



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Materiały dydaktyczne

BUDOWNICTWO OGÓLNE I

Spis treści:

- 1. Budownictwo tradycyjne. Proces projektowania budynków.*
- 2. Elementy i ustroje budynków. Układy konstrukcyjne.*
- 3. Elementy konstrukcyjne budynków wykonywanych metodami tradycyjnymi. Dachy strome*
- 4. Obciążenia w budynkach. Kombinacje obciążeń.*
- 5. Obciążenia zmienne. Obciążenia wiatrem i śniegiem.*
- 6. Nowoczesne konstrukcje budynków mieszkalnych. Wykorzystanie innowacyjnych technologii wpływających na energooszczędność budynków. Przegrody o wysokiej izolacyjności cieplnej.*
- 7. Projektowanie cyrkularne budynków mieszkalnych. Budownictwo zrównoważone. Metoda LCA. Certyfikacja BREEAM. Obowiązki uczestników procesu budowy w kontekście budownictwa zrównoważonego.*

Opracowanie: dr inż.. Marta Mazewska

Łomża, 30.11.2024



1. Budownictwo tradycyjne. Proces projektowania budynków.

Pojęcie „budownictwa tradycyjnego” odnosi się do budynków o konstrukcji murowanej, wznoszonych metodami tradycyjnymi, rzemieślniczymi z niewielkich elementów. Budownictwo tradycyjne jest nadal powszechną metodą stosowaną do budowy budynków mieszkalnych jednorodzinnych oraz innych budynków o niewielkich gabarytach.

Pierwszym etapem projektowania każdego budynku są prace koncepcyjne. Proces tworzenia koncepcji budynku oparty jest na analizie szeregu danych. O formie projektowanego obiektu decydować będą m.in.:

- wytyczne urbanistyczne zawarte w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego lub decyzjach o warunkach zabudowy,
- architektura otaczających budynków,
- koszty budowy oraz eksploatacji budynku,
- rodzaj podłoża gruntowego,
- funkcja budynku i wymagania użytkowników,
- ochrona otaczającego środowiska.

Po opracowaniu koncepcji, przystąpić można do dalszych prac, obejmujących optymalizację konstrukcji (m.in. obliczenia wytrzymałościowe), dopracowanie układów funkcjonalnych oraz zapewnienie ochrony cieplnej i pożarowej.

Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego*, projekt budowlany składa się z trzech części: projektu zagospodarowania terenu, projektu architektoniczno – budowlanego oraz projektu technicznego. W projekcie zagospodarowania terenu pokazuje się lokalizację obiektu w terenie, położenie wysokościowe oraz infrastrukturę towarzyszącą. Projekt architektoniczno-budowlany zawiera dane związane z architekturą obiektu, natomiast projekt techniczny obejmuje projekty branżowe (m.in. projekt konstrukcji, instalacji wodociągowej, centralnego ogrzewania itd.). Nieodłącznym elementem opracowania projektowego jest charakterystyka energetyczna budynku.

Budynki mieszkalne, ze względu na swoją funkcję, składają się z określonych pomieszczeń: pokoju dziennego, jadalni, kuchni lub aneksu kuchennego, łazienki, pokoiów i sypialni, a także dodatkowo pomieszczeń gospodarczych, kotłowni, pralni, spiżarni, pomieszczenia garażowego, wiatrołapu, klatki schodowej, pomieszczeń piwnicy itp., które mają zapewniać komfort i wygodę użytkownikom. Podczas projektowania budynku mieszkalnego należy kierować się zasadami mającymi na celu zapewnienie funkcjonalności obiektu. Wejście główne do budynku prowadzi na ogół do wiatrołapu, a następnie do części dziennej obejmującej przejście komunikacją wewnętrzną do pokoju dziennego, kuchni, łazienki oraz ewentualnie schodów wewnętrznych. Wiatrołap może także stanowić komunikację z pomieszczeniami gospodarczymi, pralnią czy garażem.

Rozkład pomieszczeń w budynku mieszkalnym zależy w dużej mierze od ilości kondygnacji. W przypadku budynków o większej liczbie kondygnacji, schody wewnętrzne prowadzą na wyższe kondygnacje do strefy nocnej i wypoczynkowej. W budynku o układzie horyzontalnym wszystkie pomieszczenia znajdują się na jednym poziomie (Rys.1). Układ wertykalny oznacza, że w budynku znajduje się więcej kondygnacji połączonych klatką schodową (Rys.2).



Rys. 1 Przykładowy rzut budynku w układzie horyzontalnym (projekt typowy „Dom oszczędny – wariant III”): 1 - wiatrołap, 2- korytarz, 3- WC, 4- pokój dzienny, 5- kuchnia, 6,7,9,10- sypialnia, 8- korytarz, 11-łazienka, 12-kotłownia, 13-garaż, 14- taras

Źródło: projekty.muratorodom.pl

Istotnym zagadnieniem w projektowaniu budynków jest prawidłowe zlokalizowanie pomieszczeń względem kierunków świata. Okna strefy dziennej powinny mieć ekspozycję południową, ewentualnie wschodnią lub zachodnią, natomiast kuchnię oraz strefę gospodarczą lokalizuje się na ogół od strony północnej. Jest to podyktowane nie tylko korzyściami ekonomicznymi wynikającymi z zysków pochodzących od promieniowania słonecznego w bilansie energetycznym budynku, ale także wygodą użytkowania. W kuchni znajduje się wiele urządzeń, które generują ciepło, w związku z tym korzystanie z tego pomieszczenia w przypadku dużej ekspozycji na ciepło od promieniowania słonecznego może być kłopotliwe.



Rys. 2 Przykładowy rzut budynku w układzie wertykalnym (projekt typowy „Rezolutny 3N”);
parter: 1 - wiatrołap, 2- gabinet, 3- hol, 4- pokój dzienny z aneksem kuchennym, 5- spiżarnia, 6-
łazienka, 7- schody zewnętrzne do budynku, 8- taras; poddasze: 1- schody wewnętrzne, 2-
korytarz, 3- pralnia, 4- łazienka, 5,8- sypialnia, 6,7- garderoba

