kamieni w murze i sklepieniach. Rzymianie używali jako zaprawy naturalnej pucolany pochodzącej z popiołów wulkanicznych, najpierw z Wezuwiusza, później z innych miejsc. Dodatek popiołu wulkanicznego czynił rzymski beton wodoodpornym. W okolicach odległych od wulkanów wykorzystywano zużyte drobno zmielone dachówki. Wiele zabytków starożytnego Rzymu w całym basenie Morza Śródziemnego zostało wykonane z betonu. Niektóre z nich przetrwały do dnia dzisiejszego. Najwspanialszym przykładem jest kopuła Panteonu z lanego betonu, o



średnicy 43,3 m, ważąca ok. 5000 ton powstała w latach 118–125. Inne, to Termy Karakalli, mosty i akwedukty.

## **Uzyskiwanie**

Beton (zwykły) powstaje w wyniku wiązania i stwardnienia mieszanki betonowej. Mieszanka betonowa to mieszanina spoiwa (cement), kruszywa, wody i ewentualnych dodatków (do 20% w stosunku do masy spoiwa) i domieszek (do 5% w stosunku do masy spoiwa).

Kruszywa mogą być naturalne: grube (żwir), drobne (piasek o frakcjach do 2 mm) lub sztuczne (np. keramzyt). Dodatki i domieszki poprawiają właściwości mieszanek betonowych i betonów, np. zwiększają urabialność, opóźniają proces wiązania, zwiększają mrozoodporność, wodoszczelność itd.

Nie wolno stosować wody morskiej (zasolonej), mineralnej i zanieczyszczonej (np. ściekowej, rzecznej). Bez wykonywania badań można stosować wodę wodociągową.

Skład mieszanki betonowej dobiera się na podstawie analiz laboratoryjnych i obliczeń (receptura betonu), tak aby otrzymać beton o oczekiwanej wytrzymałości, odporności na działanie czynników zewnętrznych (np. o odpowiedniej ścieralności, wodoszczelności, kwasoodporności, żaroodporności, izolacyjności cieplnej).

## **4.3. Klasyfikacja betonów.**

### **A. Ze względu na ciężar objętościowy:**

- beton ciężki – o ciężarze objętościowym większym niż 2600 kg/m<sup>3</sup>, wykonywane z zastosowaniem specjalnych kruszyw (np. barytowych, stalowych, manganowych), stosowane jako osłony biologiczne dla osłabienia promieniowania jonizującego;
- beton zwykły:
  - o ciężarze objętościowym od 2200 do 2600 kg/m<sup>3</sup>, wykonywane z zastosowaniem kruszyw naturalnych i łamanych (piasek + żwir lub piasek + np. kamień bazaltowy) stosowane do wykonywania elementów konstrukcyjnych betonowych i żelbetowych,
  - o ciężarze objętościowym od 2000 do 2200 kg/m<sup>3</sup>, wykonywane z zastosowaniem kruszyw porowatych (np. keramzyt) – do wykonywania elementów o podwyższonej izolacyjności cieplnej np. ścian osłonowych, pustaków ściennych i stropowych;
- beton lekki – o ciężarze objętościowym do 2000 kg/m<sup>3</sup>, wykonywane z zastosowaniem lekkich kruszyw oraz betony komórkowe. Betony komórkowe wytwarza się z cementu, piasku, wody i środka pianotwórczego. Betony lekkie stosuje się do wykonywania elementów ściennych i stropowych średniowymiarowych (płyty ścienne i stropowe) i drobnowymiarowych (np. bloczki ścienne, prefabrykowane nadproża).

### **B. Ze względu na sposób zagęszczania i wbudowania:**

- beton natryskowy
- beton walcowany

- beton wirowany
- beton próżniowy

### **C. Ze względu na właściwości:**

- betony jastrychowe
- betony polimerowe – zamiast spoiwa cementowego zawierają polimery; betony cementowo – polimerowe – zawierają spoiwa cementowe z dodatkiem polimerów, stosowane w sytuacjach, gdy konieczne jest uzyskanie w krótkim czasie betonu o wysokiej wytrzymałości i niskiej kurczliwości podczas wiązania.
- włóknobetony – oprócz kruszyw naturalnych zawierają włókna stalowe, szklane lub syntetyczne, stosowane jako betony do wykonywania np. posadzek przemysłowych.
- żużlobetony – z dodatkiem rozdrobnionego żużlu do kruszywa
- asfaltobetony – bez cementu i wody, zawierają asfalt, mączkę mineralną, piasek, grysy kamienne i żwir – stosowany do wykonywania nawierzchni drogowych.
- beton komórkowy – o wysokiej porowatości
- beton autoklawizowany (ACC) – poddany obróbce cieplnej w środowisku pary wodnej

### **4.3.1. Najnowsze kierunki rozwoju technologii betonu**

- beton wysokowytrzymały
- beton ultra-wysokowytrzymały
- beton przezroczysty
- beton papierowy
- beton z pianki szklanej
- beton samoczyszczący
- beton geopolimerowy
- beton ekspansywny
- beton samozagęszczalny
- beton siarkowy

#### **Betony wysokowartościowe**

Tradycyjna technologia projektowania betonów coraz częściej okazuje się niewystarczająca. Inżynierowie poszukują nowych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych i materiałowych, które umożliwią wznoszenie lekkich i smukłych konstrukcji inżynierskich. Obecnie większą uwagę przywiązuje się do odporności betonu na oddziaływanie agresywnego środowiska zewnętrznego. Doskonali się również stosowanie betonów modyfikowanych substancjami chemicznymi zwiększającymi ich szczelność, odporność na skrajnie niską i wysoką temperaturę oraz agresję chemiczną. Klasyfikacja betonów, a tym samym zaliczenie do danej grupy normowej, jest najczęściej oparta na uzyskanej wytrzymałości na ściskanie. Jednak w krajach, w których technologia betonu jest już bardzo rozwinięta (Stany Zjednoczone, Japonia, Francja, Norwegia) coraz częściej odchodzi się od tego typu klasyfikowania, uwzględniając inne cechy betonu: urabialność, szczelność oraz trwałość.

## Rodzaje betonów wysokowartościowych:

- **Betony wysokiej wytrzymałości (BWW):** to kompozyty cementowe o wytrzymałości na ściskanie od 60 do 120 MPa. Zakres ten przyjęto za większością źródeł europejskich oraz amerykańskich (min. Beton DIN 1045, Eurocode 2, ACI 318-89).
- **Beton bardzo wysokowartościowy (BBWW):** jego klasyfikacji dokonano poprzez przyporządkowanie wytrzymałości na ściskanie do przedziału od 120 do 180 MPa.
- **Betony ultrawysokowartościowe (BUWW)** - betony najnowszej generacji o wytrzymałości na ściskanie powyżej 180 MPa. Podczas badań stwierdzono, że betony z dodatkiem mikrozbrojenia oraz poddane specjalnej obróbce cieplno-wilgotnościowej uzyskują wytrzymałości nawet ponad 800 MPa. Betony najnowszej generacji
- **Lekkie betony wysokowartościowe Lekkie betony wysokowartościowe (LBWW) to** betony powstałe z użyciem kruszyw lekkich, przede wszystkim kruszyw sztucznych takich jak liapor czy leca (ze spęcznionych glin) lub lytag (ze spiekanych popiołów lotnych). LBWW stosuje się głównie w elementach konstrukcji platform wydobywczych i innych obiektów wykonywanych najpierw w suchych dokach (ze względu na gęstość materiału możliwy jest dogodny transport elementów do miejsca wbudowania) oraz w przęsłach mostów i przekryciach dużej rozpiętości. W praktyce LBWW, gęstości od 1850 do 2000 kg/m<sup>3</sup>, uzyskują wytrzymałość na ściskanie od 50 do 90 MPa.
- **Włóknobeton wysokowartościowy** - jest to beton ze zbrojeniem rozproszonym w postaci włókien metalowych, węglowych, polipropylenowych lub innych, długości około 20 mm i przekroju najczęściej około 1 mm<sup>2</sup>.

**Betony kompozytowe** Zastosowanie w betonie włókna rozproszonego jest niekiedy najlepszym sposobem na uniknięcie rys i pęknięć skurczowych oraz na poprawianie właściwości mechanicznych. Takie betony, nazywane kompozytowymi, najczęściej stosuje się do:

- budowy nawierzchni dróg, autostrad, mostów oraz dróg i posadzek przeznaczonych dla sprzętu ciężkiego
- wykonywania nawierzchni nabrzeży portowych lub budowy zbiorników w oczyszczalniach ścieków, zbiorników retencyjnych i kolektorów ściekowych
- wykonywania nawierzchni hal fabrycznych i targowych oraz posadzek o podwyższonej odporności na uderzenia i ścieranie.
- wykonywania budowli wodnych narażonych na obciążenia dynamiczne. Mikrowłókna stosuje się jako dodatek do betonu natryskowego naprawczego (torkretowanie), do zapraw i mas samopoziomujących oraz przy produkcji prefabrykatów betonowych wielkogabarytowych i cienkościennych.

### Rodzaje mikrozbrojenia

Mikrozbrojenie stanowią włókna średnicy do 1 mm. Są one rozmieszczone w betonie w sposób przypadkowy, albo skupiony w określonych miejscach i kierunkach. Charakteryzuje je: rodzaj materiału, smukłość (stosunek długości do średnicy włókien) gęstość.

**Beton samozagęszczalny** Jest to mieszanka betonowa zdolna do szczelnego wypełnienia deskowania, otulenia zbrojenia i zagęszczenia się pod własnym

ciężarem, bez użycia wibratorów. Ten rodzaj mieszanki betonowej charakteryzuje się niskim współczynnikiem w/c (stosunek ilości wody do cementu), zwiększoną ilością superplastyfikatora, użyciem cementu wysokiej klasy, dodatkiem pyłu krzemionkowego oraz kruszywem o możliwie niskim punkcie piaskowym.

Wyeliminowanie konieczności mechanicznego zagęszczania umożliwia betonowanie konstrukcji o znacznym stopniu zbrojenia oraz nietypowych formach. Beton samozagęszczalny ze względu na łatwość uzyskania gładkiej i estetycznej powierzchni jest także wykorzystywany jako beton architektoniczny, który nie wymaga dodatkowego wykończenia. Beton ten charakteryzuje się lepszą odpornością na warunki środowiskowe. W przypadku betonów samozagęszczalnych klas niższych niż 30/37 wytrzymałość materiału po 28 dniach jest 40-80% większa niż zakładana przy dobieraniu składu mieszanki. Jest to spowodowane koniecznością zapewnienia innych cech niż wytrzymałość.

Kluczowe parametry betonu samozagęszczalnego, opisujące zdolność do właściwego wypełnienia deskowania, to granica płynięcia i lepkość plastyczna. Parametry te można badać w teście stożka rozplwowego. Normy przedmiotowe ograniczają średnice rozplwu (mierzone w wzajemnie prostopadłych kierunkach), różnicę pomiędzy nimi oraz segregację kruszywa (niedopuszczalna jest sytuacja, kiedy w próbce można zauważyć zgrupowanie występowania jednej frakcji kruszywa).

Beton samozagęszczalny wymaga na każdym etapie technologicznym większej dokładności i wzmożonego nadzoru, ze względu na większą wrażliwość na właściwości i skład mieszanki.

Ze względu na oszczędności uzyskane przez rezygnację z wibrowania mieszanki i uproszczenie procesu technologicznego, użycie tego typu betonu pozwala na obniżenie kosztów wykonania konstrukcji.

Beton samozagęszczalny był wykorzystywany m.in. w budowie Burdż Chalifa, najwyższego budynku na świecie, do wykonania grubej na 3,7m płyty fundamentowej.

**Beton siarkowy** Specjalny gatunek betonu, odporny na działanie kwasów. Materiał ten otrzymuje się przez stapianie w temperaturze 130–140 °C kruszywa z siarką stanowiącą lepiszczce (12–22%); może zawierać też plastyfikatory (5%). Można go otrzymywać z odpadów przemysłowych zawierających siarkę.

Wiązanie betonu siarkowego następuje szybko po schłodzeniu mieszaniny jako wynik - krzepnięcia siarki i kończy się po ok. 24 h. Jest to proces fizyczny, w przeciwieństwie do wiązania zwykłego betonu, będącym praktycznie nieodwracalną przemianą chemiczną. Zadaniem plastyfikatorów jest zapobieganie spękaniom związanym z przejściem fazowym siarki jednoskośnej w rombowa w temperaturze ok 96 °C. Materiał po wykorzystaniu może zostać stopiony i użyty ponownie.

Charakteryzuje się wysoką odpornością na działanie kwasów i soli, dobrymi własnościami mechanicznymi i niską przepuszczalnością dla wody. Górna granica temperaturowa stosowalności to 120 °C.

**Żelbet** (stalbet, stalobeton, żelazobeton; niewłaściwie: żelbeton) – element konstrukcyjny powstały przez połączenie betonu z wkładkami stalowymi. Połączenie tych dwóch elementów jest powszechnie stosowane w budownictwie. Beton jest materiałem przenoszącym naprężenia ściskające, jednak jego wytrzymałość na rozciąganie jest bardzo mała. Stal w elemencie żelbetowym przenosi głównie

naprężenia rozciągające, choć często stosuje się zbrojenie ściskane. Połączenie stali i betonu pozwala budować konstrukcje różnego typu. Do zbrojenia stosuje się wkładki w postaci prętów, lin, strun, kabli i siatek. Można spotkać także konstrukcje ze "sztywnym zbrojeniem", tzn. takie, w których elementy stalowe o dużych przekrojach (np. dwuteowniki, ceowniki) są wykorzystane jako rdzeń np. w słupie kompozytowym.

Właściwa współpraca betonu i stali w konstrukcji możliwa jest dzięki przyczepności betonu do stali (w celu jej zwiększenia stosuje się pręty żebrowane) oraz zbliżonej rozszerzalności termicznej obu materiałów.

Do zalet żelbetu, jako materiału konstrukcyjnego, należą: ogniotrwałość, odporność na znaczne obciążenia statyczne i dynamiczne, swoboda w kształtowaniu elementów, duża odporność na korozję (przy zachowaniu właściwej otuliny wkładek stalowych i poprawnym zagęszczeniu układanej mieszanki betonowej). Odporność na wpływy atmosferyczne można podnieść wykonując stosunkowo tanie zabezpieczenie powłokowe. Zabezpieczenia te stosuje się przede wszystkim w konstrukcjach mostów i wiaduktów.

### **Ze względu na sposób współpracy wkładek stalowych z betonem rozróżnia się:**

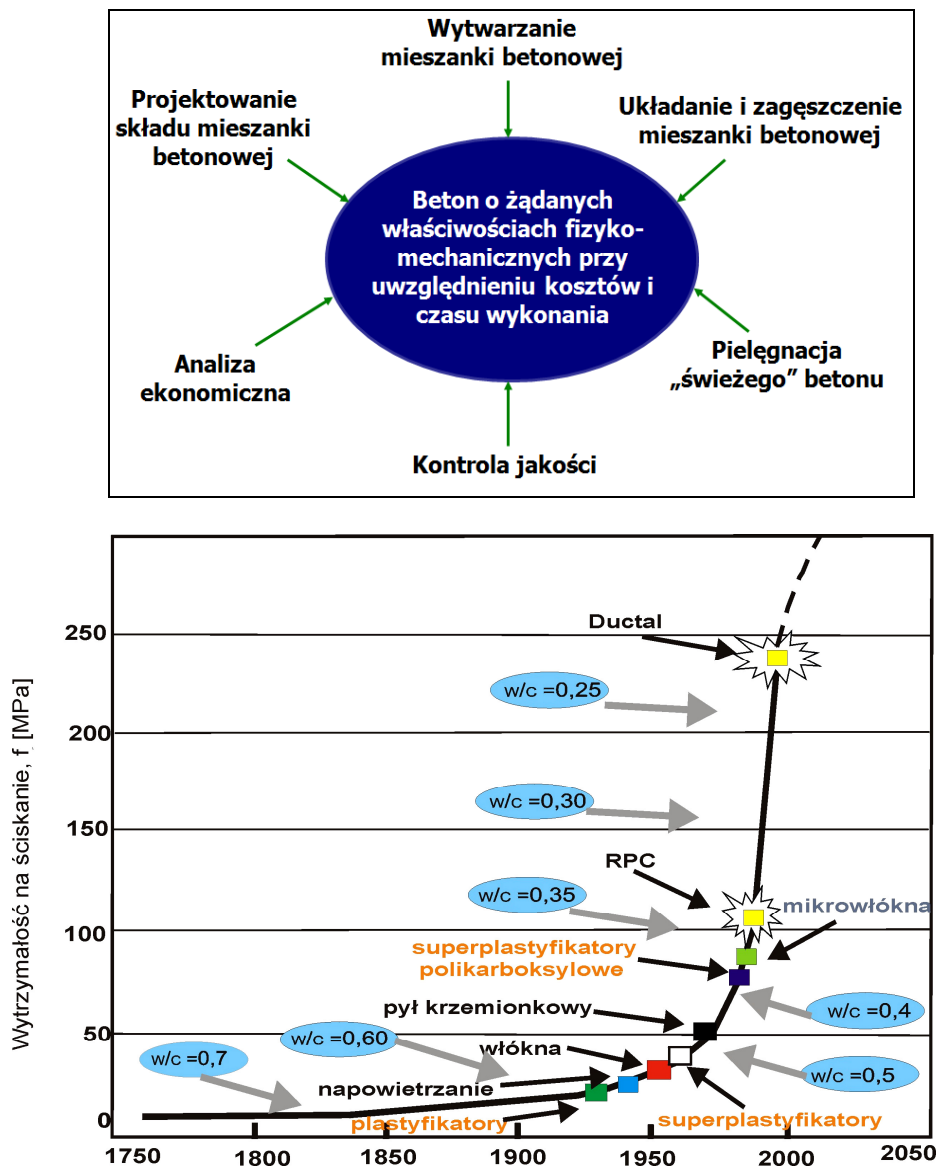
- **żelbet** – szkielet z prętów stalowych układa się w deskowaniu (szalunku) na miejscu wbudowania elementu (na budowie) lub formie (w wytwórni prefabrykatów) i zalewa mieszanką betonową. Po uzyskaniu przez beton wymaganej wytrzymałości otrzymuje się element, w którym stal przenosi naprężenia rozciągające a beton ściskające. Współpraca tych materiałów opiera się na przyczepności betonu do stali i zbliżonej wartości współczynników rozszerzalności termicznej.
- **siatkobeton** – zbrojenie ma postać siatek – tkanych lub zgrzewanych, o kwadratowych oczkach o wymiarach 6-12mm. Charakteryzuje się zwiększoną odpornością na obciążenie dynamiczne, dużą jednorodnością, zwiększonym wydłużeniem względnym i wytrzymałością na rozciąganie, dobrą szczelnością i odpornością na powstawanie rys.
- **beton sprężony** – zbrojenie wykonuje się z stali o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie (stałe wysokogatunkowe). Do elementu betonowego wprowadza się wstępne naprężania ściskające przez rozciągnięcie zbrojenia przed zabetonowaniem. Wprowadzone naprężenia są przeciwne do naprężeń powstających od naprężeń użytkowych. Zatem część obciążeń równoważy naprężenia wstępne. Ze względu na sposób wprowadzenia naprężeń sprężających rozróżnia się:
  - **strunobeton** – struny (pojedyncze druty lub ich wiązki złożone z kilku strun) napręża się w formie i stabilizuje na naciągu. Po zalaniu formowanego elementu i uzyskaniu przez beton przynajmniej 70% wymaganej wytrzymałości naciąg jest zwalniany. Stal wprowadza do betonu naprężenia ściskające – w ten sposób uzyskujemy beton sprężony.
  - **kablobeton** – w deskowaniu (formie) układa się kanały wzdłuż tras przebiegu kabli sprężających. Deskowanie wypełnia się mieszanką betonową. Po uzyskaniu przez beton min. 70% wartości wymaganej wytrzymałości wprowadza się kable do kanałów i naciąga się je. Kable

są mocowane na końcach a kanały wypełniane zawieszoną – zaczynem cementowo – wodnym. Po związaniu zaczynu otrzymuje się element monolityczny, w którym beton i stal współpracują ze sobą. Elementy kablobetonowe można sprężać w miejscu ich wbudowania.