Źródło: *projekty.muratorodom.pl*

2. Elementy i ustroje budynków. Układy konstrukcyjne.

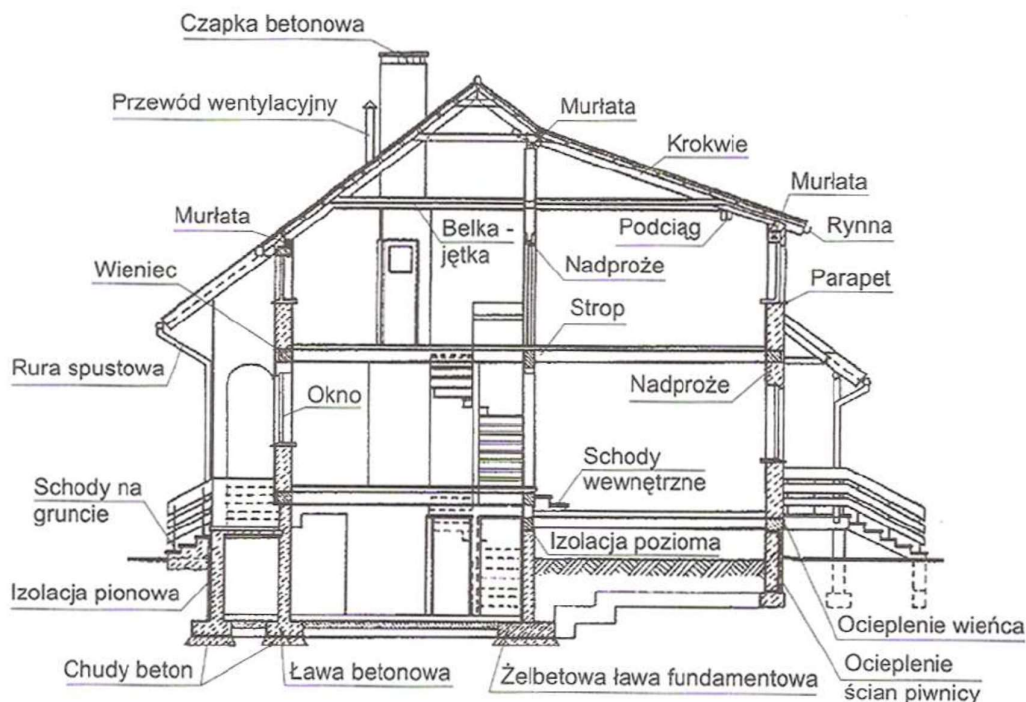
Główne elementy budynków można podzielić na trzy grupy: elementy konstrukcyjne, elementy niekonstrukcyjne i wykończeniowe oraz wyposażenie budynku.



Tab. 1 Elementy budynków

Źródło: opracowanie własne

Elementy konstrukcyjne	Elementy niekonstrukcyjne i wykończeniowe	Wyposażenie budynku
<ul style="list-style-type: none"> • fundamenty, • ściany nośne, • ściany osłonowe, • słupy, belki, podciągi, • stropy, balkony, • wieńce i nadproża, • dachy i stropodachy, • schody zewnętrzne i wewnętrzne, • szyby dźwigowe i kominy 	<ul style="list-style-type: none"> • ściany wypełniające, • ściany działowe, • posadzki, • stolarka okienna i drzwiowa, • tynki, okładziny ścienne itp., • pokrycie dachowe, obróbki blacharskie, • elementy orynnowania, • izolacje (przeciwwodne, przeciwwilgociowe, termiczne, akustyczne). 	<ul style="list-style-type: none"> • instalacje, • urządzenia sanitarne, ciepłownicze, elektryczne, • „biały montaż”, • aparatura kontrolno - pomiarowa

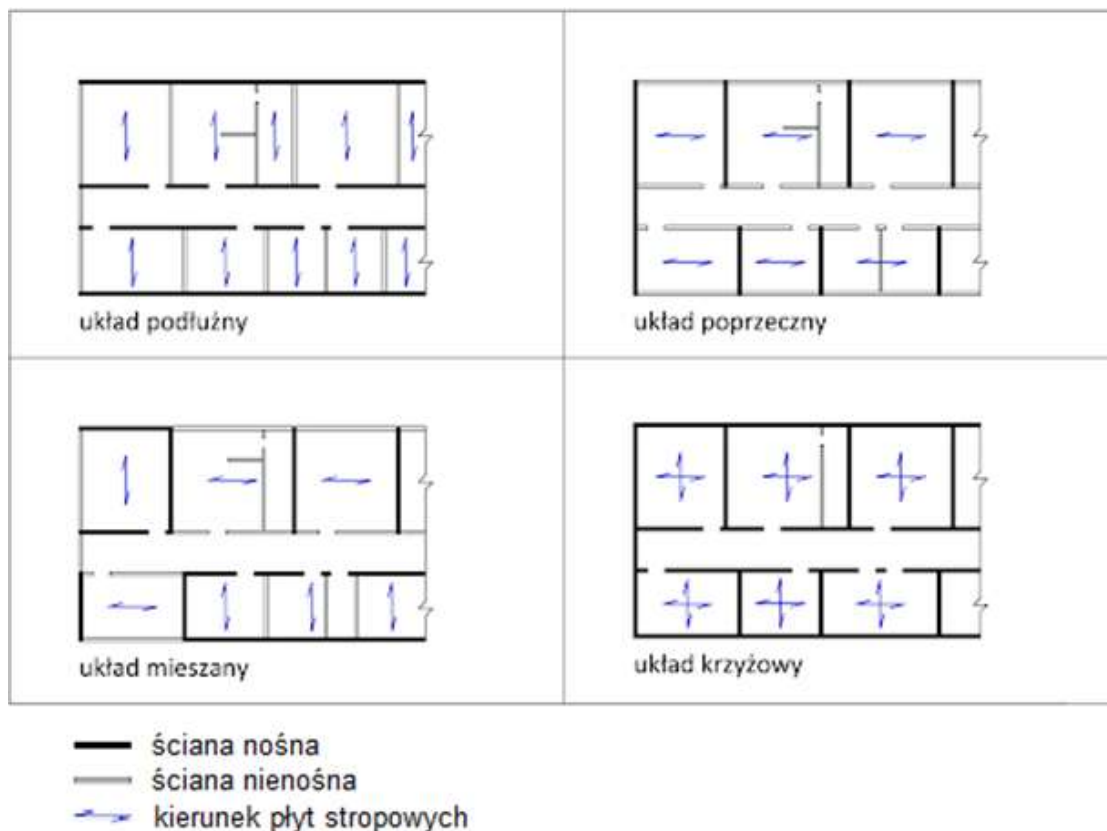


Rys. 3 Elementy budynku wykonanego w konstrukcji tradycyjnej

Źródło: Buczkowski W. i inni: „Budownictwo ogólne – Tom 4 – Konstrukcje budynków”, Warszawa 2009



Ogólna klasyfikacja budynków z uwagi na układ konstrukcyjny obejmuje dwie grupy: budynki o konstrukcji ścianej i o konstrukcji szkieletowej. Budynki o konstrukcji tradycyjnej mają konstrukcję ścianową o układzie podłużnym, poprzecznym, mieszanym lub krzyżowym. W układzie podłużnym ściany nośne są równoległe do osi podłużnej budynku, a stropy rozłożone są prostopadłe do tej osi. W układzie poprzecznym ściany nośne są prostopadłe do osi podłużnej budynku, a stropy rozpięte są równoległe do tej osi. W układzie krzyżowym ściany nośne przebiegają w dwóch kierunkach, a stropy oparte są po obwodzie na tych ścianach. Układ mieszany jest połączeniem układu podłużnego i poprzecznego.