- **drutobeton** – beton zbrojony krótkimi kawałkami cienkich drutów stalowych rozmieszczonych równomiernie w masie.

Nie byłyby możliwe opracowania technologii tak różnorodnych betonów bez stosowania domieszek i dodatków.

#### 4.4. Czym jest współczesna technologia betonu?



#### 4.5. Domieszki i dodatki do betonów

##### Typy modyfikatorów

Do domieszek zalicza się m.in. preparaty uplastyczniające i upłynniające (plastyfikatory i superplastyfikatory), opóźniające i przyspieszające wiązanie,

napowietrzające i uszczelniające. Dodatki, to m. in. pyły krzemionkowe i zbrojenie rozproszone, na przykład włókna stalowe, z tworzyw sztucznych, węglowe oraz pochodzenia organicznego.

### **Plastyfikatory i superplastyfikatory**

Plastyfikatory - domieszki obniżające napięcie powierzchniowe wody zarobowej w stopniu umożliwiającym ograniczenie jej zużycia o około 10% i przy zachowaniu tej samej konsystencji.

Superplastyfikatory - powodują powstawanie wokół ziaren cementu podwójnej warstwy jonowej, dzięki której zmniejszają się siły tarcia i następuje intensywne dyspersja zaczynu cementowego. Superplastyfikatory umożliwiają redukcję zużycia wody zarobowej o 30 do 35%, przy zachowaniu projektowanej konsystencji. Surowce

- sole sulfonowanych melaminowo-formaldehydowych polimerów (SMF),
- sole sulfonowanych naftalenowo-formaldehydowych polimerów (SNF)
- oraz sulfonaty ligninowe i ich mieszaniny.

Domieszki te wpływają na równomierne rozłożenie kruszywa w mieszance, a tym samym na jednorodność mieszanki betonowej oraz na jednakowe zwilżenie ziaren kruszywa. Najczęściej dozowane są w ilości od 1 do 5% w stosunku do masy spoiwa. Zastosowane w maksymalnych dawkach, określonych przez producenta, powodują jednak zwiększenie napowietrzenia mieszanki betonowej, a w konsekwencji opóźnienie czasu wiązania cementu.

### **Domieszki opóźniające wiązanie**

Głównymi składnikami domieszek opóźniających wiązanie są fosforany, cukry i tlenki metali. Po zastosowaniu takich domieszek na powierzchni ziaren klinkieru cementowego tworzy się otoczka, która hamuje dostęp wody i blokuje powstawanie zarodków krystalizacji, na których pojawiają się produkty hydratacji. Domieszki opóźniające stosuje się w wypadku dłuższego transportu betonu, by zapobiec rozpoczęciu procesu wiązania. Modyfikatory te, dodane w ilości 0,2-2,0% w stosunku do ilości cementu, pozwalają zmniejszyć ilość wody zarobowej nawet o 10% i opóźnić czas wiązania o 3 do 24 godzin. Domieszki opóźniające wiązanie działają również uplastyczniająco.

**Skutki uboczne** Na przykład w wyniku wydłużenia czasu między początkiem a końcem wiązania betonu istnieje niebezpieczeństwo powstawania rys skurczowych, a na skutek opóźnienia czasu twardnienia może zmniejszyć się wytrzymałość początkowa betonu. Zastosowanie opóźniaczy organicznych w połączeniu z niektórymi cementami może spowodować gwałtowne przyspieszenie wiązania, dlatego korzystniejsze jest stosowanie opóźniaczy nieorganicznych. Przedozowanie może doprowadzić do powstania niekontrolowanych porów powietrznych, które obniżają wytrzymałość.

### **Domieszki przyspieszające wiązanie**

Stosowane są głównie w betonach natryskowych, szybko wiążących, uszczelniających i wodoszczelnych. Stosowane w ilości od 0,5 do 5,0% w stosunku do masy cementu pozwalają osiągnąć maksymalną wytrzymałość betonu już po 6 godzinach. Dzięki nim można szybciej demontować formy i dlatego są stosowane przy produkcji wyrobów betonowych. Domieszki te mogą wywoływać skutki uboczne: niższą wytrzymałość końcową, większy skurcz przy zastosowaniu maksymalnych lub wyższych od dopuszczonych przez producenta dawek, a efekty uzależnione są od rodzaju cementu.

### **Domieszki napowietrzające**

Domieszki te poprzez redukcję napięcia powierzchniowego wody zarobowej wprowadzają do mieszanki pory powietrzne w kształcie kuleczek o średnicy 0-0,3 mm, co powoduje przerwanie istniejącego systemu kapilarnego betonu. Zastosowanie tych domieszek w betonach pozwala wykonywać elementy trwałe i odporne na działanie czynników atmosferycznych oraz agresywnego środowiska. Do grupy takich elementów zalicza się np. płyty chodnikowe, kanały odwadniające, podjazdy garażowe, stopnie schodów, mury betonowe, zbiorniki w oczyszczalniach ścieków. Stosowane są najczęściej jako domieszki poprawiające mrozoodporność, podwyższające trwałość betonu i zmniejszające jego nasiąkliwość.

### **Domieszki uszczelniające**

Domieszki uszczelniające zmniejszają nasiąkliwość betonu poprzez hydrofobizację systemu kapilar. Mają działanie uplastyczniające, pozwalają także uzyskać szczelną strukturę betonu. Domieszki należące do tej grupy w wysokim stopniu poprawiają trwałość i odporność betonu na działanie środowiska agresywnego. Domieszki uszczelniające są drogie, dlatego częściej stosowane są domieszki upłynniające i technologie betonów wodoszczelnych, w których wskaźnik w/s jest bardzo niski.

## **4.6. Betonowanie w trudnych warunkach**

Wykonywanie robót betonowych może przysparzać wiele problemów. Ażeby wykonane elementy żelbetowe spełniały wymogi określone w projekcie musimy spełnić szereg warunków. Poza tym, że składniki z których wykonywana jest mieszanka betonowa muszą być zgodne z projektem, konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków realizacji robót. Niestety często musimy podjąć się realizacji robót w warunkach niezbyt sprzyjających wiązaniu czy dojrzewaniu betonu. Mówimy wtedy o trudnych warunkach realizacji. W naszym klimacie występują one gdy musimy wykonać:

1. Betonowanie w warunkach niskich temperatur.
2. Betonowanie w wysokich temperaturach otoczenia.
3. Betonowanie pod wodą.

### **4.6.1. Betonowanie w warunkach niskich temperatur**

W przypadku, gdy temperatura otaczającego powietrza utrzymuje się stale poniżej 0°C, to bez obaw można stwierdzić, że jest zimno. Temperatura odgrywa bardzo ważną rolę przy realizacjach wykonywanych z betonu. Jej znaczne obniżenie powoduje wydłużenie, opóźnienie początku i końca wiązania oraz spowolnienie procesu twardnienia. Długości okresów występowania niskich temperatur dla potrzeb budownictwa można przyjmować orientacyjnie według poniższej tabeli.

Tabl.1 Długość trwania wybranych pór roku w zależności od temperatury

Nazwa pory roku	Czas trwania [dni]	Średnia temperatura dobową [°C]
Przedzimie	32	+5°C ÷ ±0°C <sup>o</sup>
Zima	89	<±0°C <sup>o</sup>
Przedwiośnie	32	±0°C ÷ +5°C <sup>o</sup>



Ze względu na charakter, warunki pracy oraz sposób postępowania i skutki płynące z obniżenia się temperatury, występowanie tychże okresów można podzielić w następujący sposób:

- okres lekkich chłódów: od  $+10^{\circ}\text{C}$  do  $+5^{\circ}\text{C}$
- okres chłódów: od  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $\pm 5^{\circ}\text{C}$
- okres lekkich mrozów: od  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  do  $-5^{\circ}\text{C}$
- okres średnich mrozów: od  $-5^{\circ}\text{C}$  do  $-10^{\circ}\text{C}$
- okres silnych mrozów: poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$

Jeżeli mamy beton, który jeszcze nie związał, a poddany zostanie działaniu niskiej temperatury, czyli zaistnieje możliwość jego zamrożenia, to działanie mrozu odbije się na nim podobnie jak ma to miejsce w przypadku działania ujemnych temperatur na grunt nasączony wodą. Grunt taki pęcznieje. Podobnie i woda zarobowa w masie betonowej zamarza, w konsekwencji zwiększając objętość całego betonu. Zamrożona woda powoduje również zatrzymanie reakcji chemicznych związanych z wiązaniem i twardzeniem właściwym betonu. Sytuacja, w której występują duże dzienne wahania temperatury jest bardziej sporna i niejednoznaczna. Przyjęło się więc umownie, że jest „zimna pogoda” jeżeli spełnione są dwa warunki:

a) średnia z maksymalnych i minimalnych temperatur odnotowana w przeciągu trzech kolejnych dni, jest niższa od  $5^{\circ}\text{C}$

b) temperatura otaczającego powietrza przez co najmniej dwanaście godzin w ciągu całej doby wynosi nie więcej niż  $10^{\circ}\text{C}$ .

Są to warunki trudne, a w przypadku betonu zwykłego czasami niemożliwe do pracy. Beton zwykły nie powinien być układany w takich okolicznościach, jeżeli jego temperatura jest niższa od  $13^{\circ}\text{C}$  dla elementów o grubości do 300mm lub niższa od  $5^{\circ}\text{C}$  gdy element posiada grubość minimalną nie mniejszą niż 1,8m. Betony z kruszyw lekkich mogą być chłodniejsze (posiadać niższą temperaturę) w momencie układania z uwagi na fakt, iż mają one niższe przenikanie ciepła. Beton taki charakteryzuje się również niższym ciepłem właściwym, co prowadzi za sobą fakt, że ciepło hydratacji cementu ochrania bardziej skutecznie taki beton przed zamrożeniem, niż ma to miejsce w przypadku betonów na kruszywach zwykłych.

Spadek wytrzymałości końcowej betonu, który zostanie poddany zamrożeniu w początkowym okresie dojrzewania jest uwarunkowany takimi czynnikami jak:

- obecność w nim jeszcze nie związanej wody zarobowej, która zwiększy swą objętość i spowoduje osłabienie betonu,
- nie zapewnienie odpowiedniej urabialności masy betonowej, która powinna być zagwarantowana kosztem zmniejszenia ilości wody przy jednoczesnym zachowaniu tych samych warunków zagęszczenia i dodaniu plastyfikatorów,
- brak zapewnienia odpowiedniej wilgotności otoczenia dla betonu dojrzewającego, która powinna zabezpieczyć go przed nadmiernym wysychaniem.

Realizację robót w niskich temperaturach umożliwia zastosowanie następujących rozwiązań:

**A. Modyfikacja składu mieszanki betonowej:**

- właściwy dobór rodzaju i ilości cementu,
- rozmrożenie kruszywa przed użyciem,
- zastosowanie domieszek,

**B. Metoda zachowania ciepła**

- stosowanie ciepłych i gorących mieszanek betonowych,
- dokładne okrywanie matami izolacyjnymi,
- zastosowanie „cieplaków”



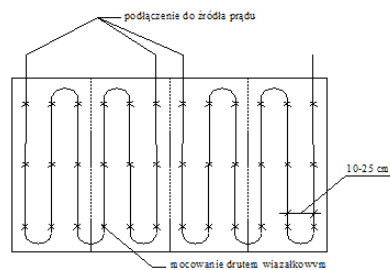
Zdj. 1,2. „Cieplak”

a - Widok od zewnątrz

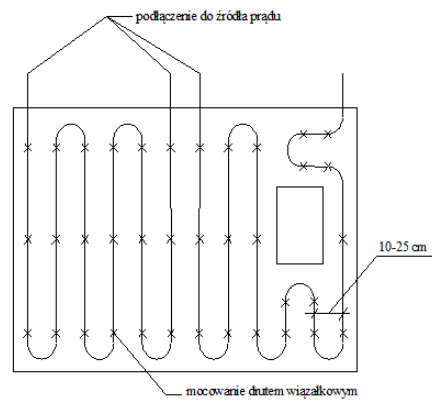
b - widok wewnątrz

### C. Metoda podgrzewania konstrukcji

- obróbka cieplna z wykorzystaniem prądu elektrycznego:
  - rdzenie grzejne

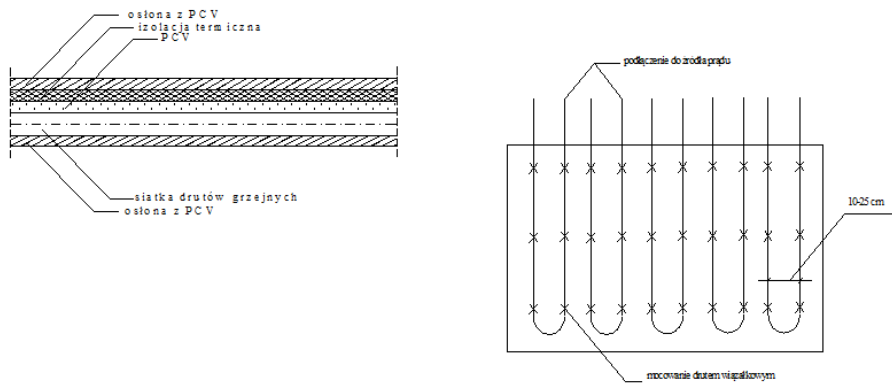


Przykład układania grzałek w słupie



Przykład układania grzałek w ścianie z otworem

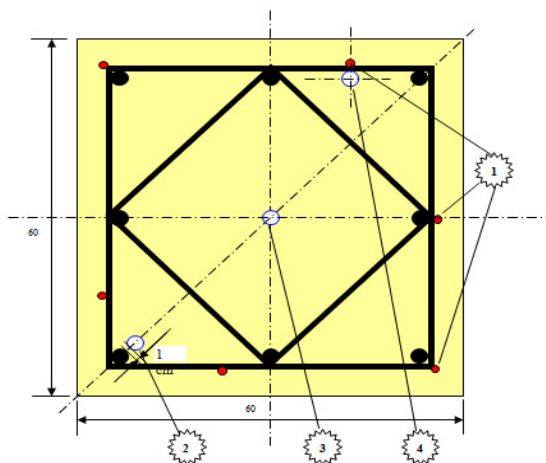
## maty grzejne



## Przykład układania grzałek w stropie

- podgrzewanie betonu przy użyciu:
  - koksowników,
  - pary wodnej,
  - gorącego powietrza,
- stosowanie deskowań aktywnych wydzielających ciepło,
- nagrzew betonu za pomocą urządzeń wykorzystujących promieniowanie podczerwone,

## ELKEKTRONAGRZEW



Betonowanie słupów z elektronagrzewem na budowie parkingu Blue City w Warszawie. Po lewej stronie przekrój słupa z rozmieszczeniem przewodów grzewczych (1) i sond do pomiaru temperatury (2, 3, 4). Po prawej stronie zakładanie sondy pomiarowej

## 4.6.2. Betonowanie w wysokich temperaturach

Prowadzenie robót betonowych w okresach podwyższonych temperatur otoczenia stwarza wiele problemów związanych między innymi z podnoszeniem się temperatury masy betonowej, jak i w wielu przypadkach wzrostem prędkości parowania wody ze świeżej mieszanki. Problemy te mają wpływ i wiążą się z mieszaniem, układaniem a w szczególności pielęgnacją twardniejącego betonu. Wyższa temperatura powoduje przyspieszenie czasu wiązania betonu, co jest na pewno w większości przypadków zjawiskiem niepożądanym. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie zapotrzebowania na wodę, przyspiesza hydratację cementu, co z kolei ma wpływ na obniżenie wytrzymałości końcowej betonu. Mamy świadomość również tego, iż znaczna utrata wody z masy betonowej, która odbywa się na skutek szybszego parowania ma wpływ na powstające w betonie pęknięcia od szybkiego i silnego skurczu. Przyjęło się, że krytyczne parowanie masy betonowej następuje wówczas, gdy przekracza ono w ciągu godziny  $1,0\text{kg/m}^2$ . Pęknięcia w betonie powstają wskutek obniżenia wilgotności względnej otoczenia. Ryzyko powstania pęknięć plastycznych jest tak samo prawdopodobne przy następujących kombinacjach temperatury i wilgotności względnej powietrza.

Tabl.2. Kombinacje temperatur i wilgotności

Temperatura [°C]	Wilgotność względna [%]
41	90
35	70
24	30

Poważnym utrudnieniem niosącym za sobą drastyczne skutki w przypadku zaniedbań jest dojrzewanie betonu. Jest ono wynikiem hydratacji cementu, a więc procesu egzotermicznego. Ustalono orientacyjnie, że pełna hydratacja 1kg zwykłego cementu portlandzkiego prowadzi do wydzielania się około 400kJ ciepła. Powstające w taki sposób ciepło podnosi temperaturę betonu, dlatego należy zapewnić odpowiednie jego odprowadzenie. W przypadkach, gdy narastające ciepło nie zostanie odprowadzone na zewnątrz, może dojść do zagotowania się dojrzewającej masy betonowej. Wzrostowi ciepła wewnętrznego towarzyszy równoczesny wzrost naprężeń termicznych, których znaczna amplituda może prowadzić do powstania pęknięć przebiegających nawet przez cały przekrój elementu betonowego. Ponieważ wzrost trudności odprowadzenia ciepła hydratacji jest tym większy, im większe są rozmiary betonowanego elementu, dlatego też niebezpieczeństwo uszkodzeń wiążące się z przyrostem naprężeń termicznych jest także związane z masowością konstrukcji. Podkreślić należy przy tym, że problem wzrostu ciepła wewnętrznego elementów betonowych nie dotyczy wyłącznie konstrukcji masywnych. Ma to miejsce zawsze tam, gdzie utrudnione jest zmniejszenie naprężeń termicznych, a więc odprowadzenie ciepła. Bardzo często takie zjawisko można zaobserwować w elementach cienkich, które zostały wykonane z bogatych w cement mieszanek i dojrzewających w warunkach izolacji termicznej. Dzieje się to ze względu na dwa odmienne mechanizmy zniszczenia konstrukcji betonowej w wyniku wydzielania się ciepła hydratacji cementu. Pierwszy zachodzi w wyniku nagrzewania konstrukcji i wiąże się z rozciąganiem powierzchniowych warstw a skutek rozszerzającego się

wnętrza. Drugi zaś pojawia się na etapie ostygnięcia elementu i wiąże się z powstrzymywaniem odkształceń stygnącego wnętrza przez warstwy powierzchniowe lub urządzenia podpierające. Pierwszy mechanizm możliwy jest wyłącznie przy dużych grubościach elementów. Drugi natomiast jest równie możliwy w elementach masywnych jak i cienkich, a więc występuje niezależnie od grubości.