Rys. 4 Układy budynków o konstrukcji ścianej

Źródło: naukabudownictwa.pl

3. Elementy konstrukcyjne budynków wykonywanych metodami tradycyjnymi.

Dachy strome

Fundamenty

Ze względu na sposób przekazywania obciążeń na grunt, można wyróżnić fundamenty pośrednie i bezpośrednie. Do fundamentów bezpośrednich zaliczyć można ławy i stopy fundamentowe oraz płyty fundamentowe czy fundamenty skrzyniowe, natomiast do grupy fundamentów pośrednich – pale fundamentowe oraz fundamenty na studniach.

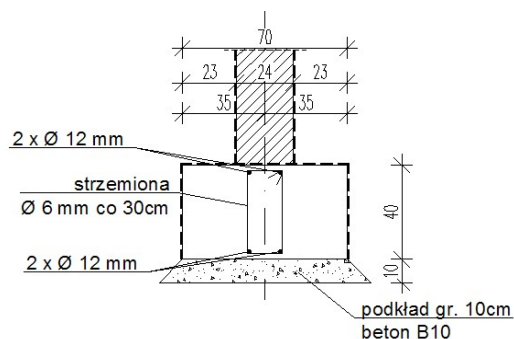
„UPSKILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”

Nr. FERS.01.05-IP.08-0278/23



Wybór rodzaju fundamentu zależy od kilku czynników, przede wszystkim od:

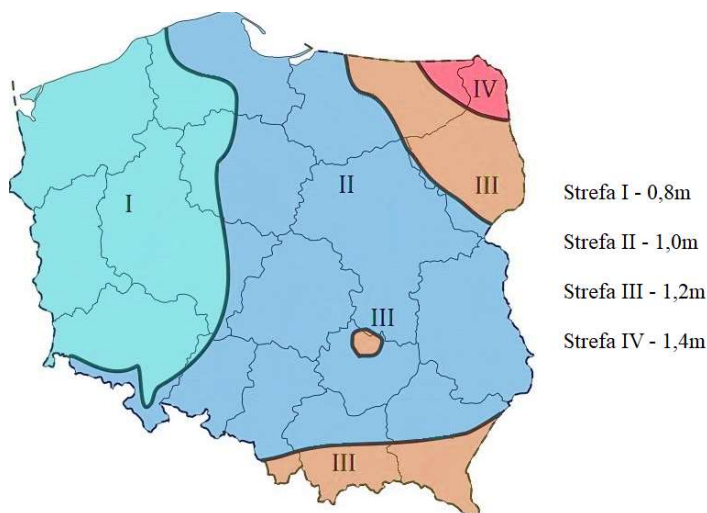
- warunków gruntowo – wodnych,
- rodzaju elementu, który ma być oparty na fundamencie (np. pod ścianą projektuje się łąwę fundamentową, pod słupem – stopę),
- wielkości przenoszonych obciążeń,
- kosztów wykonania poszczególnych wariantów,
- innych korzyści z wyboru danego wariantu (np. zapewnienie szczelności i ciągłości izolacji cieplnej).



Rys. 5 Przekrój przez łąwę fundamentową

Źródło: opracowanie własne

Najczęściej stosowanym rozwiązaniem w przypadku występowania gruntów o dobrej nośności są łąwy i stopy fundamentowe. Decydują o tym niższe w stosunku do innych wariantów koszty i prostota wykonania. Fundamenty powinny być posadawiane na odpowiedniej głębokości. Dla łąw i stóp fundamentowych obowiązująca głębokość posadowienia powinna być zgodna ze strefami przemarzania gruntu na terenie kraju.



Rys. 6 Strefy przemarzania gruntu w Polsce

„UPSKILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”

Nr. FERS.01.05-IP.08-0278/23



Źródło: *technologiebudownictwo.pl*

Ściany

Ściany budynków wykonywanych metodami tradycyjnymi są ścianami murowanymi. Ze względu na ilość warstw można wyróżnić ściany jednowarstwowe, jednowarstwowe z ociepleniem, dwuwarstwowe oraz szczelinowe (ściana szczelinowa posiada dwie warstwy murowane – jak dwuwarstwowa, które rozdzielone są szczeliną powietrzną). Ze względu na przenoszone obciążenia z kolei wyróżnić można ściany nośne, działowe, osłonowe i samonośne.

Dostępny jest szeroki asortyment wykorzystywany do budowy ścian murowanych. Można tu wymienić elementy silikatowe, ceramiczne, z gazobetonu, keramzytowe itp. Istotnymi cechami tych materiałów powinny być: odpowiednia wytrzymałość, dobra izolacyjność cieplna i akustyczna, mała nasiąkliwość (co wiąże się z zapobieganiem podciąganiu kapilarnemu), odporność na korozję, paroprzepuszczalność.

Najbardziej rozpowszechnionym na terenie naszego kraju rozwiązaniem jest budowa ścian zewnętrznych w technologii jednowarstwowej z ociepleniem. Decyduje o tym dobra izolacyjność cieplna takich ścian oraz koszt wykonania.

Stropy

W budownictwie tradycyjnym na ogół stosuje się stropy, których konstrukcję nośną stanowią belki drewniane lub stalowe, stropy monolityczne żelbetowe lub stropy gęstożebrowe typu Teriva lub Akermana.



Rys. 7 Stropy gęstożebrowe

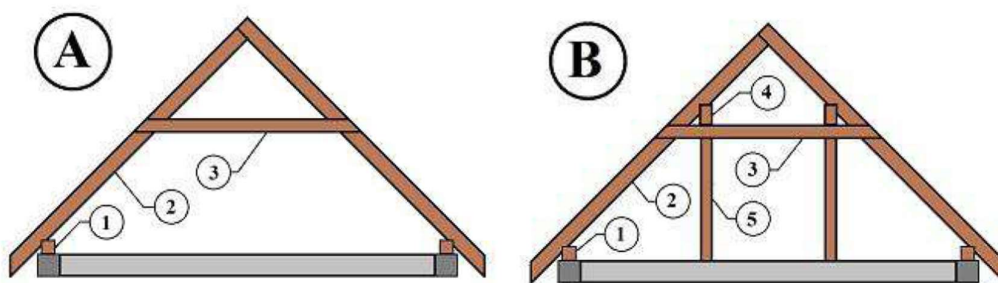


Źródło: *ladnydom.pl*

O wyborze rodzaju stropu w głównej mierze decyduje dostępna dla inwestora technologia wykonania, koszty, izolacyjność akustyczna. Najlepsze właściwości wytrzymałościowe mają stropy żelbetowe monolityczne, jednak ich wykonanie jest pracochłonne i wymaga zastosowania pełnego szalunku. W przypadku stropów Teriva, konieczne jest zastosowanie niewielkiej ilości szalunków i dodatkowych podpór, a znaczną część stropu stanowią elementy prefabrykowane.

Dachy strome. Więżba dachowa

Do wykonywania konstrukcji dachów stromych najczęściej stosuje się więźbę drewnianą rozporową lub bezrozporową, przy czym o wyborze rozwiązania decyduje rozpiętość konstrukcji oraz obciążenia.



Rys. 8 A - schemat więzara więźby rozporowej (krokwiowo - jętkowej), B – schemat więzara więźby bezrozporowej (płatwiowo – kleszczowej); 1- murlata, 2- krokiew, 3- jętka lub kleszcze, 4- płatwie, 5- słup

Źródło: *inzynierbudownictwa.pl*

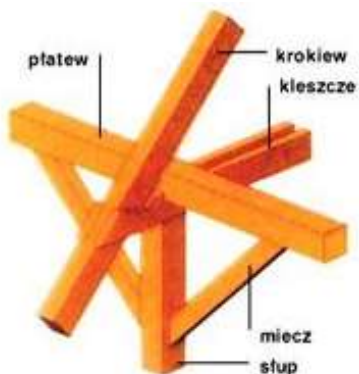
Krokwie to elementy nachylone do poziomu, rozstawione przeważnie co 0,7-1,2m. W więźbie bezrozporowej pracują jako element dwuprzęsłowy o stosunku długości przęsła dolnego do górnego wynoszącym ok. 1:0,6. Płatwie są elementami więźby płatwiowo – kleszczowej zginanymi, opartymi na słupach. Słupy przekazują obciążenia z płatwi na strop lub belki podwalinowe. Miecze są dodatkowymi elementami zapewniającymi sztywność podłużną konstrukcji i łączą słupy z płatwiami. Murlata przekazuje obciążenia z krokwi na ściany budynku.



Zdj. 1 Połączenie krokwi i murlaty

Źródło: inzynierbudownictwa.pl

Szczególną uwagę należy poświęcić prawidłowemu wykonaniu połączeń między poszczególnymi elementami więzara. W przypadku więźby rozporowej w miejscu łączenia krokwi z murlatą występuje duża siła pozioma, którą musi przenieść to połączenie. W przypadku więźby bezrozporowej siła ta jest nieporównywalnie mniejsza. W przypadku więźby rozporowej dużą wagę należy przyłożyć do prawidłowego wykonania połączenia krokiew – kleszcze – płatew – słup.

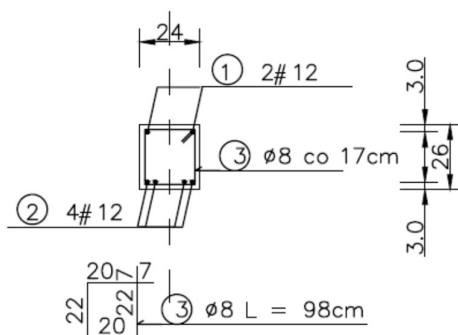


Rys. 9 Schemat połączenia krokiew – kleszcze – płatew – słup w więźbie płatwiowo – kleszczowej

Źródło: dom.pl/konstrukcja-dachu

Nadproża

Zadaniem nadproży (okiennych, drzwiowych) jest przeniesienie obciążeń z elementów znajdujących się ponad otworami w ścianach. Są to belki, które mogą być wykonywane z żelbetu na budowie, z elementów stalowych lub jako prefabrykat z zakładu prefabrykacji. Obecnie dostępny jest duży asortyment prefabrykowanych nadproży ceramicznych czy żelbetowych. Przykładem mogą być popularne belki w kształcie litery L.



Rys. 10 Przekrój przez żelbetową monolityczną belkę nadprożową

Źródło: opracowanie własne

4. Obciążenia w budynkach. Kombinacje obciążeń.

Obciążenie to dowolny układ sił działających na element konstrukcyjny. Siły te mogą wynikać z ciężaru własnego elementu, obciążeń użytkowych czy środowiskowych. Elementy konstrukcyjne projektuje się z uwagi na dwa stany graniczne: stan graniczny nośności (związany ze zniszczeniem konstrukcji - SGN) oraz stany graniczny użytkowości (związany ze spełnieniem wymagań użytkowych i funkcjonalnych - SGU). W trakcie projektowania należy uwzględnić odpowiednie sytuacje obliczeniowe:

- trwałe (związane z okresem trwałości obiektu),
- przejściowe (o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia i czasie znacznie krótszym niż okres użytkowania budowli),
- wyjątkowe (np. pożar),
- sejsmiczne.

Można wyróżnić następujące rodzaje obciążeń:

- stałe
- użytkowe,
- środowiskowe,
- hydrostatyczne,
- wywołane parciem gruntu lub sypkich materiałów,
- wywołane skurczem konstrukcji,
- wywołane przemieszczeniem fundamentów,
- uderowe,
- wywołane pożarem,
- wywołane trzęsieniem ziemi.

Tab. 2 Klasyfikacja obciążeń

Źródło: opracowanie własne



Kierunek działania obciążenia	Zmienność w czasie	Umiejscowienie w przestrzeni	Pochodzenie	Możliwość wywołania przemieszczeń konstrukcji
<ul style="list-style-type: none"> • pionowe (np. ciężar własny), • poziome (np. parcie wody na ścianę fundamentową), • podłużne 	<ul style="list-style-type: none"> • stałe (np. ciężar własny), • zmienne (np. obciążenie śniegiem), • wyjątkowe 	<ul style="list-style-type: none"> • umiejscowione (np. ciężar własny), • nieumiejscowione (np. temperatura) 	<ul style="list-style-type: none"> • bezpośrednie (np. obciążenie śniegiem), • pośrednie (np. skurecz) 	<ul style="list-style-type: none"> • statyczne (np. obciążenie śniegiem), • dynamiczne (np. drgania maszyn), • quasi – statyczne (dynamiczne dające zastąpić się w modelu obliczeniowym równoważnym obciążeniem statycznym).