Realizację robót w wysokich temperaturach umożliwia zastosowanie następujących rozwiązań:

**A. Regulacja składu mieszanki betonowej:**

- zastosowanie jak najmniej zawartości cementu,
- stosowanie domieszek opóźniających wiązanie i twardnienie cementu,

**B. Ochładzanie betonu:**

- oziębienie jednego lub kilku składników mieszanki:
  - a. kruszywo należy spryskiwać chłodną wodą, zanurzać w wodzie lub przedmuchiwać zimnym powietrzem,
  - b. wodę zarobową należy częściowo zastąpić lodem kruszonym lub lodem w płatkach,
  - c. cement musi leżakować do momentu naturalnego ostygnięcia,
- ochładzanie gotowej mieszanki:
  - a. za pomocą ciekłego azotu,
  - b. intensywne przelewanie wody po górnej powierzchni ochładzanego elementu,
  - c. przy pomocy instalacji chłodzącej wykonanej z rur stalowych umieszczonych wewnątrz już ułożonej mieszanki, przez którą przepływa zimna woda chłodząc tym samym beton,





- pielęgnacja mokra betonu:
  - a. ciągłe spryskiwanie mgiełką wodną lub polewanie wodą powierzchni betonu,



Zdj. 3. pielęgnacja betonu

- b. przykrycie betonu mokrym piaskiem, ziemią, trocinami lub słomą,
  - c. zastosowanie mokrych tkanin jutowych lub konopnych,
  - d. przykrycie grubymi matami bawełnianymi lub geowłókniną,
- C. Pielęgnacja betonu przez zastosowanie powłok:**
- a. powłoka z folii z tworzywa sztucznego,
  - b. papier wzmocniony lepiszczem bitumicznym,
  - c. preparaty błonkotwórcze наносzone za pomocą natrysku,
  - d. zraszanie powierzchni świeżego betonu mgiełką wodną i natychmiastowe przykrycie materiałem z tworzyw sztucznych,



Zdj. 4. powłoka z folii z tworzywa sztucznego



Zdj. 5. zraszanie powierzchni świeżego betonu mgiełką wodną i natychmiastowe przykrycie materiałem z tworzyw sztucznych

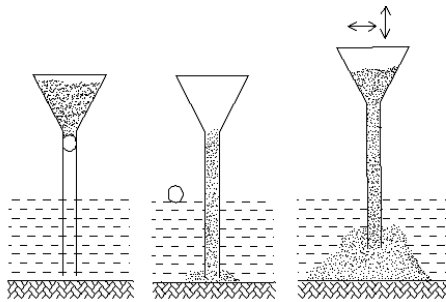


Zdj. 6. preparaty błonotwórcze наносzone за pomocą натрыску

### 4.6.3. Betonowanie pod wodą

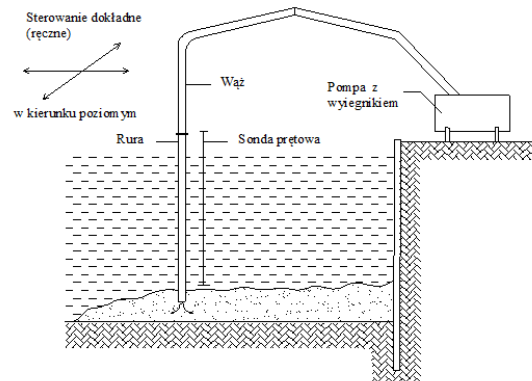
Nowoczesne konstrukcje często wymagają posadowienia pod wodą. Z tego też powodu opracowano szereg metod wykonywania elementów betonowych w takich warunkach. Przykładowe metody przedstawiono poniżej.

1. Metoda Contractor.

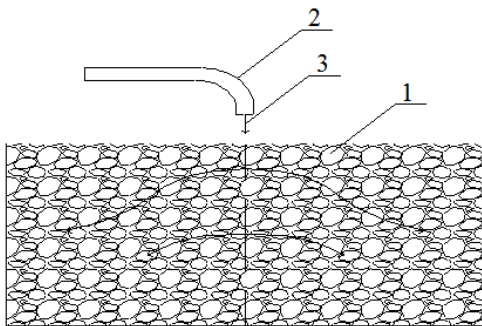


Początek betonowania    Betonowanie właściwe

2. Metoda Hoop-Dobber. ( Metoda pompowa.)



3. Metoda Tremie. ( Metoda dwuetapowego betonowania.)



**Odmiana zalewowa**

Idea dwuetapowego betonowania: 1 - kruszywo grube,  
2 - rura iniekcyjna, 3- zaprawa

## II. NOWOCZESNE TECHNIKI I TECHNOLOGIE WYKONYWANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

### 1. Deskowania

Rozróżnia się deskowania:

1. Indywidualne – stosowane jednorazowo (ale elementy tego deskowania mogą być jeszcze użyte), najczęściej przy realizacji niewielkich konstrukcji, a także do konstrukcji niepowtarzalnych, o nietypowych kształtach

2. Inwentaryzowane – z elementów wielokrotnego użycia ze względu na krotkość użycia:

- ◆ ze względu na wielkość:



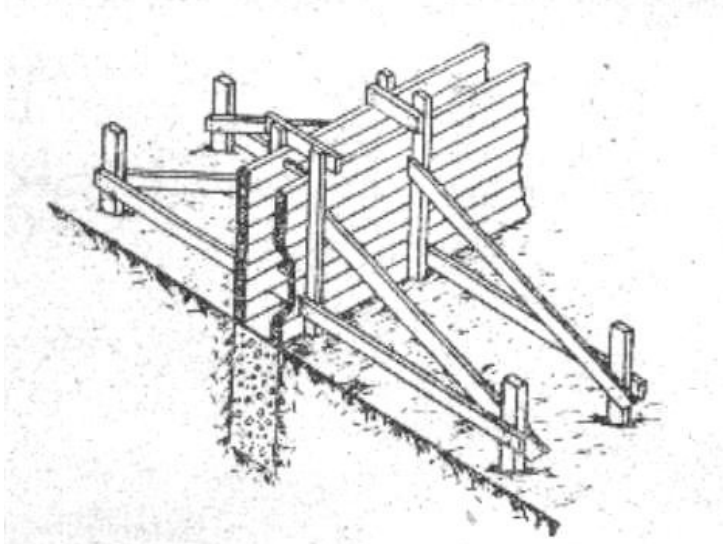
- ✓ małowymiarowe (U-Formy, Stal-Formy)
- ✓ wielkowymiarowe (Harsco, Peri)
- ◆ **ze względu na sposób używania:**
- ✓ przestawne (ręcznie lub dźwigiem) wykonane z trwalszych materiałów (sklejka, metal - krawędzie obite są blachą) stosuje się do betonowania ścian i stropów poszycie z blachy 2-3 mm usztywnione kątownikami (Harsco, Peri)
- ✓ przesuwne (samojezdne, ręcznie, dźwigiem lub wciągarką)
- ✓ Ślizgowe (oparte na prętach prowadzących).

Materiały używane do wykonywania deskowania:

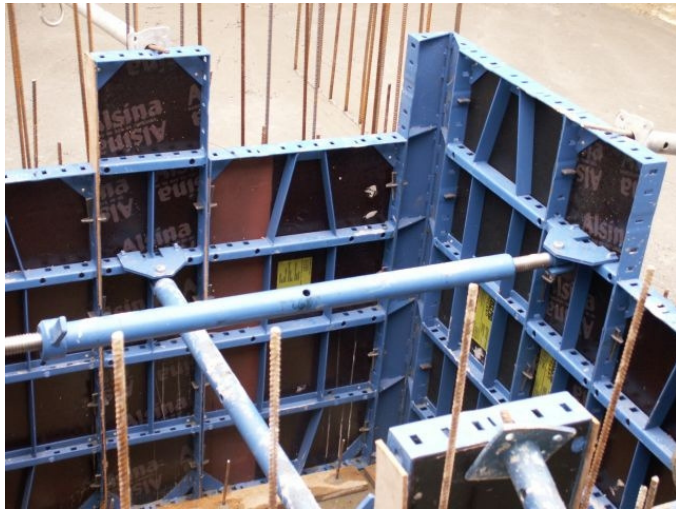
- płyty drewniane
- sklejka
- płyty stolarskie
- aluminium
- stal (blacha i profile)
- tworzywa sztuczne (sklejka Ecoply)

w deskowaniach traconych:

- beton (prefabrykat np Filigran)
- blacha trapezowa
- płyty zrębkowo-cementowe (system Velox)



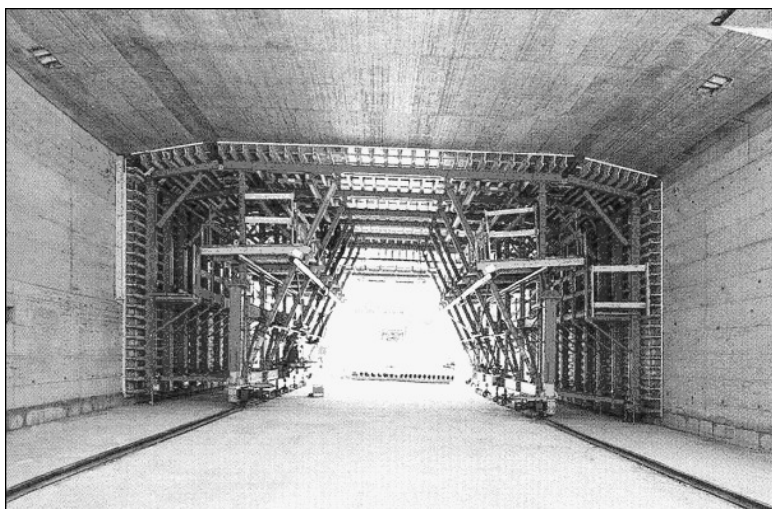
Rys. 4. deskowanie jednorazowe ściany cokołu [2]



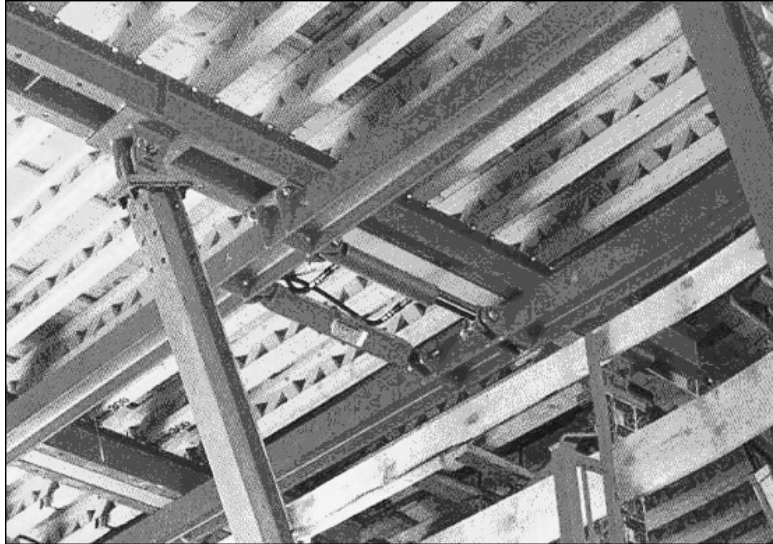
Zdj. 7. deskowanie konstrukcji u-formami [1]



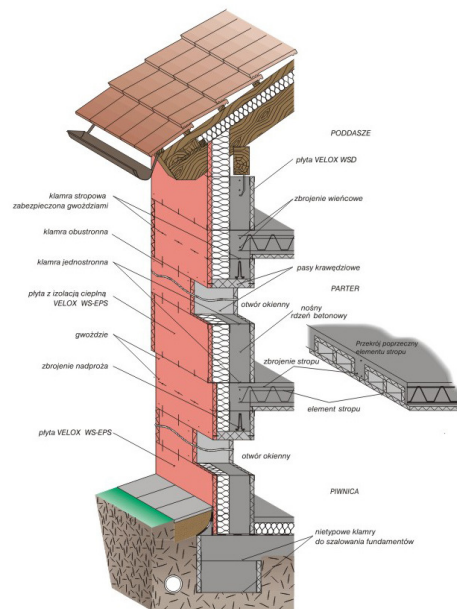
Zdj. 8. stal-formy [1]



Zdj. 9. Samojezdne deskowanie przesuwne (tunelowe) tunelu autostrady d'Areuse (Szwajcaria) [1]



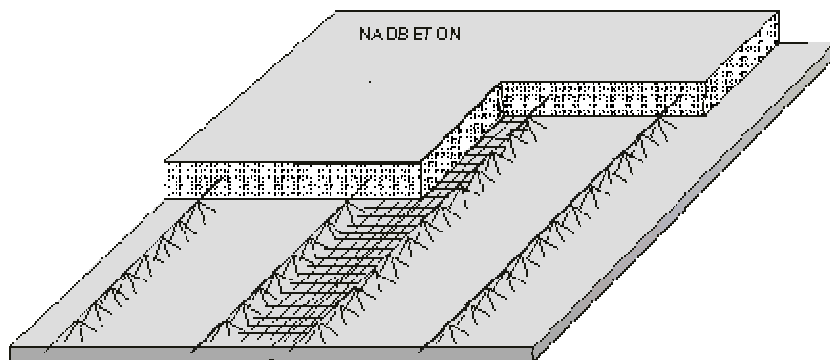
Zdj. 10. siłowniki hydrauliczne deskowania samojezdnego tunelowego [1]



Rys. 5. system Velox [1]



Zdj. 11. deskowanie ślizgowe betonowania płaszcza komina żelbetowego [1]

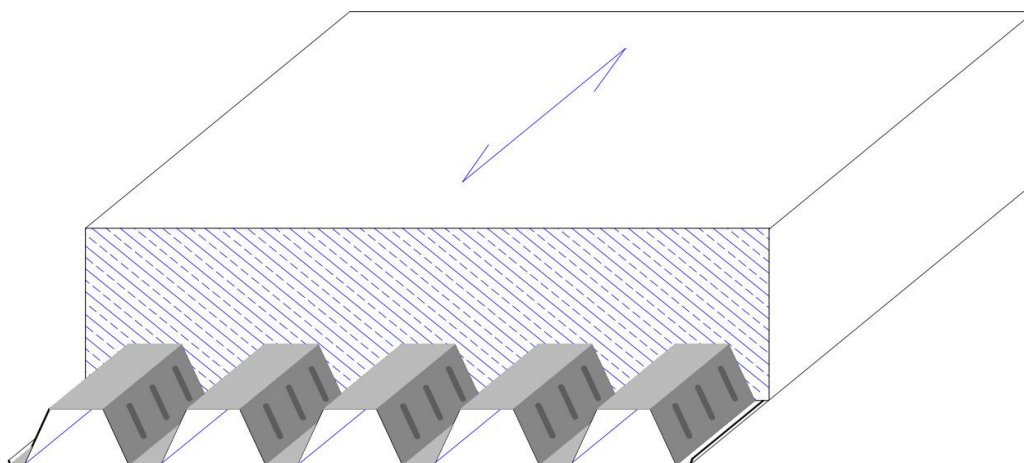


Rys. 6. strop Filigran; połączenie starego betonu (nadbetonu) z prefabrykatem betonowym



Zdj. 12. budynek Olsztyn ul. Jeziorna1 wykonany w deskowaniu ślizgowym [własny]





Rys. 7. strop zespolony typ blacha fałdowa beton (blacha trapezowa drugiej generacji, spełnia również rolę deskowania traconego) [własny]

## 2. Posadzki

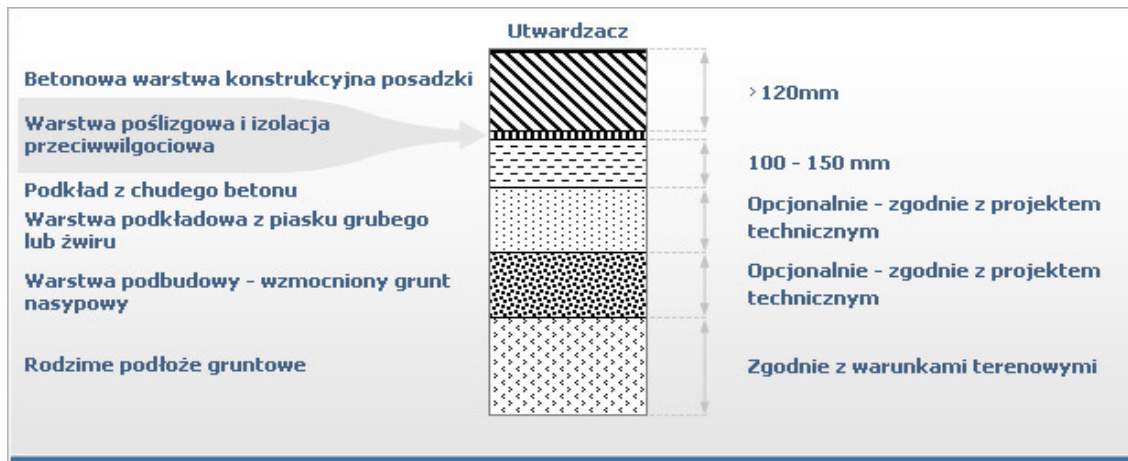
Posadzka jest wielowarstwowym układem konstrukcyjnym, w którym warstwą nośną jest spoczywająca na podłożu gruntowym lub stropie zmodyfikowana podbudowa. Na niej ułożona jest płyta konstrukcyjna z betonu stanowiąca główny element przejmujący obciążenie bezpośrednio od pojazdu, podstawy maszyny, materiałów składowanych lub użytkowników. Na płycie konstrukcyjnej układana jest warstwa wierzchnia.

Najbardziej powszechnym materiałem stosowanym do wykonywania podłóg przemysłowych jest beton.

Niezabezpieczona powierzchnia betonu jest jednak narażona na szybką degradację, pylenie, ścieranie i nasiąkanie cieczami. Wśród metod ochrony powierzchni podłóg betonowych najczęściej stosuje się zatarcie powierzchni betonu materiałem mineralnym (piasek kwarcowy, piasek korundowy oraz zabezpieczenie powierzchni żywicami (żywica poliuretanowa, epoksydowa)

### Wymagania dotyczące posadzki:

- wytrzymałość zapewniającą przeniesienie obciążeń statycznych, dynamicznych i udarowościowych
- niski skurcz i odkształcalność termiczną
- wysoką odporność na ścieranie
- odporność na działanie czynników chemicznych, które mogą wystąpić podczas eksploatacji
- trwałość kolorów i odporność na starzenie
- walory użytkowe, łatwość napraw, konserwacji i utrzymania czystości.



Rys. 8. Uwarstwienie posadzki przemysłowej na gruncie [1]

Dwa pierwsze wymagania odnoszą się do betonu i zbrojenia rozproszonego, a pozostałe dotyczą górnej, bezpośrednio eksploatacyjnej warstwy posadzki wykończonej posypką utwardzającą lub masą epoksydową.

Podłoże (podbudowa) może być charakteryzowane modułem reakcji określonym jako stosunek obciążenia zadanego na standardową płytę do jej powierzchni i wielkości zagłębienia, wywołanego tym obciążeniem.

Posadzka spełnia zadania eksploatacyjne tylko wówczas, gdy zachodzi ścisła współpraca pomiędzy podłożem gruntowym, warstwą nośną (podbudową) oraz betonową płytą posadzki. Konstrukcja posadzki betonowej nie jest elementem nośnym, lecz spoczywa w sposób ciągły na warstwie nośnej podbudowy. Nie powinna się ona opierać bezpośrednio na ścianach, odsadzkach ław lub stóp fundamentowych, a także na większych, biegnących pod nią, konstrukcjach tuneli lub kanałów.

Bezusterkowa wieloletnia eksploatacja posadzki zależy w znacznym stopniu od nośności podłoża i spoczywającej na nim warstwy nośnej (podbudowy).[1]

Należy dodać, że bezawaryjna wieloletnia eksploatacja posadzki zależy w znacznym stopniu również od starannego oddylatowania podkładu od warstwy wierzchniej posadzki oraz od prawidłowego zdylatowania warstwy wierzchniej posadzki. Pawłowski [3] zaleca w pomieszczeniach piwnicznych dylatację posadzek o powierzchniach  $\sim 30\text{m}^2$ , przy dłuższym boku 6,0m, a w pomieszczeniach na parterze i piętrach  $\sim 10\text{m}^2$  przy dłuższym boku 4,0m. Posadzki na otwartym powietrzu (tarasy, przejazdy, bramy) powinny być dylatowane w polach  $< 10\text{m}^2$  przy dłuższym boku 3,0m.