Obciążenia zmienne to obciążenia występujące w okresie użytkowania w zmiennej wielkości i częstotliwości przez cały okres życia budynku, w przeciwieństwie do obciążeń wyjątkowych, które pojawiają się sporadycznie i trwają krótko w stosunku do okresu życia obiektu. Obciążenia zmienne można podzielić ze względu na długość trwania na: długotrwałe (ciężar urządzeń, ściany działowe, obciążenia magazynowe), w części długotrwałe (obciążenia użytkowe, np. wyposażeniem i ludźmi) oraz krótkotrwałe (obciążenie śniegiem i wiatrem, obciążenia montażowe). Wielkości obciążeń zmiennych użytkowych należy dobierać zgodnie z Kategorią użytkowania obiektów wg PN-EN 1991-1-1. W przypadku budynków mieszkalnych jednorodzinnych zalecana wielkość obciążeń użytkowych równomiernie rozłożonych dla stropów wynosi $2,0 \text{ kN/m}^2$.

Podczas sumowania obciążeń działających na wybrany element konstrukcyjny, zgodnie z wytycznymi norm europejskich, należy zastosować współczynniki redukcyjne. Współczynniki redukcyjne służą do określania charakterystycznych wartości związanych obciążeń zmiennych:

- kombinacyjnych ψ_0 przy sprawdzaniu SGN i nieodwracalnych SGU
- częstych ψ_1 przy sprawdzaniu SGN z uwzględnieniem oddziaływań wyjątkowych i odwracalnych SGU
- quasi-stałych ψ_2 przy sprawdzaniu SGN z uwzględnieniem oddziaływań wyjątkowych i nieodwracalnych SGU.

**Tab. 3** Zalecane wartości współczynników kombinacyjnych.*Źródło: spinter.pl*

Rodzaj oddziaływania		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Obciążenia zmienne w budynkach wg kategorii	A - powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
	B - powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
	C - miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
	D - powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
	E - powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
	F - powierzchnie ruchu pojazdów (pojazdy do 30kN)	0,7	0,7	0,6
	G - powierzchnie ruchu pojazdów (od 30 do 160 kN)	0,7	0,5	0,3
	H - dachy	0,0	0,0	0,0
Obciążenie budynków śniegiem, miejscowości położone na wysokości	H > 1000 m n.p.m.	0,7	0,5	0,2
	H ≤ 1000 m n.p.m.	0,5	0,2	0,0
Obciążenie wiatrem		0,6	0,2	0,0
Temperatura (nie pożarowa) w budynku		0,6	0,5	0,0

W analizie konstrukcji w obrębie SGN (ULS – wg Eurokodu) wymienia się następujące rodzaje stanów granicznych zniszczenia:

- EQU – utrata stanu równowagi statycznej;
- GEO – zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża gruntowego;
- STR – zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenie konstrukcji, względnie elementów konstrukcyjnych, w tym również podstaw fundamentowych, pali, ścian podziemnych;
- UPL – utrata równowagi konstrukcji lub gruntu, spowodowana siłami wyporu wody;
- HYD – pęcznienie wodne, erozja wewnętrzna i przebicie hydrauliczne.

W przypadku fundamentów bezpośrednich do podstawowych SGN zalicza się utratę nośności:

- gruntu pod fundamentem w wyniku jego wyparcia (GEO),
- gruntu pod fundamentem w wyniku ścięcia (GEO),
- przez konstrukcję fundamentu w wyniku działających w nim sił (STR).

**Tab. 4** Przykładowe mnożniki do obciążeń składowych do sprawdzenia stanu granicznego nośności w stanie STR/GEO*Źródło: opracowanie własne na podstawie PN-EN-1991-1-1*

Obciążenia stałe G	Obciążenia zmienne		
	Wiatr W	Śnieg S	Użytkowe Q
1,35	1,5	1,5 $\psi_{0,s}$	1,5 $\psi_{0,Q}$
1,35	1,5 $\psi_{0,w}$	1,5	1,5 $\psi_{0,Q}$
1,35	1,5 $\psi_{0,w}$	1,5 $\psi_{0,s}$	1,5
1	1,5	0	0

5. Obciążenia zmienne. Obciążenia wiatrem i śniegiem.**Obciążenia użytkowe**

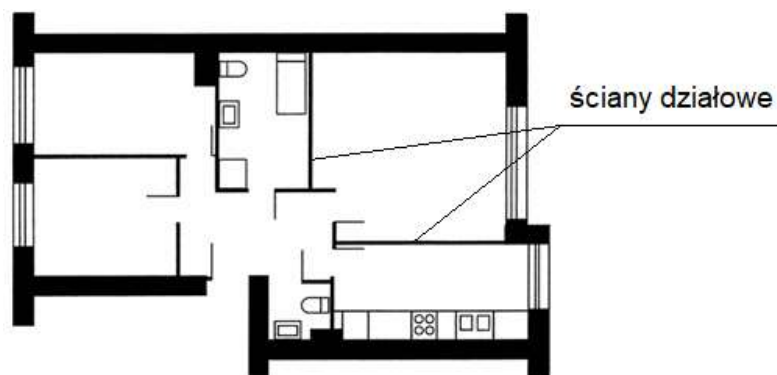
Obciążenia użytkowe zależą od sposobu użytkowania i funkcji budynku. Może to być ciężar ludzi, mebli i wyposażenia, jak w przypadku budynków mieszkalnych czy też regałów z książkami, jak w przypadku biblioteki. Normy europejskie precyzują wielkości obciążeń użytkowych, jakie powinno się przyjmować w zależności od kategorii użytkowania (A-I). Wielkość obciążeń użytkowych dla budynków mieszkalnych pokazano w tabeli poniżej. Wartości zalecane przez Eurokod zostały podkreślone.

Tab. 5 Przykładowe wielkości obciążeń użytkowych*Źródło: opracowanie własne na podstawie PN-EN-1991-1-1*

Kategoria użytkowania	Przykład pomieszczeń	Rodzaj elementu	Obciążenia na m ² [kN/m ²]	Obciążenie skupione [kN]
A – pow. mieszkalne	pokoje w budynkach mieszkalnych, sale chorych w szpitalach, pokoje w hotelach, kuchnie, wc	strop	1,5- <u>2,0</u>	<u>2,0</u> -3,0
		schody	<u>2,0</u> -4,0	<u>2,0</u> -4,0
		balkon	<u>2,5</u> -4,0	<u>2,0</u> -3,0

Obciążenia ściankami działowymi

Funkcją ścian działowych jest wydzielanie powierzchni poszczególnych pomieszczeń. Są to ściany usytuowane we wnętrzu budynku, niepełniące funkcji nośnej.



Rys. 11 Położenie ścian działowych w budynku

Źródło: *inzynerbudownictwa.pl*

W przypadku ścian działowych, których ciężar liniowy nie przekracza 3 kN/m, można przyjmować obciążenia zastępcze w następującej wielkości:

- 0,5 kN/m² dla ścianek o ciężarze <1,0 kN/m,
- 0,8 kN/m² dla ścianek o ciężarze <2,0 kN/m
- 1,2 kN/m² dla ścianek o ciężarze <3,0 kN/m.

Obciążenie śniegiem

Rzeczywiste obciążenie śniegiem zależy od kilku zmiennych:

- czasu zalegania pokrywy śnieżnej,
- lokalizacji i klimatu,
- wielkości promieniowania słonecznego,
- wysokości nad poziomem morza,
- jakości i prawidłowości wykonania izolacji cieplnej.

O wielkości obciążenia śniegiem dachu decyduje wiele czynników, np. lokalizacja budynku, ale także np. jakość ocieplenia dachu. Topnienie pokrywy śnieżnej i ponownie zamrażanie wody, jeśli nie ma ona możliwości odpływu, powoduje zwiększenie ciężaru zalegających pokładów. Należy także mieć na uwadze wpływ wiatru.

W trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej do obliczenia obciążenia śniegiem korzysta się ze wzoru:

$$s = \mu_1 C_e C_t S_k$$

C_e – to współczynnik ekspozycji. Dla terenów otwartych przyjmuje się wartość 0,8; dla terenu, w którym nie następuje przenoszenie śniegu z innych budowli itd. przyjmuje się wartość 1; w przypadku, gdy wokół budynku znajdują się wyższe obiekty lub drzewa, przyjmuje się wartość 1,2,

C_t – to współczynnik termiczny. Dla dachów dobrze izolowanych przyjmuje się wartość 1. Dla dachów słabo ocieplonych, na których występuje z tego powodu topnienie śniegu, oblicza się go „UPSILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”



na podstawie dodatkowych wzorów lub przyjmuje się wartość 1,2 – dla nieogrzewanych i otwartych konstrukcji czy 1,3 – dla np. komór chłodniczych,

μ_l – to współczynnik kształtu dachu. Uwzględnia sposób rozkładu pokrywy.

Tab. 6 Wartości współczynnika kształtu dachu.

Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

Kąt spadku dachu α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$\frac{0,8(60-\alpha)}{30}$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \frac{\alpha}{30}$	1,6	–

Wartość s_k , czyli charakterystyczne obciążenie śniegiem gruntu, zależy od położenia geograficznego obiektu, tj. od strefy, w której się znajduje.

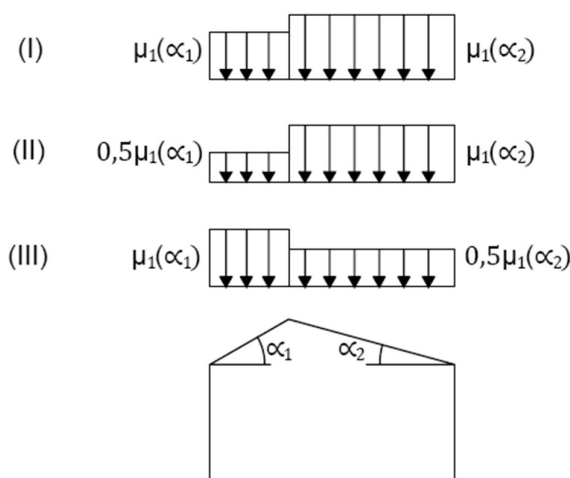


Strefa	$s_k [kN/m^2]$
I	$0,007A - 1,4; \quad s_k \geq 0,70$
II	0,9
III	$0,006A - 0,6; \quad s_k \geq 1,20$
IV	1,6
V	$0,93 \exp(0,00134A); \quad s_k \geq 2,00$

Rys. 12 Podział terenu Polski na strefy śniegowe i przypisane do nich wartości charakterystycznego obciążenia śniegiem gruntu

Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

W zależności od kształtu dachu (jedno-, dwuspadowy itd.) występować będzie jeden lub więcej wariantów obciążenia śniegiem. Przykładowe warianty dla dachu dwuspadowego prezentuje poniższy rysunek.



Rys. 13 Warianty obciążenia śniegiem dla dachu dwuspadowego

Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

Obciążenie wiatrem

Powstawanie, siła i kierunek wiatru zależy od położenia geograficznego regionu, ukształtowania terenu oraz sposobu zagospodarowania. W Polsce występują głównie wiatry o kierunku północno – zachodnim i zachodnim. Poza tym występują też wiatry o charakterze lokalnym, jak tzw. halny w górach oraz bryza na morzem.

Wielkość obciążenia wiatrem zależy, jak w przypadku obciążenia śniegiem, od położenia geograficznego, co ilustruje poniższa mapa.



Rys. 14 Podział terenu Polski na strefy wiatrowe

Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

Punktem wyjścia do obliczeń dotyczących parcia wiatru jest ustalenie wielkości bazowej prędkości wiatru v_b na podstawie wzoru:

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0}$$



c_{dir} – współczynnik kierunkowy zależny od kierunku wiejącego wiatru (w przypadku braku danych przyjmuje się maksymalną wartość 1,0),

c_{season} – współczynnik sezonowy dla danej pory roku (w przypadku braku danych przyjmuje się wartość 1,0).

Wartość $v_{b,0}$ odczytuje się z tablicy umieszczonej poniżej.

Bazowe ciśnienie prędkości wiatru oblicza się ze wzoru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho_{air} \cdot v_b^2$$

ρ_{air} – gęstość powietrza.

Tab. 7 Wartości podstawowej bazowej prędkości wiatru oraz ciśnienia wiatru zgodnie z Eurokodem 1

Źródło: [poradnikinzyniera.pl](http://poradnikinżyniera.pl)





Strefa	$v_{b,0}$ (m/s)	$v_{b,0}$ (m/s)	$q_{b,0}$ (kN/m ²)	$q_{b,0}$ (kN/m ²)
	$A \leq 300$ 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	$0,30 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]^2 \cdot \left[\frac{20000 - A}{20000 + A} \right]$
UWAGA: A – wysokość nad poziomem morza (m)				

Następnie wyznacza się szczytowe ciśnienie prędkości wiatru:

$$q_p = q_b \cdot c_e (z)$$

c_e – współczynnik ekspozycji zależny od kategorii terenu.