#### **Od podłoża gruntowego wymagane jest:**

- dobre i równomierne zagęszczenie na całej powierzchni (zaleca się  $I_D > 0,7$ )
- odpowiednia nośność (zaleca się kruszywo podkładu wymieszać z cementem  $\sim 50\text{kg}$  cementu na  $1,0\text{m}^3$  piasku (kruszywa jednofrakcyjnego))
- uregulowane warunki wodne.

Warstwa nośna (podbudowa) ułożona bezpośrednio na podłożu pośredniczy w przekazywaniu obciążeń z płyty betonowej posadzki i wyrównuje ewentualne różnice obciążenia eksploatacyjnego płyty i słabszej nośności podłoża. Warstwa poślizgowa usytuowana jest pod płytą betonową posadzki i oddziela ją od warstwy nośnej; warstwa poślizgowa jest traktowana jak dylatacja. Warstwę

poślizgową wykonuje się najczęściej z folii technicznej PVC np. Bifol, Izofol (0,6mm-1,0mm).

Różnica skurczu betonu podbudowy i betonu warstwy wierzchniej, zależna od wieku i klasy wytrzymałości betonu obu warstw, w przypadku braku warstwy poślizgowej, spowoduje zarysowanie warstwy wierzchniej posadzki. Z tego względu zaleca się do betonu warstwy wierzchniej stosować dodatek zbrojenia rozproszonego (Dramix, Stalmix, itp.) w ilości  $\sim 20\text{kg/m}^3$  betonu lub polipropylenowe włókna FiberMesh w ilości  $0,9\text{kg/m}^3$  betonu.



Zdj. 13. Pompa do betonu (miksokret)[1]



Zdj. 14. układanie jastrychu (kruszywo jednofrakcyjne+cement+woda konsystencja betonu wilgotna) [fot.własna]

**Przy doborze składu i właściwości betonu do wykonania posadzki należy uwzględnić:**

- odporność betonu na oddziaływanie środowiska, a przede wszystkim odporność korozyjną betonu: chemoodporność, wodoodporność, mrozoodporność, udarność
- spełnienie wymagań użytkowych, takich jak: ciągłość, bezpyłowość, łatwość w utrzymaniu czystości
- klasę wytrzymałości betonu na ściskanie i rozciąganie, zbrojenie rozproszone

w postaci włókien stalowych i polipropylenowych, decydujące o nośności i rysoodporności posadzki w danych warunkach.

### **Warstwy wierzchnie posadzek przemysłowych:**

Najprostsza pod niewielkie obciążenia:

Nawierzchnie trudnościeralne typ DST (Dry Shake Topping) polegające na rozsianiu suchej posypki utwardzającej; Korund, Hard-Top, piasek kwarcowy (0,2-0,7) etc  
Posypkę rozsiewa się na niezwiązany jastrych w ilości ~4-5kg/m<sup>2</sup>, a następnie wciera się zacieraczką mechaniczną („talerz”)

Wykończenie techniką DST-suchej posypki utwardzającej - zwiększa odporność posadzki na ścieranie, penetrację olejów, smarów, powoduje brak pylenia, antyelektrostatyczność, itp. Alternatywnym wykończeniem posadzek są masy epoksydowe, które cechuje zwiększona odporność chemiczna. Ich podstawowe zalety to:

- bardzo dobra przyczepność
- niekurczliwość
- możliwość układania w bardzo cienkich warstwach
- wysoka odporność chemiczna (rozcieńczone roztwory kwasów, zasad i soli, oleje mineralne i maszynowe, rozcieńczalniki itp.)

Pod większe obciążenia na warstwę podkładu betonowego nakłada się warstwę gruntową następnie nakłada się warstwę posypki trudnościeralnej z piasku kwarcowego korundu, a następnie warstwę nośną z żywicy epoksydowej z piaskiem kwarcowym; ostatnią (wierzchnią) warstwą jest warstwa lakieru (również z żywicy).

W zależności od tego, czy posadzka ma być cienko lub grubowarstwowa, stosuje się inne rodzaje żywic.

Dla jeszcze większych obciążeń, dodatkowo stosuje się na warstwę nośną dodatkową posypkę trudnościeralną (kwarc, korund)

### **Posadzki na żywicach epoksydowych:**

#### **Przykładowe, stosowane żywice epoksydowe (Deitermann)**

- FK-20 (dwukomponentowa układana na Eurolan FK-28 (grunt))
- Eurolan FK-42 jako grunt (+20% wody) i jako nawierzchniowa

#### **Przykładowe, stosowane żywice poliuretanowe (Deitermann)**

EUROLAN FK 6421 - jest gruntem pod barwnymi, samopoziomującymi się powłokami EUROLAN FK 6610 na powierzchniach betonowych, jastrychach cementowych i anhydrytowych.

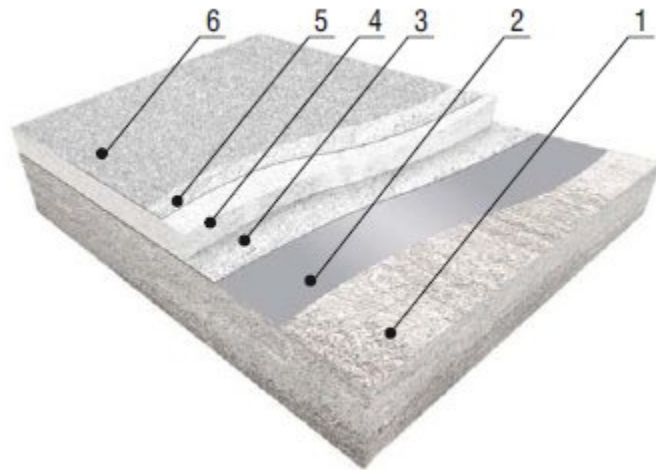
EUROLAN FK 6610 jest elastycznym, ciągliwym, niezawierającym rozpuszczalnika, 2-komponentowym poliuretanem, służącym do wykonywania samopoziomującej się i samoodpowietrzającej się grubej powłoki na wystawionych na duże obciążenia posadzkach betonowych i jastrychach mineralnych w halach przemysłowych, magazynach itd. Poprzez dodanie pasty pigmentowej EUROLAN FK-X nadaje się materiałowi żądany kolor.

### **Własności posadzek z żywic poliuretanowych**

- ✓ przenosi duże obciążenia
- ✓ jest odporna na chemikalia
- ✓ jest odporna na wysokie temperatury
- ✓ łatwa do czyszczenia



- ✓ przenosi rysy
- ✓ jest antyelektrostatyczna (nie gromadzi ładunków elektrycznych)
- ✓ SĄ DROŻSZE NIŻ EPOKSYDOWE



Rys. 9. Epoksydowe lub poliuretanowe posadzki z żywic na parkingach, w garażach itp. [1]

- 1 – podłoże,
- 2 – gruntowanie żywicą epoksydową, np. Harz EP 10,
- 3 – posypka z piasku kwarcowego 0,2-0,7 mm,
- 4 – warstwa nośna z żywicy epoksydowej (np. Harz EP 20) lub poliuretanowej (np. Harz Pu 26)\*),
- 5 – posypka z piasku kwarcowego, np. 0,2–0,7 mm\*),
- 6 – lakierowanie, np. żywicą Harz Pu 32 (HC).

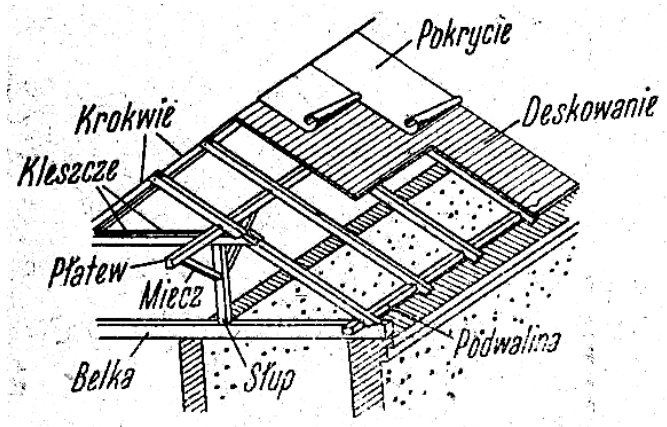
### 3. Dachy

Dach jest górnym ograniczeniem budynku; stanowi on jego ochronę przed opadami atmosferycznymi i wiatrem. W budynkach mieszkalnych dach spełnia również rolę termicznej ochrony przed zmianami temperatury zewnętrznej.

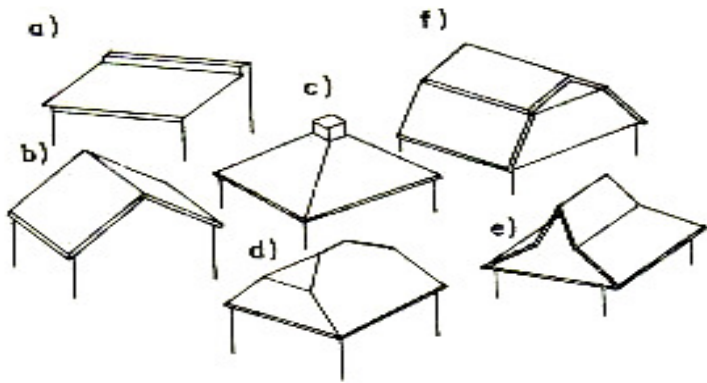
Dachy w budynkach spełniają podwójną rolę:

- 1) zabezpieczają budynek od opadów atmosferycznych i ujemnych wpływów termicznych otoczenia.
- 2) decydują o zewnętrznym wyglądzie budynku.

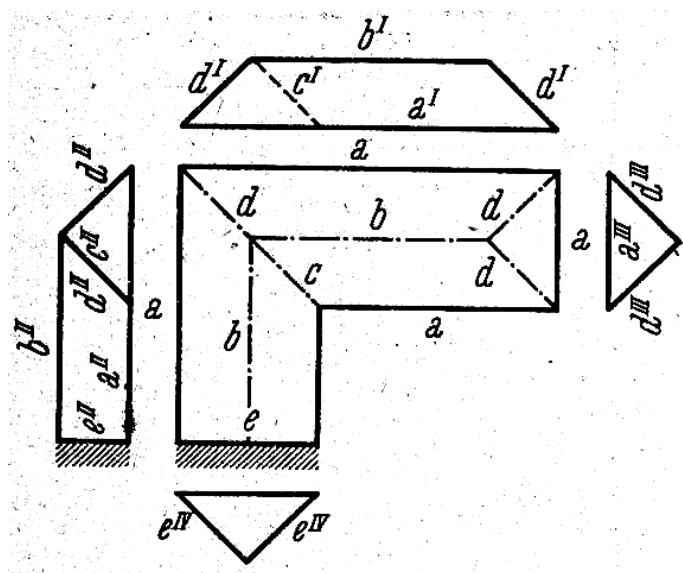
Każdy dach składa się z konstrukcji nośnej, podkładu pod pokrycie oraz pokrycia. Konstrukcja nośna może być wykonana z drewna, stali lub z żelbetu, z elementów wykonywanych na miejscu lub też prefabrykowanych, przywożonych z wytwórni[3]. Na zewnętrzny kształt dachu wpływ mają: rodzaj materiału użytego do pokrycia, zwyczaje regionalne, klimat, kształt rzutu poziomego oraz przeznaczenie poddasza (użytkowe lub nieużytkowe)



Rys. 10. Składowe elementy dachu

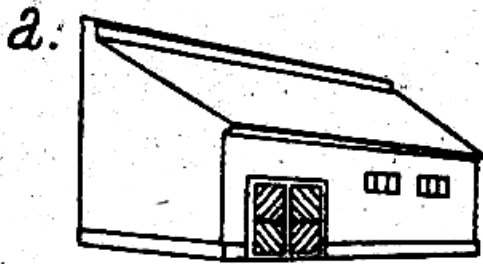


Rys. 11. Kształty dachów a) jednospadowy; b) dwuspadowy; c) czterospadowy; d) naczółkowy; e) uskokowy; f) mansardowy

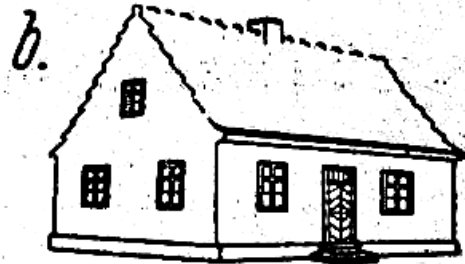


Rys. 12. Nazwane linie dachu: a) okap-linia najniższa; b) kalenica (grzbiet)- górna krawędź; c)kosz-przecięcie dwóch połaci tworzących kąt wklęsły; d) naroże-przecięcie dwóch połaci tworzących kąt wypukły; e) krawędź szczytowa

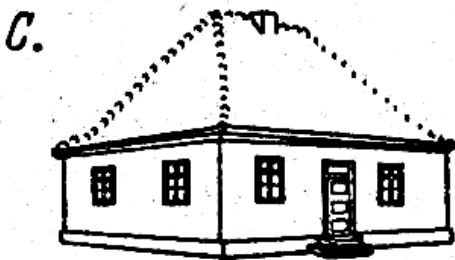
### 3.1. Rodzaje dachów:



Rys. 13. dach jednospadowy



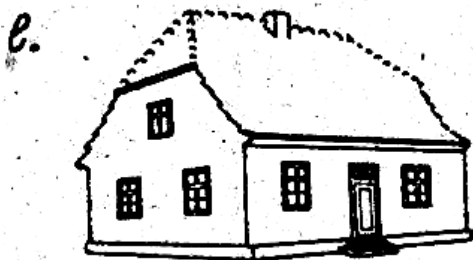
Rys. 14. dach dwuspadowy



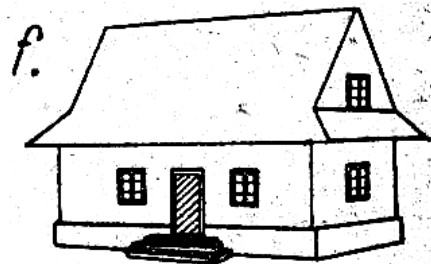
Rys. 15. dach czterospadowy



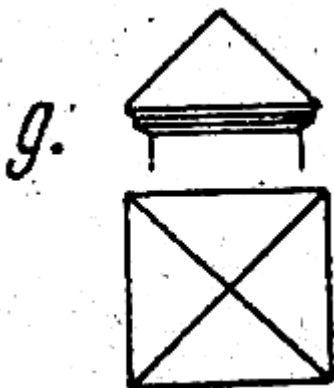
Rys. 16. dach mansardowy



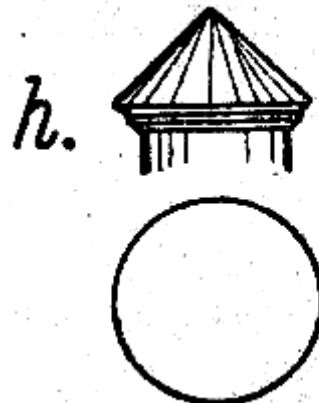
Rys. 17. dach naczółkowy



Rys. 18. dach półszczytowy



Rys. 19. dach namiotowy

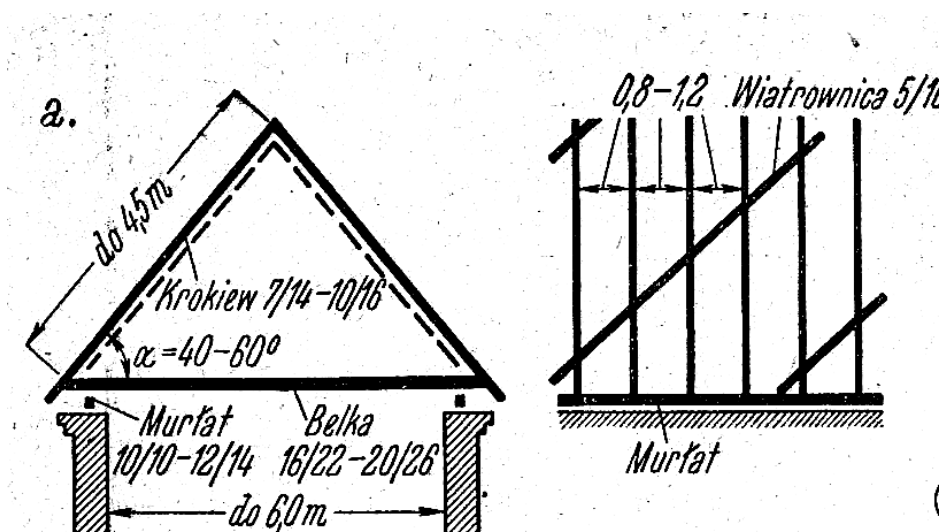


Rys. 20. dach stożkowy

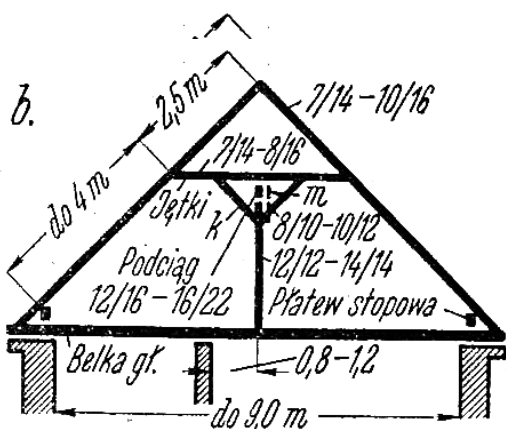


Zdj. 15. Przykład dachu pilastego (Miłakowo) [fot. własna]

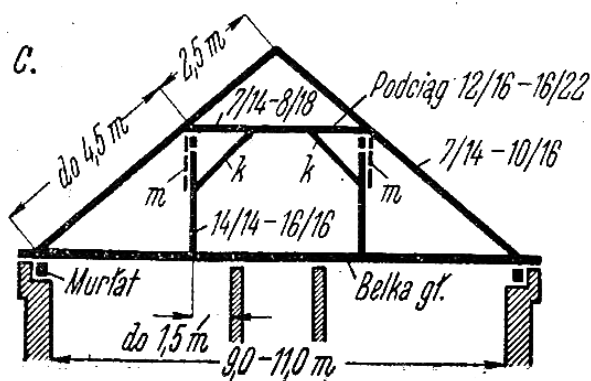
### 3.2. Więźby dachów dwuspadowych



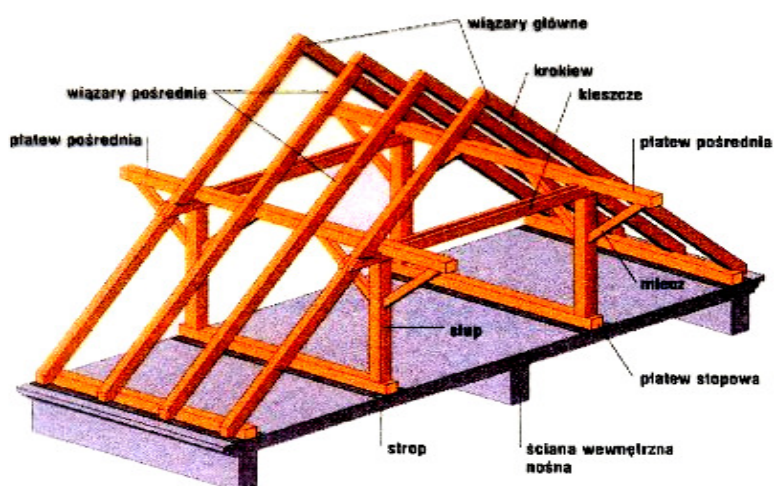
Rys. 21. Więźba krokwiowo-jętkowa



Rys. 22. Więźba krokwiowo-jętkowa z pojedynczym stolcem



Rys. 23. Więźba krokwiowo-jętkowa z podwójnym stolcem k-koziół (zastrzał); m-miecz; podciąg (jętka)



Rys. 24. Więźba płatwiowo-kleszczowa z podwójną ramą stolcową

W tego typu więźbach, krokwie opierają się na płatwiach. Dla krokwi o długości do 4,5m wystarczy oparcie krokwi na murłacie i płatwi kalenicowej, która podparta jest stolcem (tzw więźba jednostolcowa)

Dla krokwi o długości do 7,0m konieczne jest podparcie krokwi na ramie pośredniej, która składa się z płatwi pośredniej, słupków i mieczy. Ramy pośrednie usztywnione są w płaszczyźnie krokwi kleszczami. Są to belki złożone (podwójne) obejmujące krokwie pod płatwią

Jeżeli długość krokwi przekracza 7,0 m zachodzi konieczność zastosowania dodatkowego stolca szczytowego (dach płatwiowy z potrójnym stolcem).

W każdym przypadku rozstaw podpór krokwi nie powinien przekraczać 4,5 m



Zdj. 16. Montaż więźby dachowej płatwiowo-kleszczowej; widać kleszcze obejmujące krokwie i zacięte krokwie opierające się na płatwi pośredniej [1]



Zdj. 17. Montaż kontrłat i łat konstrukcja pod dachówkę [własna]

### **3.3. Nowoczesne rozwiązania konstrukcji dachu**

#### **A. Prefabrykowane konstrukcje dachowe wykonywane z różnych materiałów o różnym przeznaczeniu:**

- budownictwa jednorodzinnego i wielorodzinnego,
- obiekty gastronomicznych, hoteli,
- hal przemysłowych, handlowych, sportowych,
- obiektów rolniczych, ujeżdżalni,
- wiat i zadaszeń parkingowych, magazynowych



Zalety prefabrykowanych konstrukcji dachowych:

- wyeliminowanie kosztownego stropu betonowego poprzez wykorzystanie dolnego pasa dźwigara jako konstrukcji stropu drewnianego powoduje znaczne obniżenie kosztów budowy,
- lekka konstrukcja dachu i rezygnacja z betonowego stropu pozwala na duże oszczędności również przy budowie ścian i fundamentów – zostają one odciążone
- w przypadku nieskomplikowanego dachu Inwestor może sam wykonać montaż konstrukcji,
- do konstrukcji można bezpośrednio przykręcać ruszty pod płyty gipsowo-kartonowe – drewno jest równe i suche, zachowuje płaszczyzny i „nie pracuje” więc płyty nie pękają,
- szybki montaż skraca czas budowy, a przy wymianie starej konstrukcji dachowej pozwala maksymalnie skrócić czas narażenia wnętrza budynku na niekorzystne działanie warunków atmosferycznych,
- w poddaszach użytkowych redukcja słupów podporowych daje nieograniczone możliwości zagospodarowania poddasza,
- bezpieczeństwo – wytrzymałość konstrukcji jest precyzyjnie obliczona i zawsze przyjęte są duże marginesy bezpieczeństwa przy wykonywaniu obliczeń,
- równe płaszczyzny dachu dzięki produkcji dźwigarów wg powtarzalnego szablonu z zastosowaniem rzutników laserowych, równe połączenie gotowej więźby ułatwiają i przyspieszają montaż pokrycia dachowego,
- możliwość wykonania konstrukcji o rozpiętości nawet do 30 m (wiązary proste) lub nawet do 40m (wiązary łukowe).

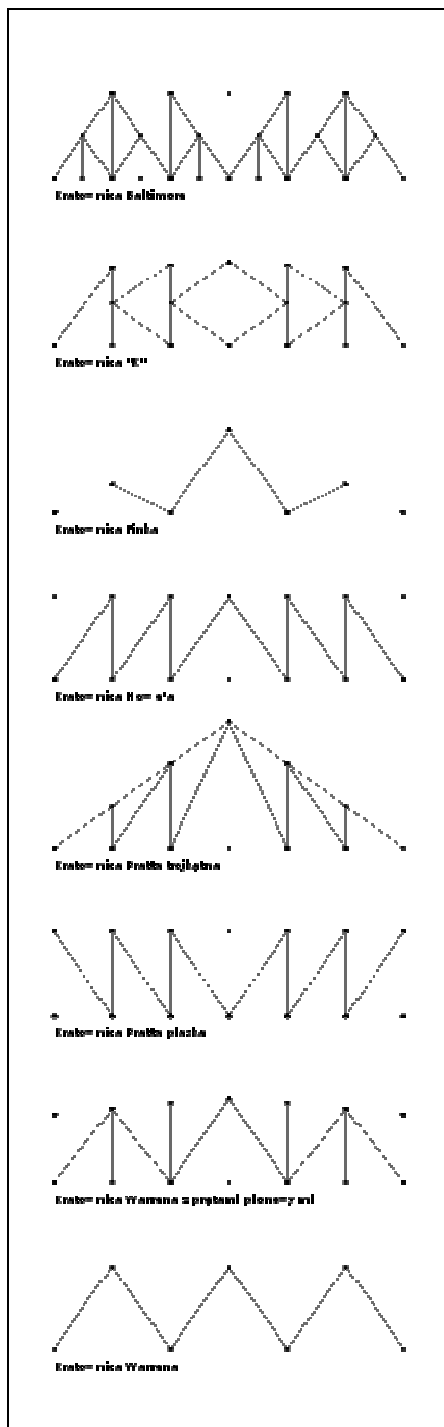
## **B. Dachy oparte na kratownicach**

Kratownica – rodzaj konstrukcji prętowej, której schemat statyczny tworzą elementy:

1. będące prętami prostymi
2. połączone przegubowo w węzłach
3. z siłami przyłożonymi wyłącznie w węzłach.

Dodatkowo w przypadku kraty płaskiej wszystkie obciążenia muszą leżeć w jej płaszczyźnie.

W przypadku konstrukcji budowlanej pręty muszą tworzyć układ geometrycznie niezmienny, w przeciwnym razie byłby to mechanizm (podlegający zmianom geometrii). Przeważnie kratownice konstruuje się jako ustroje statycznie wyznaczalne, dla których łatwiej można wyznaczyć reakcje podpór i siły wewnętrzne, niż w ustrojach statycznie niewyznaczalnych.



### Wzory kratownic płaskich

Najprostszą kratownicę stanowią trzy pręty połączone przegubami "w trójkąt".

Takie trójkątne pola to charakterystyczna – łatwo dostrzegalna – cecha tego rodzaju konstrukcji. Oprócz odpowiedniego połączenia elementów o geometrycznej niezmienności i statycznej wyznaczalności konstrukcji decyduje również właściwe podparcie (na podłożu lub innej konstrukcji).

W prostych kratownicach łatwo można wyróżnić elementy (pręty) tworzące pas górny, pas dolny (czerwone na rysunku poniżej) oraz łączące je

W mechanice konstrukcji wyróżnia się kratownice tworzące:

- układ płaski (kratownica płaska; np. więzary dachowe)
- układ przestrzenny (kratownica przestrzenna; np. szkielet stalowy wieżowców, wież wiertniczych, stalowych słupów energetycznych, a także przestrzenne, dachowe układy kratowe)



Znanym przykładem przestrzennej konstrukcji kratowej jest wieża Eiffla.

Zaletą tego rodzaju modelu konstrukcji jest zerowanie się sił poprzecznych oraz momentów zginających i skręcających w prętach. Niezerowe są wyłącznie siły osiowe. W kratownicach płaskich daje to redukcję liczby niewiadomych sił wewnętrznych o  $2/3$ , a w kratownicach przestrzennych o  $5/6$  w stosunku do ram.

Do wyznaczania sił osiowych w kratownicach stosuje się następujące metody:

- metoda przekrojów Rittera
- metoda równoważenia węzłów
- metody wykreślne – (metoda Cremony, metoda Culmanna)

Powyższe metody pozwalają uzyskać wynik dla kratownic statycznie wyznaczalnych. Dla kratownic statycznie niewyznaczalnych istnieje metoda przesunięć Naviera, jednak wymaga ona znajomości współczynnika sprężystości poszczególnych prętów i bardzo żmudnych obliczeń. Założenie dotyczące pracy każdego węzła jako przegub w istniejących konstrukcjach przeważnie nie jest spełnione. Wyniki obliczeń statycznych dla modelu zakładającego węzły sztywne są zbliżone do wyników dla modelu kratownicowego. Ze względu na znaczne ułatwienie obliczeń powszechnie stosowany jest model kratowy.

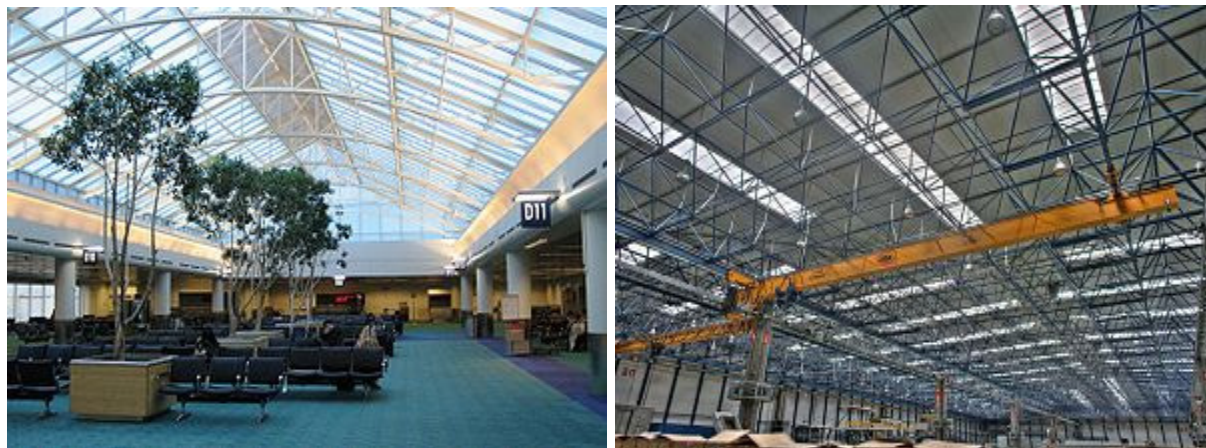
W rzeczywistych kratownicach nie zawsze osie prętów zbiegają się w jednym węźle zbiegają się w jednym punkcie. Normy określają wielkości dopuszczalnych mimośrodków, których nie trzeba uwzględniać w obliczeniach statycznych<sup>[1]</sup>.



Zdj. 18,19. Przykłady dachów kratowych

## C. Przekrycie strukturalne

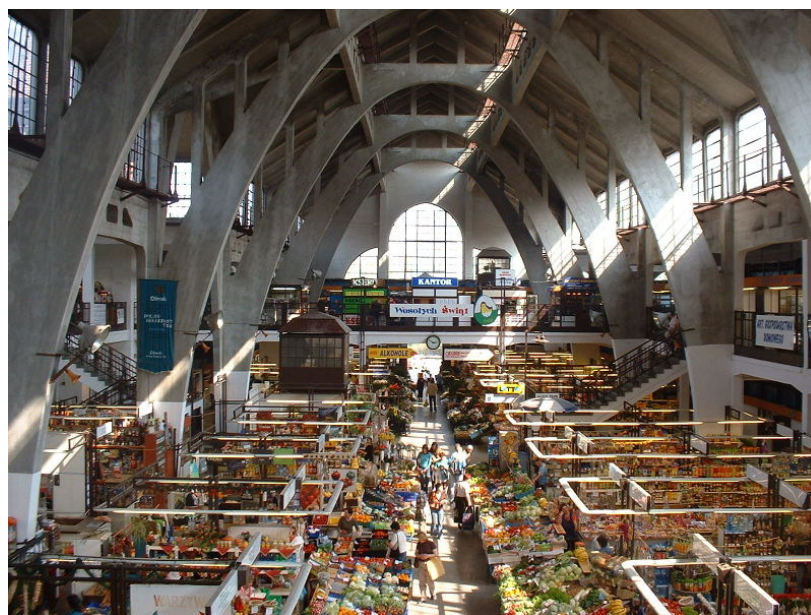
Jest to stalowa konstrukcja nośna dachu wykonana jako ustrój prętowy, wykorzystujący przestrzenną współpracę poszczególnych elementów. Duża sztywność, ekonomiczność wykorzystania materiału oraz walory architektoniczne są doceniane na całym świecie.



Zdj. 20,21. Dachy strukturalne (źródło: Wikipedia)

Przekrycie strukturalne to dyskretny układ prętów, których osie tworzą złożoną przestrzenną siatkę geometryczną. Najczęściej spotyka się przekrycia o stałej grubości. Wówczas powierzchnia utworzona przez pręty siatki górnej jest równoległa do powierzchni siatki dolnej, a skratowanie pomiędzy nimi ma stałą wysokość.

Poniżej przedstawiono nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne dachów o różnej konstrukcji.



Zdj. 22. Przykład dachu o różnej konstrukcji





Zdj. 23. Przykład dachu o różnej konstrukcji



Zdj. 24. Przykład dźwigarów klejonych



Zdj.25.



Zdj.26.



Zdj.27.





Zdj.28.



Zdj.29.

Zdj. 25,26,27,28,29. Dach z drewna klejonego

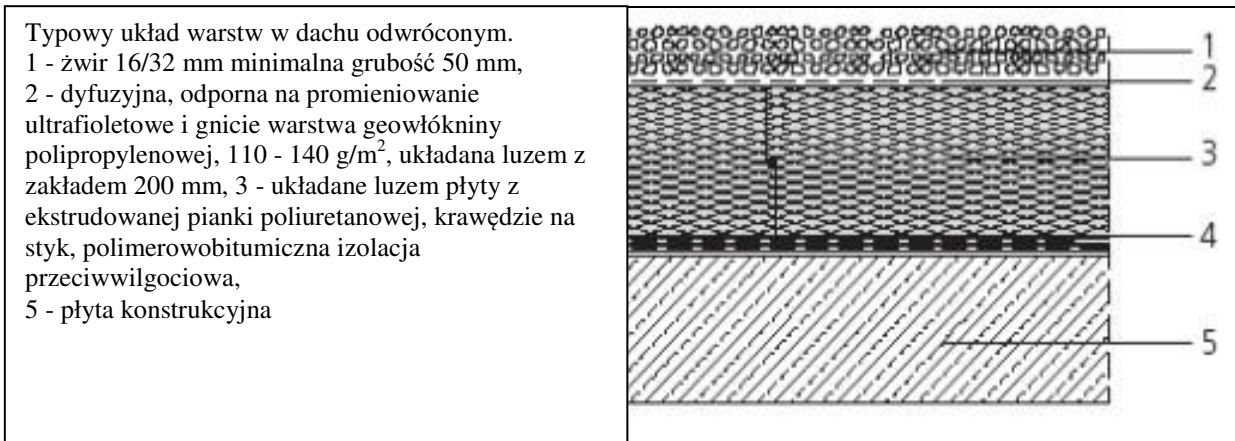
## D. Dach odwrócony

Nazwa wynika z odwrócenia uwarstwienia dachu płaskiego w stosunku do uwarstwienia tradycyjnego. W dachu odwróconym układ warstw jest odwrotny tzn. izolacja przeciwwilgociowa jest ułożona bezpośrednio na warstwie konstrukcyjnej dachu (płyta żelbetowa), a na niej znajduje się warstwa izolacji termicznej (rys. poniżej)

Warstwę izolacji termicznej należy wykonać z materiału odpornego na wilgoć; stosowany jest najczęściej styropian (polistyren) ekstrudowany. Różni się on od zwykłego styropianu tym, że jest od niego znacznie twardszy i praktycznie nienasiąkliwy. Na polistyren ekstrudowany układa się geowłókninę, która chroni obie izolacje – wodną i termiczną – przed zanieczyszczeniami.

Część wody opadowej jest wykorzystywana do nawodnienia roślin na dachu odwróconym (zielonym), część zaś jest odprowadzana do kanalizacji burzowej.

**Układ warstw dachu odwróconego (rys. poniżej)**



Rys. 25. Układ warstw w dachu odwróconym

Nie można dachów odwróconych całkowicie pozbawić instalacji do odprowadzania wody. Długotrwałe deszcze mogłyby spowodować przelewanie się wody przez krawędzie dachu lub też z powodu zbyt krótkich okresów suchych woda nie zdąży odparować i będzie zalegać na dachu. Dlatego każdy dach odwrócony powinien mieć specjalne wpusty odwadniające, rezerwowe orywnowanie lub przynajmniej rury przelewowe (rzygacze), które w sytuacjach awaryjnych odbiorą nadmiar wody. (fot poniżej)

Typowym rozwiązaniem dachu odwróconego jest taras często realizowany jako „dach zielony”.



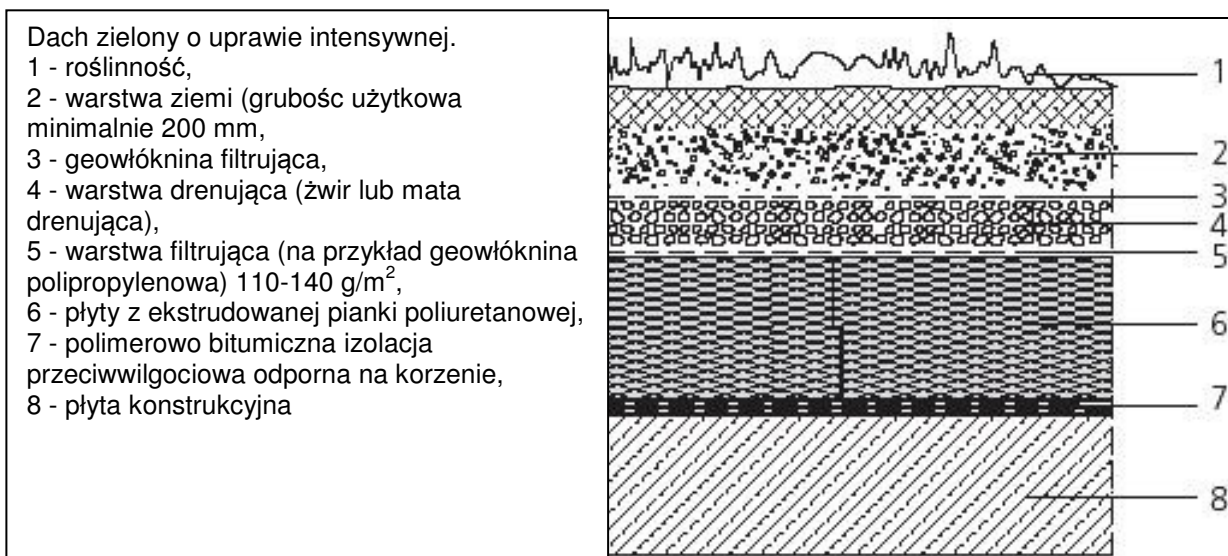
Zdj. 30,31. zielony dach (fot internet)





Zdj. 32. Odwodnienie zielonego dachu na Osiedlu Generałów w Olsztynie (fot. własna)

Niekiedy projekt przewiduje intensywne wykorzystanie zielonego dachu i obsadzenie obfitą roślinnością.



Rys. 26. Warstwy dachu odwróconego z intensywnym wykorzystaniem ( internet)

#### 4. Balkony, tarasy, stropodachy.

Stropodachy są to stropy o górnej powierzchni pochylej pełniące jednocześnie funkcję dachu. Podstawowym zadaniem stropodachu jest ochrona wnętrza budynku przed opadami atmosferycznymi i niskimi temperaturami.