**Tab. 8** Kategorie terenu oraz przypisane im wzory na współczynnik ekspozycji*Źródło: opracowanie własne, google.pl/ maps*

Kategoria terenu	Charakterystyka terenu	Przykład	Współczynnik ekspozycji
0	morze, tereny przybrzeżne		$c_e(z) = 3,0 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,17}$
I	jeziora, tereny płaskie bez przeszkód		$c_e(z) = 2,8 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,19}$
II	obszary z niską roślinnością, o pojedynczych przeszkodach oddalonych od siebie na odległość nie mniejszą niż 20 ich wysokości		$c_e(z) = 2,3 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,24}$
III	obszary regularnie poryte budynkami lub roślinnością albo o pojedynczych przeszkodach oddalonych od siebie na odległość równą		$c_e(z) = 1,9 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,26}$



	co najwyżej ich 20 wysokościom		
IV	tereny, których przynajmniej 15% powierzchni jest pokryte budynkami o wysokości przekraczającej 15m		$c_e(z) = 1,5 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,29}$

Cisnienie wiatru działające na powierzchnie wyznacza się ze wzorów:

- zewnętrzne – external:

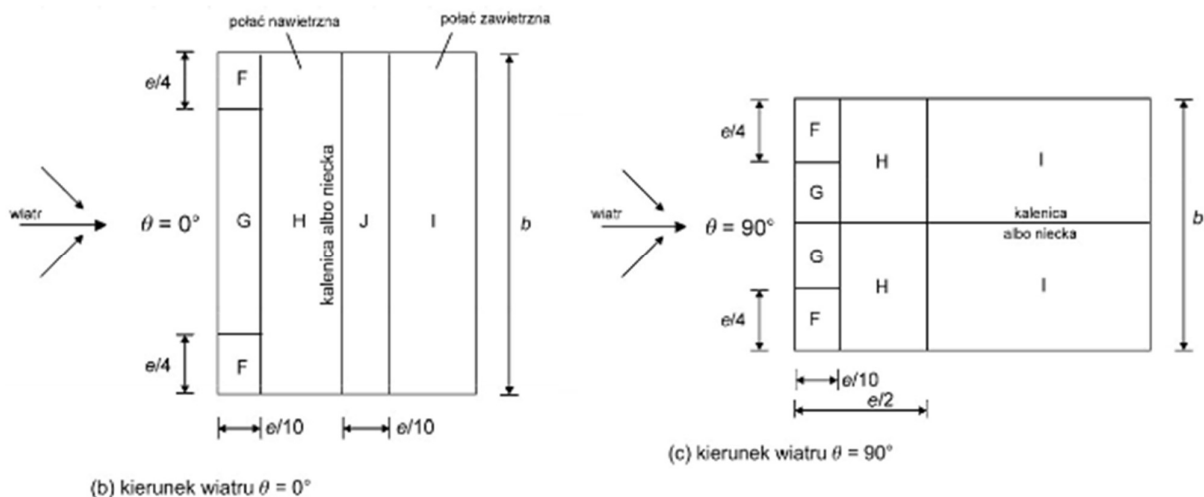
$$w_e = q_p(z_e)c_{pe}$$

- wewnętrzne - internal

$$w_i = q_p(z_i)c_{pi}$$

gdzie c_{pi} oraz c_{pe} to współczynniki zewnętrznego i wewnętrznego ciśnienia.

Współczynniki ciśnienia są bardzo urozmaicone dla różnych typów dachu i jego poszczególnych części. Rozróżnia się współczynniki zależnie od rozmiarów obciążonej powierzchni o polu A. W tablicach norma podaje współczynniki ciśnienia dla $A = 1 \text{ m}^2$ i 10 m^2 jako lokalne c_{pe1} i globalne c_{pe10} . Wartości c_{pe1} są przeznaczone do obliczeń małych elementów i łączników o powierzchni elementu 1 m^2 lub mniejszej.



Rys. 15 Oznaczenie dachów dwuspadowych wg Eurokodu 1

Źródło: [poradnikinzyniera.pl](http://poradnikinżyniera.pl)

**Tab. 9** Wartości współczynnika ciśnienia zewnętrznego dla dachów dwuspadowych wg Eurokodu 1 dla wiatru wiejącego prostopadłe do kalenicyŹródło: *poradnikinżyniera.pl*

Kąt spadku α	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 a ujemnymi, dlatego podano wartości dodatnie i ujemne. Należy rozważyć cztery przypadki, w których największe albo najmniejsze wartości we wszystkich polach F, G i H występują łącznie 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 podano dla celów interpolacji.

Tab. 10 Wartości współczynnika ciśnienia zewnętrznego dla ścian budynków wg Eurokodu 1Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

Pole	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	



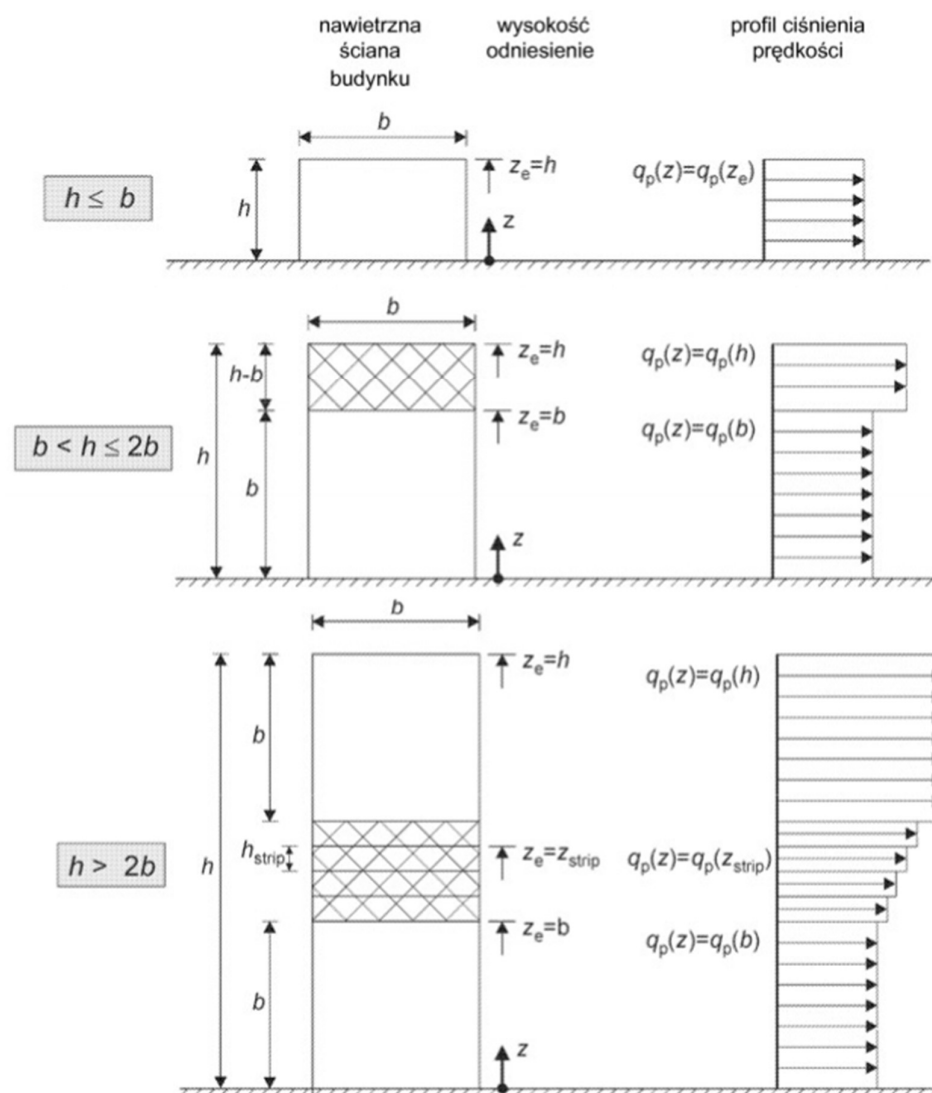
Tab. 11 Wartości współczynnika ciśnienia zewnętrznego dla dachów dwuspadowych wg Eurokodu 1 dla wiatru wiejącego równolegle do kalenicy