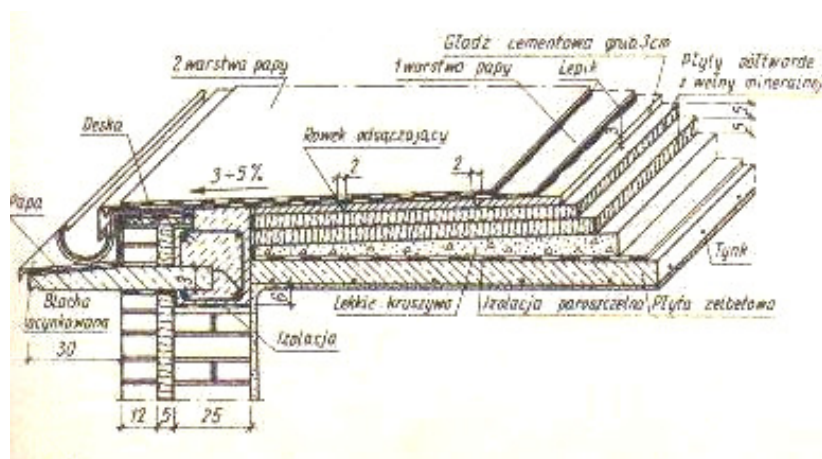
Stropodach niewentylowany powinno się stosować jedynie tam, gdzie jest to konieczne, na przykład, gdy nad ostatnią kondygnacją będzie taras.

Pod warstwę ocieplającą należy zastosować izolacja przeciwwilgociową

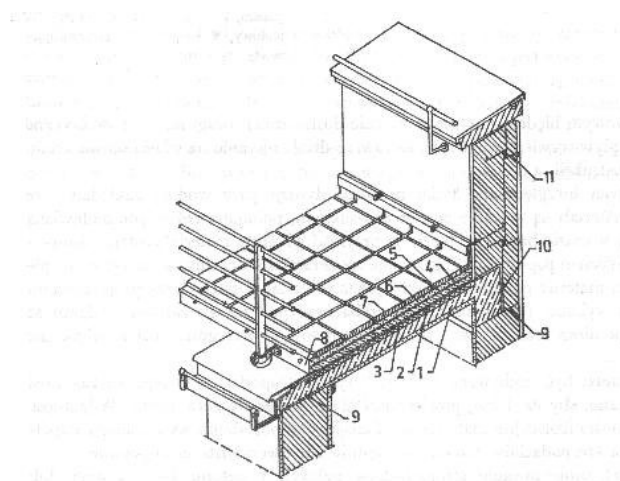
Do stropodachów zalicza się również tarasy nad pomieszczeniami. Tarasy mają inne nawierzchnie dostosowane do wymaganej odporności na uszkodzenia mechaniczne przy chodzeniu; są to stropodachy niewentylowane.

Ze względów konstrukcyjnych i fizycznych (czyli układu warstw) stropodachy dzielimy na:

- ◆ stropodachy wentylowane, uważane za poprawne rozwiązanie dla budownictwa mieszkaniowego [rys]
- ◆ stropodachy pełne (niewentylowane), stosowane częściej w budownictwie przemysłowym i ogólnym oraz jako tarasy



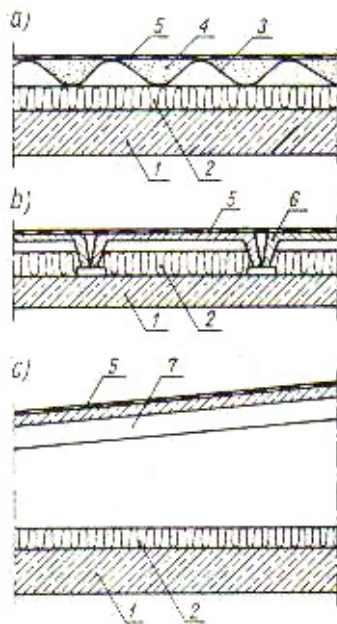
Rys. 27. Konstrukcja stropodachu niewentylowanego [5]



1. Płyta stropu
2. Izolacja cieplna
3. Jedna warstwa papy (folii)
4. Warstwa wyrównawcza
5. 2 warstwy papy na lepiku albo termozgrzewalnej
6. Gładź z dodatkiem środka wodoszczelnego
7. Płytki terakotowe
8. profile walcowane
9. Spoina pozioma wypełniona materiałem plastycznym
10. Szczelina dylatacyjna
11. Kotew licówki

Rys. 28. konstrukcja tarasu nad pomieszczeniem ogrzewanym [4]

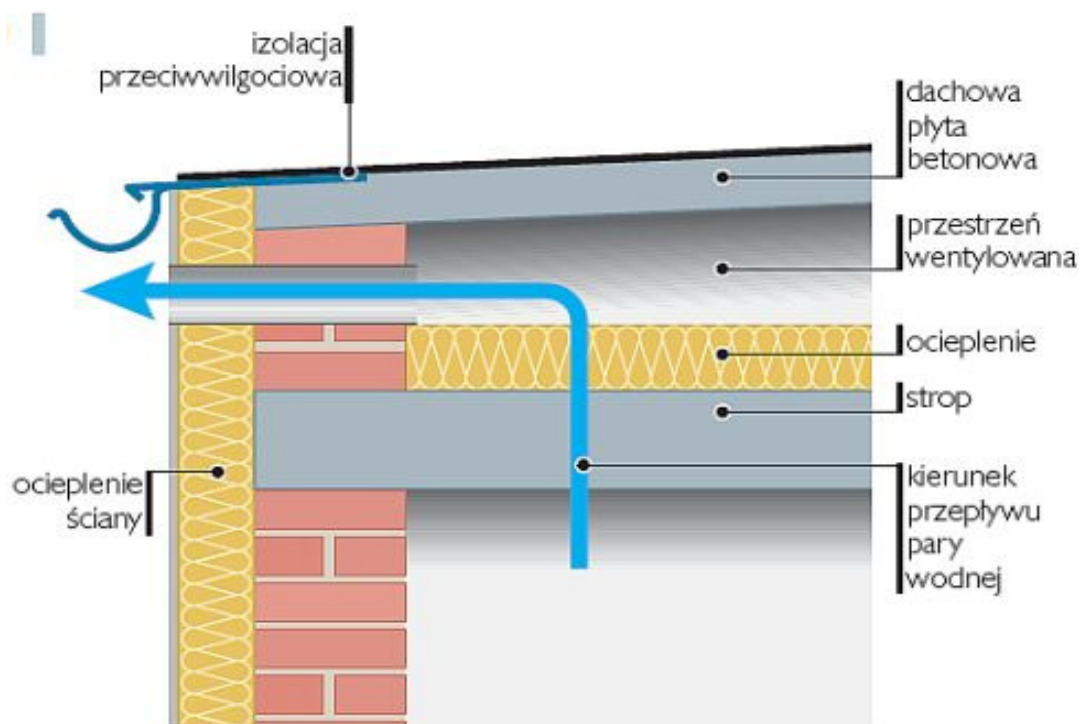


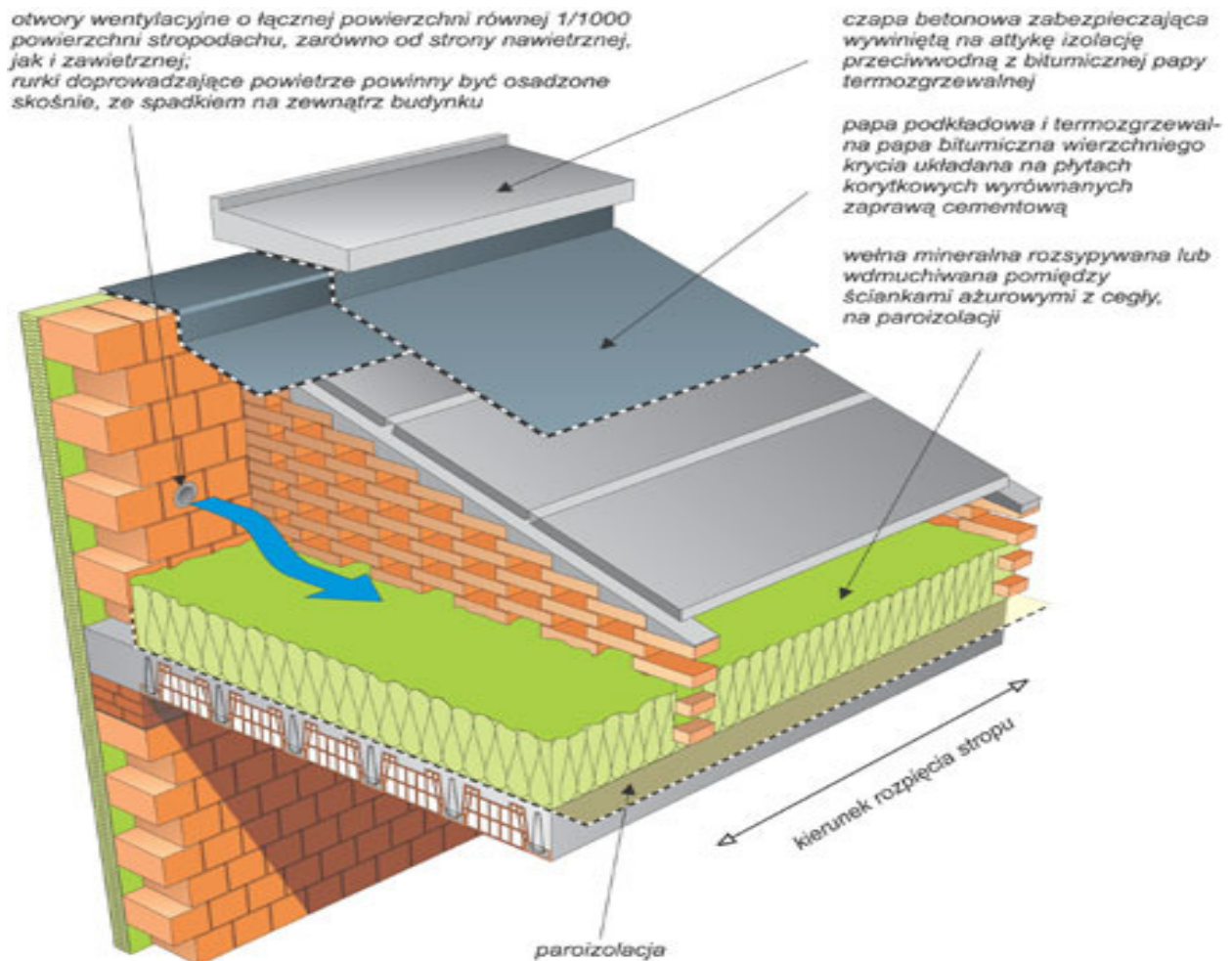


1. płyta stropowa
2. izolacja termiczna (wełna mineralna, styropian)
3. płyta fałdowa ondulina, PCV, poliester (kiedyś eternit)
4. wypełnienie beton na kruszywie drobnym jednofrakcyjny
5. pokrycie
- 6,7 płyty korytkowe (DK; DKZ)

Rys. 29. przykłady stropodachów wentylowanych [4]

- a) Stropodach wentylowany kanalikowy na blasze fałdowej (dawniej na eternicie)
- b) Stropodach wentylowany szczelinowy na płytach dachowych korytkowych opartych na stropie
- c) Stropodach wentylowany z płytami korytkowymi opartymi na ściankach ażurowych





Rys. 30. Stropodach wentylowany [1]

W stropodachach wentylowanych, warstwy konstrukcyjne są rozdzielone wentylowaną szczeliną powietrzną. Jest ona umiejscowiona pomiędzy warstwą izolacji termicznej i pokryciem, poprzez uniesienie na osobnej konstrukcji wsporczej pokrycia wodochronnego (ścianki ażurowe). Obecność wentylowanej przestrzeni z ciągłą wymianą powietrza z otoczeniem znacznie obniża ciśnienie pary wodnej pod pokryciem i pozwala uniknąć kondensacji pary wodnej. Wentylowaną przestrzeń konstruuje się poprzez wbudowanie w ściany zewnętrzne krętek wentylacyjnych lub cegieł dziurawek.

Ciepłe wilgotne powietrze, które z wnętrza domu przedostaje się przez izolację cieplną do przestrzeni dachowej, jest z niej łatwo usuwane na zewnątrz przez otwory wentylacyjne w ścianach. Jeśli nawet para wodna wykropli się na spodzie konstrukcji podtrzymującej wodoszczelne pokrycie i - skapując - zawilgoci izolację cieplną, to wystarczy kilka cieplejszych dni, aby dzięki odpowiedniej wentylacji wilgoć ta odparowała.

Jeśli więc chcemy przykryć dom płaskim dachem, zrobimy stropodach wentylowany: nie będziemy mieć problemów z przeciekami i zamarzającą, nieskuteczną i niszczącą izolacją cieplną. [1]

- ✓ Projektując i wykonując dachy wentylowane należy zachować następujące kryteria:
- ✓ Grubość warstwy izolacyjnej cieplnej powinna wynosić co najmniej 18 cm
- ✓ Materiały izolacji cieplnej winny być układane szczelnie, najlepiej dwuwarstwowo z przesunięciem styków w celu uniknięcia mostków cieplnych.

- ✓ Warstwa powietrza pomiędzy warstwami stropu w najniekorzystniejszym miejscu powinna wynosić co najmniej 10 cm.
- ✓ Nachylenie dachu winno wynosić co najmniej 3 %.
- ✓ Pokrycia dachu powinno mieć jak najmniej przebić. Każde z nich stanowi miejsce słabe.

## 5. Izolacje

Grunt, w którym tkwią podziemne części budynków lub budowli inżynierskich, prawie zawsze zawiera wodę. Woda ma wpływ na właściwości wytrzymałościowe gruntu. Biorąc to pod uwagę, rozróżniamy następujące wody gruntowe:

- ◆ grawitacyjną, która porusza się swobodnie pod wpływem siły ciężkości; wypełnia ona wolne przestrzenie między cząstkami gruntu;
- ◆ przesączającą, której źródłem są opady atmosferyczne;
- ◆ włoskowatą (kapilarną), która wypełnia pory (kanaliki) znajdujące się w bezpośredniej bliskości zwierciadła wody gruntowej; wysokość na jaką woda ta może się podnieść zależy przede wszystkim od rozmiarów ziaren (przy wielkości ziaren 0,05—0,02 mm może wynosić 3 m);
- ◆ w postaci pary lub lodu.

Warunkiem skutecznego i trwałego zabezpieczenia obiektu przed zawilgoceniem jest fachowo i starannie wykonana izolacja. Należy ona do tzw. robót zakrytych i wszelkie błędy oraz niedokładności w wykonaniu już w krótkim czasie dają bardzo przykre następstwa to jest zawilgocenie a nierzadko i pojawienie się wody w pomieszczeniach piwnicznych.

Aby ochrona przeciwwilgociowa lub przeciwwodna była dobrze wykonana muszą być przestrzegane następujące zasady :

- ✓ izolację należy układać na suchym i czystym podłożu w okresach ustalonej bezdeszczowej pogody przy temperaturze nie niższej niż + 5o C. Optymalna temperatura dla prowadzenia prac wynosi +20o C
- ✓ materiały papowe powinny być na kilka godzin przed użyciem rozwinięte w miejscach nasłonecznionych.  
Papę po rozwinięciu trzeba pociąć na mniejsze odcinki, ułatwiające prowadzenie prac izolacyjnych.
- ✓ izolacja z lepiku czy papy i lepiku musi dobrze przylegać do podłoża całej powierzchni. Na izolowanej powierzchni nie mogą się tworzyć pęcherze. Izolacja nie powinna się łuszczyć, ma być elastyczna – odporna na drgania i osiadanie obiektu.
- ✓ izolacja pionowa murów zewnętrznych musi być ciągła na całej wysokości – od poziomej dolnej do poziomej górnej, z wyprowadzeniem do minimum 30 cm powyżej terenu
- ✓ izolacje pionowe z pap należy układać zawsze warstwami pionowymi. Ich rozłożenie warstwami poziomymi powoduje obsuwanie się arkuszy papy. (Jest to jedynie zalecenie, a nie zasada)
- ✓ zakłady rolek papy o szerokości minimum 10 cm trzeba z wierzchu posmarować lepikiem

Izolacji pionowych nie wolno wykonywać z lepików kładzionych bezpośrednio na powierzchni cegieł czy kamieni.

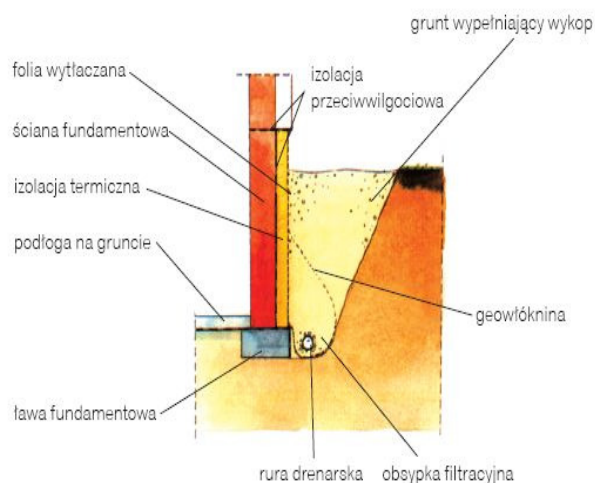
Izolacje dzieli się na:

- ✓ pionowe - chroniące pionową powierzchnię fundamentów i ścian piwnicznych przed wodą i wilgocią

- ✓ poziome - ułożone w poprzek ścian i ław fundamentowych, chroniące przed przedostawaniem się wilgoci ścianami w górę (tak zwane podciąganie kapilarne).

Innym rodzajem izolacji (zabezpieczenia budynku przed wilgocią) jest drenaż. Jest to system odprowadzania wody gromadzącej się wokół fundamentów, do specjalnych studzienek chłonnych. Stosuje się go tam, gdzie są grunty nieprzepuszczalne. W wykopie wokół ścian fundamentowych układa się rury drenarskie perforowane i zasypuje go żwirem. Woda deszczowa szybko przesącza się przez żwir i rurami jest odprowadzana do studzienek.

Przy zakładaniu drenażu wokół budynku należy wykonać trapezowy wykop do głębokości ławy fundamentowej o podstawie ok. 40 cm i szerokości na poziomie gruntu ok. 1 m, który wypełnia się najpierw żwirem, a następnie piaszczystym gruntem. Rurę drenarską wraz z obsypką filtracyjną zabezpiecza się geowłókniną. Geowłóknina ma zabezpieczyć rurę drenarską i obsypkę przed zamulaniem frakcjami pylastymi. Umożliwi to szybkie odprowadzenie wody z gruntu stykającego się ze ścianami piwnicy.



Rys. 31. Drenaż opaskowy wokół budynku [1]



Rys. 32. Rura drenarska perforowana [1]

Materiały stosowane w izolacjach przeciwwilgociowych i przeciwwodnych to:

- ✓ Papy  
Mają budowę warstwową. Najważniejszy jest nośnik mechaniczny (osnowa,

wkładka). Najczęściej jest to włóknina poliestrowa lub welon szklany. Z obu stron otacza go asfalt (bitum), który zapewnia wodoszczelność.

- ✓ Folie płaskie. Wykonuje się z nich zarówno izolacje pionowe, jak i poziome. Do izolowania fundamentów najczęściej wykorzystywane są zwykłe folie z polietylenu lub PCV. W sprzedaży są również folie EPDM (etyleno-propyleno-dienowego monomeru) kauczuk syntetyczny.
- ✓ Membrany kubelkowe (kapeluszowe). Produkowane są z twardego polietylenu. Wykorzystuje się je głównie do wykonywania pionowych izolacji fundamentów. Nie pełnią one wówczas typowej funkcji hydroizolacyjnej, a jedynie zabezpieczają izolację z folii płaskiej lub papy przed uszkodzeniem mechanicznym (na przykład podczas zasypywania fundamentów). Dodatkowo kubelkowa budowa tych membran ułatwia odprowadzanie wody która mogłaby się gromadzić między nimi, a hydroizolacją.
- ✓ Masy bitumiczne. Są to płynne lub półpłynne substancje izolacyjne na bazie asfaltu. Jest on wzbogacony dodatkowo różnymi substancjami chemicznymi, które zwiększają jego właściwości izolacyjne i ułatwiają rozprowadzanie masy (Superflex 10; Eurofan 3K).
- ✓ Masy mineralne  
Są to drobnoziarniste zaprawy na bazie cementu, z dodatkiem substancji poprawiających plastyczność, wodoszczelność i szybkość wiązania.  
Wykonane z nich hydroizolacje są paroprzepuszczalne, czego nie da się powiedzieć o izolacjach z papy, folii lub mas bitumicznych. Masy mineralne stosuje się do wykonywania pionowych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych fundamentów. Oprócz tego mogą być używane do izolowania ścian piwnicznych od wewnątrz.

### **Bentonit**

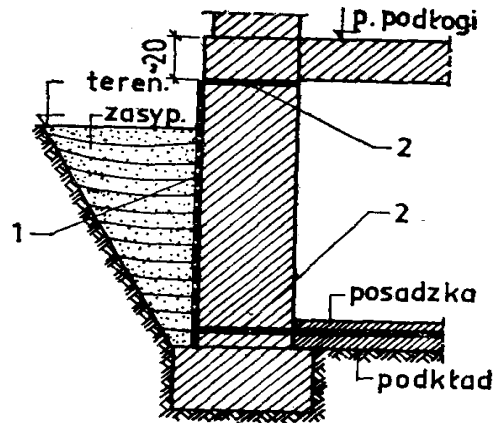
Jest to chemicznie obojętny ił wulkaniczny. Ma on pewną specyficzną właściwość. W kontakcie z wodą zwiększa swoją objętość nawet szesnastokrotnie. Jeśli uniemożliwi mu się swobodne pęcznienie, to po nawilżeniu zamieni się w żel, który nie przepuszcza wody ani pary wodnej. Właśnie w takiej formie tworzy on znakomitą izolację przeciwwodną. Bentonit, którego pęcznienie nie zostanie ograniczone, nie uzyska takich właściwości hydroizolacyjnych.

## **ZASADY WYKONYWANIA IZOLACJI PRZECIWWILGOCIOWYCH I PRZECIWWODNYCH [4]**

Rozróżnia się 3 zasadnicze rodzaje izolacji:

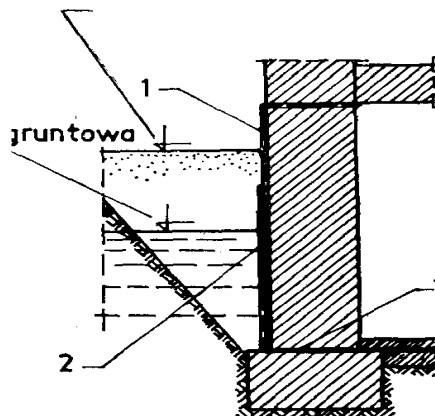
- ✓ lekkie,
- ✓ średnie
- ✓ ciężkie.

Izolacje lekkie (powłoki) stosuje się w celu ochrony budowli przed przenikaniem wilgoci najczęściej w kierunku bocznym (rys.) (powłoki gruntujące, izolacje z mas powłokowych oraz środki uszczelniające).



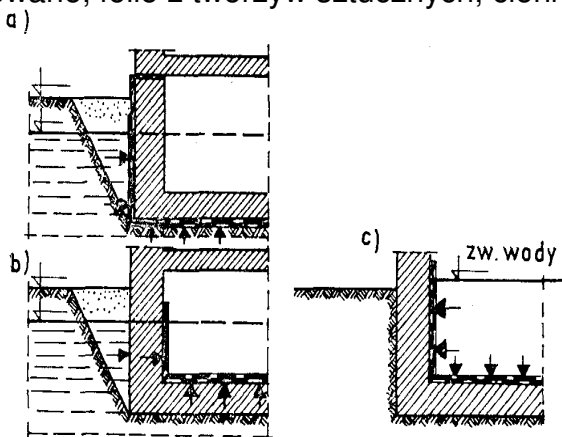
Rys. 33. izolacja wodochronna 1. Typ-1-lekki; 2-typ średni [4]

Izolacje średnie (warstwy papy) stosuje się w celu zabezpieczenia przed wodą opadową bezpośrednią lub przesączającą się w kierunku przegrody poziomej lub pionowej (izolacje bitumiczne, najwyżej z dwoma warstwami wkładek z papy, izolacje z mas plastycznych bitumiczno-mineralnych, asfaltów lanych, wypraw wodoszczelnych itp.).



Rys. 34. izolacja wodochronna 1-typ średni; 2-typ ciężki [4]

Izolacje ciężkie (juty, papy z wkładkami, folie) stosuje się do zabezpieczania budowli przed wodą naporową tj. pod ciśnieniem (lepiki bitumiczne papy, juty i tkaniny asfaltowane, folie z tworzyw sztucznych, cienkie blachy metalowe itp.).



Rys. 35. izolacje przed wodą naporową (pod ciśnieniem) typ ciężki [4]

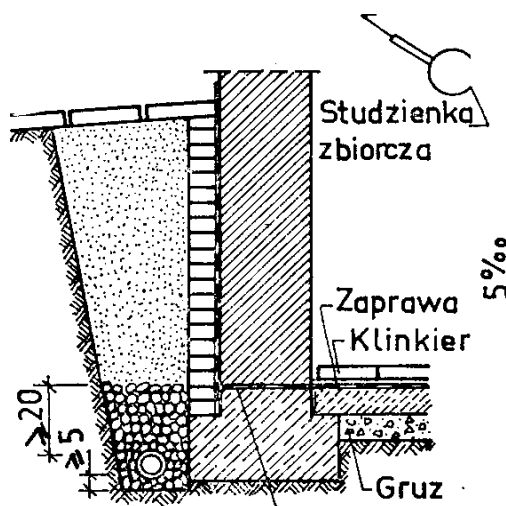
## IZOLACJE BITUMICZNE

Izolacje bitumiczne należą obecnie do najbardziej rozpowszechnionych.

Nie można ich jednak stosować w miejscach narażonych na działanie olejów mineralnych (benzyny, benzolu itp.) alkoholu i innych rozpuszczalników organicznych. Tworzą one grubowarstwowe hydroizolacje, które z powodzeniem chronią obiekty przed działaniem wody opadowej i gruntowej. Spełniają również warunki stawiane tzw. izolacji ciężkiej. Do najważniejszych, pozytywnych właściwości tych materiałów zaliczyć można [1]:

- ✓ możliwość układania na wilgotnych podłożach;
- ✓ przenoszenie rys i pęknięć (nawet do 5 mm);
- ✓ w krótkim czasie odporność na deszcz;
- ✓ z uwagi na pełne połączenie się z podłożem brak możliwości podsiąkania wody (właściwość prawie nieosiągalna w przypadku stosowania pap i folii);
- ✓ skuteczne i nie skomplikowane łączenie izolacji detali, np. przejść rurowych z izolacją powierzchniową;
- ✓ brak konieczności wykonywania tynków na elementach drobnowymiarowych (cegła);
- ✓ brak występowania połączeń

Innym zabezpieczeniem przed mechanicznym zniszczeniem izolacji są ścianki dociskowe



Rys. 36. Izolacja wodoszczelna ścian i posadzki podziemnej, przy obniżeniu poziomu wody gruntowej przy pomocy drenażu

Ułożenie drenażu ma sens jedynie wtedy, gdy jest możliwość odprowadzania z niego wody do naturalnych cieków lub studni chłonnej.

## 6. Prace pomiarowe na placu budowy

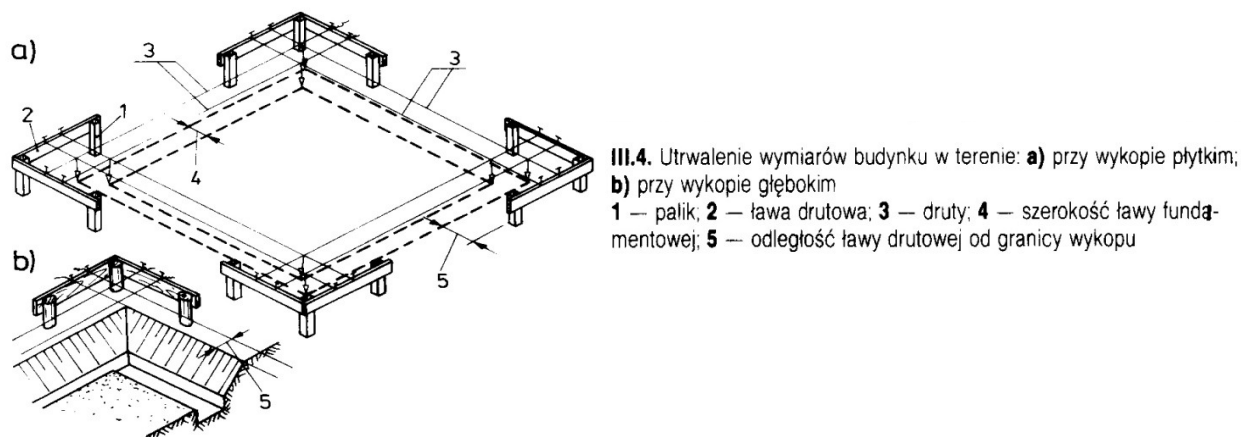
**Geodezja** jest jedną z najstarszych dyscyplin naukowych na świecie. Słowo geodezja pochodzi ze starożytności, z języka greckiego i oznacza dzielenie ziemi. Terminem tym określano nie tylko pomiar i podział gruntów, ale również badania kształtu i wielkości globu ziemskiego.

**Geodeta** jest specjalistą odpowiedzialnym za dokonywanie najróżniejszych pomiarów oraz upoważnionym do sporządzania map i dokumentacji. Dokumenty stworzone przez geodetę z uprawnieniami mają moc prawną i są niezbędne w dokumentacji budowy



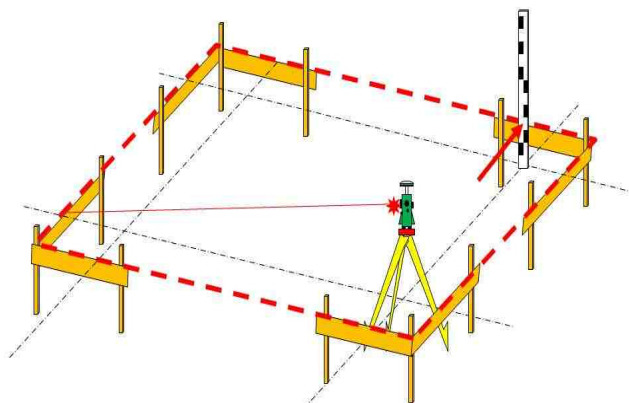






Rys. 38. zasady wytyczania obiektów w terenie

Proces tyczenia polega na wykonaniu drewnianych stempli - 2 pali, na których wyznacza się punkty wysokościowe (najczęściej gwoździami) określające poziom posadowienia posadzki parteru budynku. Gwoździe przybijają się do poziomej deski mocowanej do słupków zwanej ławą drutową albo ławą geodezyjną. Poziom posadowienia parteru (p.p.p.) Wyznacza się za pomocą niwelatora i łąty geodezyjnej nawiązując się do reperów.



Rys. 39. wyznaczanie poziomu posadowienia parteru (p.p.p.)

Na poziomej desce wyznacza się przebieg osi za pomocą wbitego gwoździa i oznaczenia symbolu osi zgodnego ze szkicem. Wtedy pomiędzy wbitymi gwoździami prowadzimy sznurek wyznaczający osie konstrukcyjne obiektu (tzw nitka, albo żyłka). Położenie osi wyznaczamy za pomocą tachimetru i lustra geodezyjnego (dawniej teodolit i taśma).

Takie wytyczenie budynku jest trwałe, aż do zakończenia budowy.

Tyczenie geodeta poświadcza odpowiednim wpisem do dziennika budowy, a szkic załącza do dziennika budowy



Zdj. 33, 34, 35. tyczenie obiektu w terenie  
Obsługa geodezyjna montażu hali (majster, technik budowy wyposażeni w tachimetr (teodolit), niwelator z łąką)

Warunek: wytyczone i zabetonowane stopy wraz z kotwami;

1. Po zabetonowaniu stóp fundamentowych majster, przy pomocy niwelatora określa rzędne wierzchu stóp fundamentowych.
2. Na najwyższej zabetonowanej stopie, ustala grubość podlewki pod blachę stopowa słupa (np. 2,0cm)
3. Na najwyższej zabetonowanej stopie układa zrzynki blach o wysokości 20mm tzw podkładkę centrującą albo pakiet centrujący). (zaznacza (niweluje) rzędną wierzchu podkładki centrującej)
4. Na pozostałych stopach niweluje rzędne wierzchu podkładek centrujących do poziomu wierzchu podkładki na najwyższej stopie.
5. W ten sposób uzyskano idealne (co do milimetra) posadowienie słupów konstrukcji
6. Następnie montuje się słupy konstrukcji
7. Po zmontowaniu słupów następuje precyzyjnie przeprowadzona rektyfikacja (pionowanie) słupów. Teodolit ustawia się w pobliżu osi słupów, a następnie rektyfikuje się słupy poprzez skręcanie kotew z jednej strony słupa i luzowanie nakrętek kotew z drugiej strony słupa; technik budowy reguluje skręcanie nakrętek i pionowanie słupów patrząc przez obiektyw teodolitu. Proces rektyfikacji słupów kończy się w momencie zgrania się osi słupa z nitką pionową

w obiektywie teodolitu. Teraz można przystąpić do montowania dźwigarów ram hali.

8. Podlewki należy założyć po zmontowaniu całej konstrukcji

W razie konieczności, prowadzony jest monitoring geodezyjny obiektów budowlanych: badanie przemieszczeń, odkształceń, wychyleń od pionu, prostoliniowości konstrukcji, bądź jej elementów itp.

## ZAŁĄCZNIK NR 2

### EUROKODY NA PRZYKŁADZIE PN EN 1991-1-3(4)

#### PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje

Część 1-3: Obciążenie śniegiem

OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM DACHU JEST TRAKTOWANE JAKO ILOCZYN:

1. OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM GRUNTU

(CIĘŻAR POKRYWY ŚNIEŻNEJ NA GRUNCIE )

oraz

2. JEDNEGO LUB KILKU BEZWYMIAROWYCH

WSPÓŁCZYNNIKÓW, KTÓRE UWZGLĘDNIAJĄ:

- ✓ wpływ kształtu dachu,
- ✓ wpływ oddziaływania wiatru,
- ✓ charakterystyki termicznej budynku i rozkład śniegu na nim.

Charakterystyczne obciążenia śniegiem dachu  $s$  (sytuacja trwała i przejściowa) wyznacza się wg wzoru:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

gdzie:

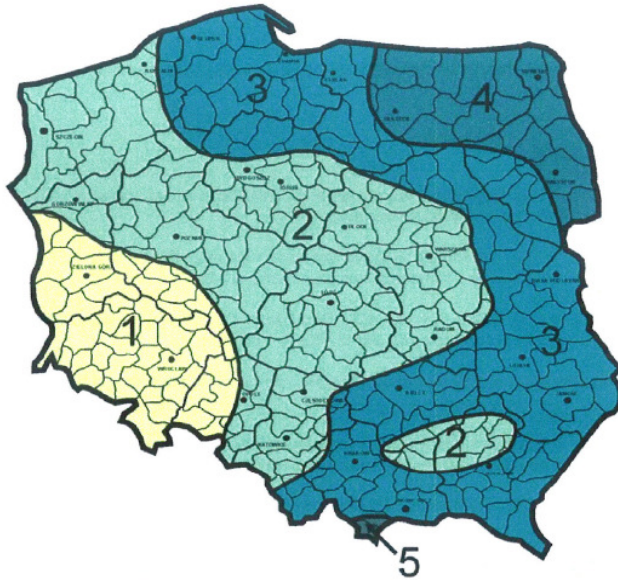
$\mu_i$  - współczynnik kształtu dachu

$C_e$  - współczynnik ekspozycji

$s_k$  - wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu w rozpatrywanym miejscu [kN/m<sup>2</sup>],

$C_t$  - współczynnik termiczny.

**1. WYZNACZENIE STREFY OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM GRUNTU DLA LOKALIZACJI INWESTYCJI WG RYSUNKU NB. 1, ZAŁĄCZNIK KRAJOWY NB.**



Rysunek NB.1– Podział Polski na strefy obciążenia śniegiem gruntu

OLSZTYN – strefa 4

**2. NA PODSTAWIE USTALONEJ STREFY – WYZNACZENIE CHARAKTERYSTYCZNEGO OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM GRUNTU WG TABLICY NB.1 – WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM GRUNTU W POLSCE, ZAŁĄCZNIK KRAJOWY NB.**

Strefa	$s_k, \text{ kN/m}^2$
1	$0,007A - 1,4; \quad s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A - 0,6; \quad s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93\exp(0,00134A); \quad s_k \geq 2,0$

UWAGA: A = Wysokość nad poziomem morza (m)

Dla strefy 4 odczytujemy:  $s_k = 1,6[\text{kN} / \text{m}^2]$ ;



### 3. WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA EKSPOZYCJI $C_e$ NA PODSTAWIE TABLICY 5.1

Współczynnik ekspozycji  $C_e$  Określa zmniejszenie lub zwiększenie obciążenia dachu budynku w stosunku do charakterystycznego obciążenia śniegiem gruntu. Uwzględnia on warunki terenowe i rodzaj otoczenia obiektu. Przy wyborze współczynnika ekspozycji należy rozważyć przyszłe zmiany otoczenia projektowanych budowli.

Tablica 5.1 Zalecane wartości  $C_e$  dla różnych warunków terenowych

Teren	$C_e$
Wystawiony na działanie wiatru <sup>a</sup>	0,8
Normalny <sup>b</sup>	1,0
Ościłnity od wiatru <sup>c</sup>	1,2

<sup>a</sup> *Teren wystawiony na działanie wiatru*: płaskie obszary bez przeszkód, otwarte ze wszystkich stron, bez osłon lub z niewielkimi osłonami uformowanymi przez teren, wyższe budowle lub drzewa.

<sup>b</sup> *Teren normalny*: obszary, na których nie występuje znaczące przenoszenie śniegu przez wiatr na budowle z powodu ukształtowania terenu, innych budowli lub drzew.

<sup>c</sup> *Teren osłnity*: obszary, na których rozpatrywana budowla jest znacznie niższa niż otaczający teren albo otoczona wysokimi drzewami lub wyższymi budowlami.

Dla terenu normalnego  $C_e = 1,0$ ;

### 4. WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA TERMICZNEGO $C_t$

Zmniejsza on obciążenie śniegiem dachu w funkcji strumienia ciepła przenikającego przez dach i wywołującego jego topnienie.

Zmniejszeni obciążenia należy stosować dla dachów o współczynniku przenikania ciepła ( $>1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), w szczególności niektórych dachów krytych szkłem, z powodu topnienia śniegu przez uchodzące ciepło.

$$C_t = 1 - 0,054 \cdot \left(\frac{S_k}{3,5}\right)^{0,25} \cdot \Delta t \cdot \{\sin[57,3 \cdot (0,4 \cdot U - 0,1)]\}^{0,25}$$

- gdzie:
- $s_k$  - wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu w rozpatrywanym miejscu [ $\text{kN/m}^2$ ],
- $\Delta t$  - różnica temperatury [ $^{\circ}\text{C}$ ],  $\Delta t = t_i - 5$
- $U$  - współczynnik przenikania ciepła przegrody dachowej [ $\text{W/M}^2\text{K}$ ].

We wszystkich innych przypadkach przyjmuje się:  $C_t = 1,0$ ;

## 5. WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA KSZTAŁTU DACHU $\mu_i$

WSPÓŁCZYNNIKI TE UWZGLĘDNIAJĄ:

- GEOMETRYCZNE CECHY DACHU,
- ODDZIAŁYWANIE WIATRU,
- UKSZTAŁTOWANIE GEOMETRYCZNE DACHÓW SĄSIEDNICH.

NORMA PODAJE WSPÓŁCZYNNIKI DLA RÓWNOMIERNEGO I NIERÓWNOMIERNEGO OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM DLA WSZYSTKICH TYPÓW DACHÓW Z POMINIĘCIEM WYJĄTKOWYCH ZASP ŚNIEŻNYCH UJĘTYCH W ZAŁĄCZNIKU B.

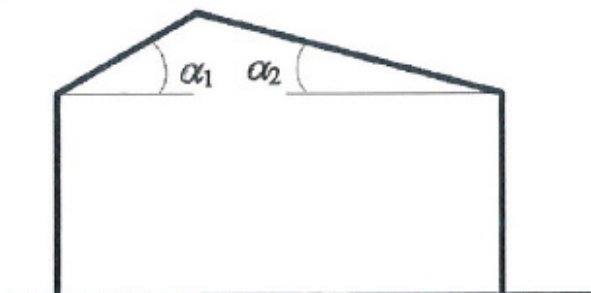
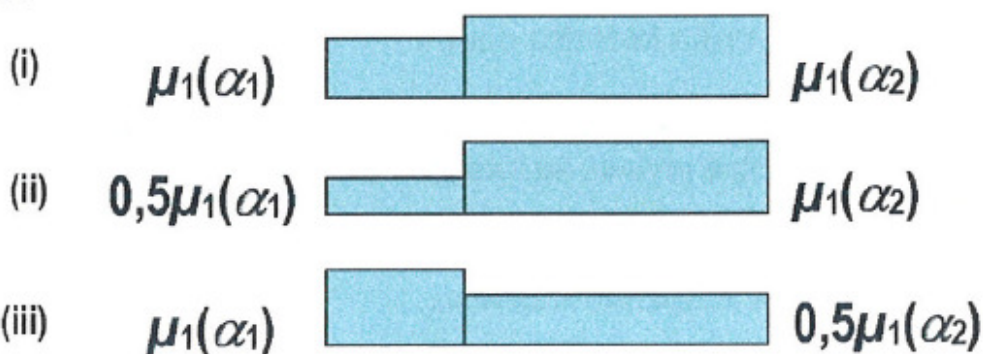
WG PN-EN 1991-1 NALEŻY ROZPATRYWAĆ 3 SCHEMATY OBCIĄŻENIA – RYSUNEK 5.3.

NALEŻY STOSOWAĆ, GDY NIE MA ZABEZPIECZEŃ PRZED ZSUNIĘCIEM ŚNIEGU Z DACHU. W DACHU Z ATTYKĄ LUB BARIERKAMI PRZECIWSNIEŻNYMI NALEŻY PRZYJMOWAĆ  $\mu_i$  NIE MNIEJSZY NIŻ 0,8.

Tablica 5.2: Współczynniki kształtu dachu

Kąt spadku dachu $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

### Przypadek



Rysunek 5.3: Współczynniki kształtu dachu – dachy dwupołaciowe

Wyznaczenie  $\mu_i$  dla nachylenia dachu pod kątem  $\alpha = 40^\circ$

## CHARAKTERYSTYCZNE OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM DACHU $S$ WG WZORU:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

$$s = 0,53 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 0,848 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s = 0,50 \cdot 0,53 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 0,424 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

## OBLICZENIOWE OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM DACHU $S_d$ WG WZORU:

$$S_d = s_k \cdot \gamma_{f,EN}$$

$$\gamma_{f,EN} = 1,5$$

$$s_d = 0,848 \cdot 1,5 = 1,27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_d = 0,424 \cdot 1,5 = 0,64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### **Eurokod 1 : PN- EN 1991-1-4**

### **Oddziaływania na konstrukcje**

### **Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru**

## Dane podstawowe

- Lokalizacja obiektu → strefa wiatrowa, Rys. NA.1

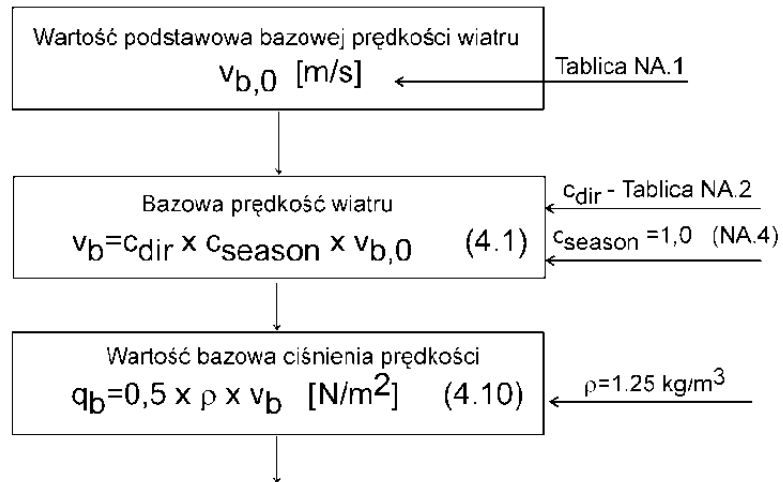


- Kategoria terenu (O, I, II, III, IV), chropowatość terenu → Załącznik A

- Wymiary obiektu, kształt

Kategoria terenu O Morze, obszar brzegowy otwarty na morze.	
Kategoria terenu I Jeziora albo obszary z pomijalnie niewielką roślinnością i bez przeszkód	
Kategoria terenu II Obszary z niską roślinnością, taką jak trawa, oraz pojedynczymi przeszkodami (drzewa, budynki) oddalonymi od siebie na odległość nie mniejszą niż 20 ich wysokości.	
Kategoria terenu III Obszary regularnie pokryte roślinnością albo budynkami lub z pojedynczymi przeszkodami oddalonymi od siebie na odległość nie większą niż 20 ich wysokości (jak wieje, tereny podmiejskie, state lasy).	
Kategoria terenu IV Obszary, na których przynajmniej 15 % powierzchni pokrywają budynki o średniej wysokości przekraczającej 15 m	

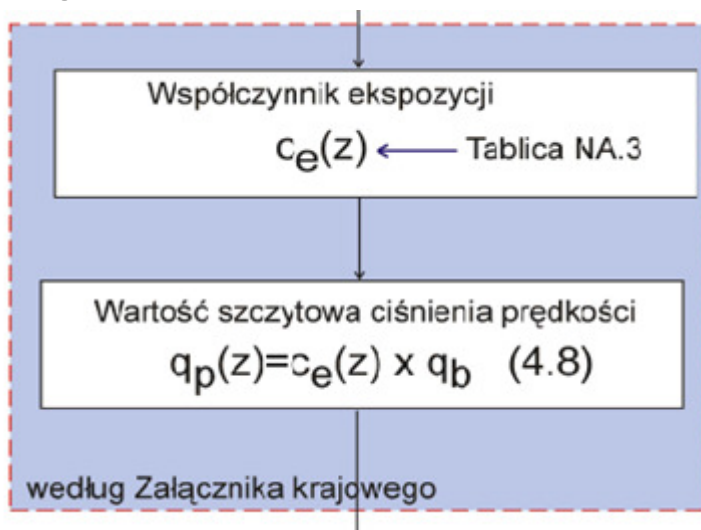
# Krok1



Tablica NB.1. Wartości strefowe podstawowej wartości bazowej prędkości i ciśnienia prędkości wiatru  
a – wysokość nad poziomem morza, m

Strefa	$v_{b,0}$ , m/s	$v_{b,0}$ , m/s	$q_{b,0}$ , kN/m <sup>2</sup>	$q_{b,0}$ , kN/m <sup>2</sup>
	$a \leq 300$ m	$a > 300$ m	$a \leq 300$ m	$a > 300$ m
1	22	$22 \cdot [1 + 0,0006(a - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006(a - 300)]^2$
2	26	26	0,42	0,42
3	22	$22 \cdot [1 + 0,0006(a - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006(a - 300)]^2 \cdot \left[ \frac{20000 - a}{20000 + a} \right]$

# Krok2

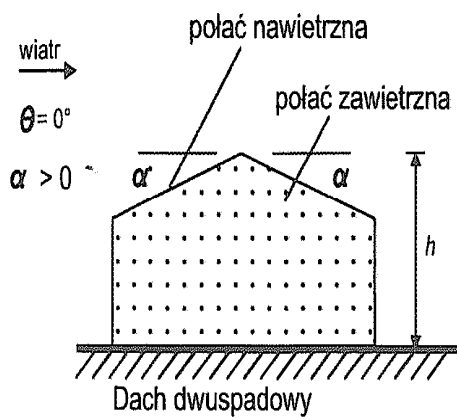
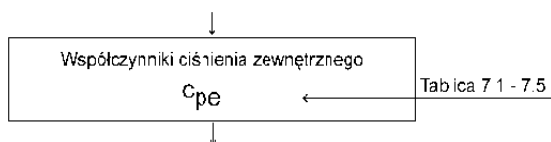




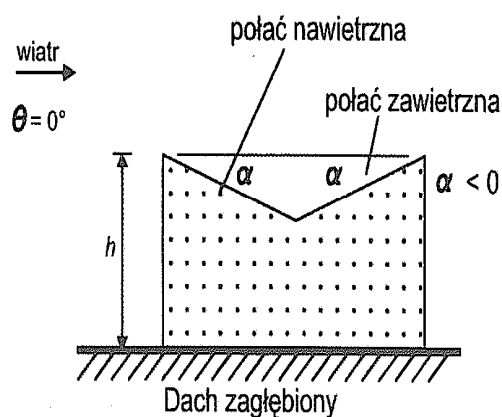
Tablica NB.3. Współczynnik chropowości i współczynnik ekspozycji

Kategoria terenu	$c_r(z)$	$c_e(z)$
0	$1,27 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,11}$	$2,98 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,176}$
I	$1,18 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,13}$	$2,78 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,205}$
II	$\left( \frac{z}{10} \right)^{0,17}$	$2,29 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,265}$
III	$0,81 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,19}$	$1,89 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,26}$
IV	$0,62 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,24}$	$1,47 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,30}$

### Krok 3

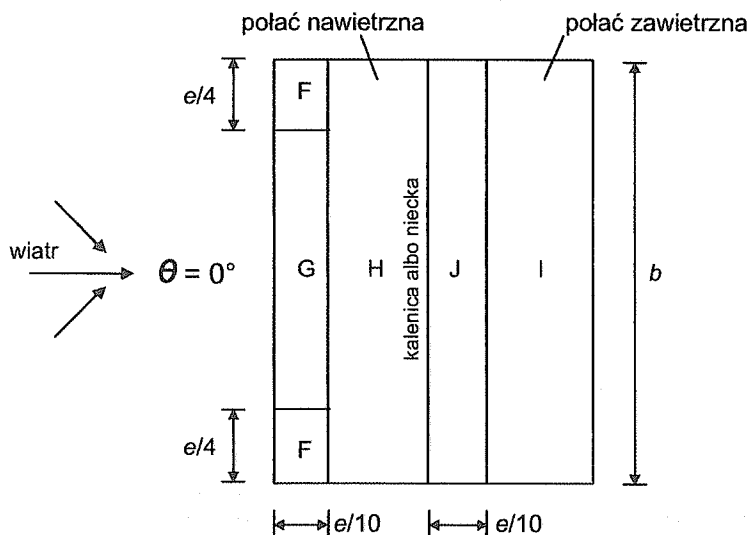


(a) widok z boku



### 7.2.5 Dachy dwuspadowe

- (1) Dach należy podzielić, uwzględniając okapy, na pola pokazane na Rysunku 7.8.
- (2) Należy przyjmować wysokość odniesienia  $z_e$  równą  $h$ .
- (3) Współczynniki ciśnienia dla każdego pola są podane w Tabelicy 7.4.



mniejszy z dwóch  
 $e = b$  albo  $2h$

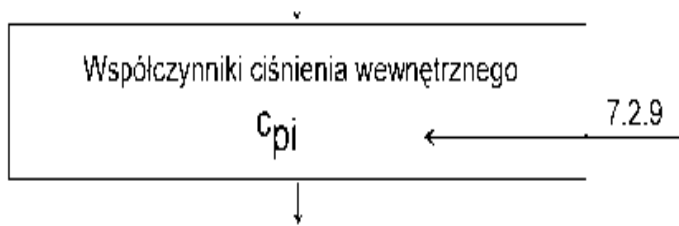
Tabela 7.4a — Współczynniki ciśnienia zewnętrznego dla dachów dwuspadowych

Kąt spadku $\alpha$	Pole dla kierunku wiatru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

UWAGA 1 Przy  $\theta = 0^\circ$ , w zakresie kątów spadku między  $\alpha = -5^\circ$  a  $\alpha = +45^\circ$ , ciśnienie na połaci nawietrznej zmienia się gwałtownie między wartościami dodatnimi i ujemnymi, dlatego podano wartości dodatnie i ujemne. Należy rozważyć cztery przypadki, w których największe albo najmniejsze wartości we wszystkich polach F, G i H są w kombinacji z największymi albo najmniejszymi wartościami w polach I i J. Nie dopuszcza się jednoczesnego przyjmowania wartości dodatnich i ujemnych na tej samej połaci.

UWAGA 2 Dla pośrednich kątów spadku można stosować interpolację liniową między wartościami tego samego znaku. (Nie należy interpolować między  $\alpha = +5^\circ$  a  $\alpha = -5^\circ$ , lecz zastosować dane dla płaskiego dachu podane w 7.2.3). Wartości równe 0,0 są podane dla celów interpolacji.

## Krok 4



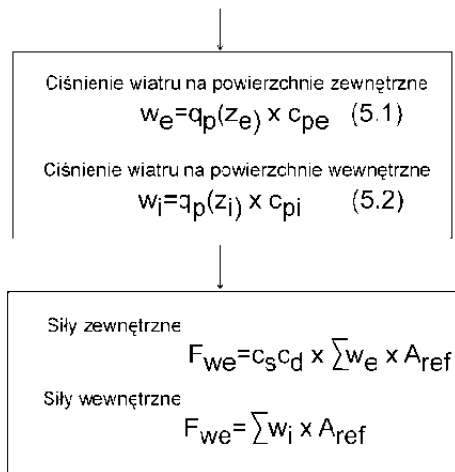
**7.2.9.(1)P** Należy rozpatrywać jednoczesne działanie ciśnienia wewnętrznego i zewnętrznego [...]

**7.2.9.(2)** Współczynnik ciśnienia wewnętrznego  $c_{pi}$ , zależy od rozmiarów i rozmieszczenia otworów w ścianach osłonowych budynku. Jeżeli przynajmniej na dwóch stronach budynku (fasadach albo dachu), całkowite pole otworów wynosi ponad 30% pola każdej z nich, to oddziaływania wiatru nie należy obliczać według zasad podanych w niniejszym rozdziale, lecz zamiast nich należy stosować zasady podane w 7.3 (wiaty) i 7.4 (ściany wolno stojące i attyki).

**7.2.9.6 UWAGA 2** Jeżeli w poszczególnym przypadku oszacowanie  $\mu$  nie jest możliwe lub nie jest uważane za uzasadnione, należy wówczas przyjąć bardziej niekorzystną wartość  $c_{pi}$  z dwóch: +0,2 albo -0,3.

7

## Krok 5

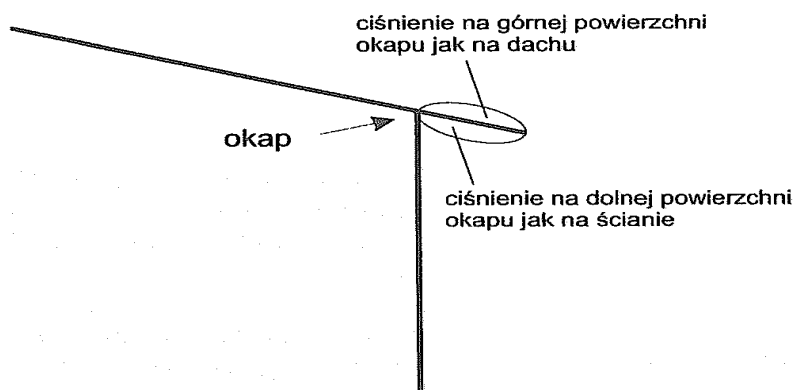


$q_p(z_e)$  wartość szczytowa ciśnienia prędkości

$z_e$  wysokość odniesienia dla ciśnienia zewnętrznego, według Rozdziału 7

$c_{pe}$  współczynnik ciśnienia zewnętrznego, według Rozdziału 7

(3) W przypadku wystających części dachu, ciśnienie pod okapem, w jego narożnikach, jest równe ciśnieniu na ścianie w bezpośrednim sąsiedztwie wystającego dachu; ciśnienie na górnej stronie okapu jest równe ciśnieniu na dachu w tej strefie.



**Rysunek 7.3 — Ilustracja rozkładu ciśnienia na okapie**

- (3) Ciśnienie sumaryczne (netto), działające na ścianę, dach lub element, jest różnicą algebraiczną między wartościami ciśnienia po obu stronach przegrody. Parcie, skierowane ku powierzchni, jest przyjmowane jako dodatnie, a ssanie, skierowane od powierzchni, jako ujemne. Przykłady są podane na Rysunku 5.1.



Zdj. 36. Przykład „wysiania” przez wiatr ściany szczytowej [własne]

## Literatura:

- [1] internet
- [2] W. Poniż; J. Nechay „Podręcznik Budowlany” Trzaska, Evert, Michalski Warszawa 1949
- [3] P. Pawłowski „Budownictwo Ogólne” Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa 1979
- [4] W. Żenczykowski „Budownictwo Ogólne” Arkady Warszawa 1990
- [5] Praca zbiorowa „Poradnik Majstra Budowlanego” Arkady Warszawa 1979
- [6] Mariusz Saferna Sebastian Kaszuba BETOTECH Sp. z o.o Nowoczesne kierunki w technologii betonu
- [7] A.M. Neville „Właściwości betonu” Kraków 2000
- [8] J. Jasiczak, A. Wdowska, T. Rudnicki „Betony ultrawysokowartościowe: właściwości, technologie, zastosowania”
- [9] W. Żenczykowski, Budownictwo ogólne, t.1: Materiały i wyroby budowlane. Arkady, Warszawa 1976.
- [10] W. Grabowski, Naturalne materiały kamienne, Budownictwo ogólne, t.1,
- [11] Materiały i wyroby budowlane, red. B. Stefańczyk. Arkady, Warszawa 2005.
- [12] E. Osiecka, Materiały budowlane, Kamień – ceramika – szkło. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [13] E. Osiecka, Materiały budowlane, Spoiwa mineralne – kruszywa. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [14] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane. (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414); z tekstem jednolitym wg Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 listopada 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane. (Dz. U. 2003 nr 207 poz. 2016);
- [15] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r.o wyrobach budowlanych (na podst. Dz. U. z 2004 r. Nr 92. poz. 881);
- [16] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie określenia polskich jednostek organizacyjnych upoważnionych do wydawania europejskich aprobat technicznych, zakresu i formy aprobat oraz trybu ich udzielania, uchylecia lub zmiany; (Dz. U. z dnia 12 grudnia 2002 r.) Dz.U.02.209.1780
- [17] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r.w sprawie systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich oznaczania znakowaniem CE, (nieobowiązujący) (Dz. U. z dnia 12 grudnia 2002 r.) – Dz.u.02.209.1779
- [18] Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. z dnia 11 października 2002 r.) – Dz.U.02.169.1386
- [19] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z dnia 7 października 2002 r.) – Dz.U.02.166.1360;
- [20] „Budownictwo ogólne – materiały i wyroby budowlane”, tom 1, ARKADY 2005 r.