Źródło: *poradnikinżyniera.pl*

Kąt spadku α	Pole dla kierunku wiatru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

W przypadku obliczenia oddziaływania wiatru na ściany budynku, wykorzystuje się współczynniki z tabeli nr 10.

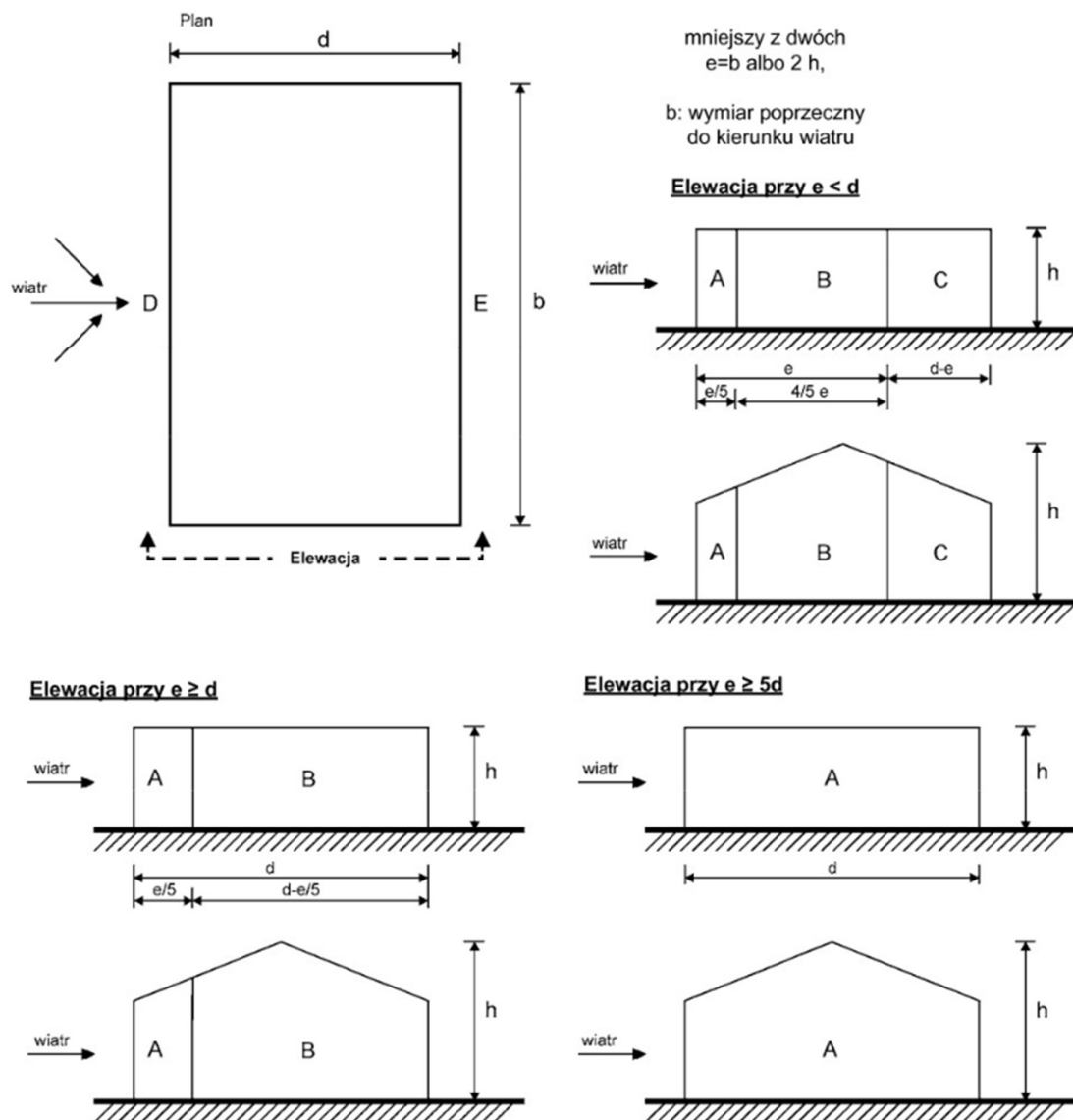
Rozkład ciśnienia prędkości wiatru na ścianę nawietrzną zależy od relacji $b-h$, co przedstawia poniższy rysunek.



Rys. 16 Rozkład ciśnienia prędkości wiatru na ścianę budynku wg Eurokodu 1

Źródło: [poradnikinzyniera.pl](http://poradnikinżyniera.pl)

Z kolei rozkład ciśnienia prędkości wiatru na ściany boczne zmienia się w poziomie w zależności od relacji $d-e$, gdzie d to długość elewacji bocznej, a $e = \min(b, 2h)$.



Rys. 17 Podział bocznej elewacji budynku na sektory wg Eurokodu 1

Źródło: poradnikinżyniera.pl

6. Nowoczesne konstrukcje budynków mieszkalnych. Wykorzystanie innowacyjnych technologii wpływających na energooszczędność budynków. Przegrody o wysokiej izolacyjności cieplnej.

Uzyskanie odpowiednio wysokich parametrów cieplnych budynków i ich elementów możliwe jest m.in. dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii. Budynki pasywne i energooszczędne charakteryzują się określonymi standardami, wymienionymi poniżej.



Budynek energooszczędny:

- ✓ oszczędza energię,
- ✓ aktywnie pozyskuje energię ze źródeł naturalnych – słońca, ziemi i wody,
- ✓ ma zwartą bryłę ograniczającą ilość przegród zewnętrznych i mostków cieplnych,
- ✓ jego zapotrzebowanie na energię wynosi do 70 kWh/(m² /rok) – jeśli jest to budynek mieszkalny jednorodzinny,
- ✓ posiada grubą warstwę izolacji cieplnej (min. 20 cm dla ścian masywnych oraz min. 30 cm dla dachu).

Budynek pasywny:

- ✓ nie posiada aktywnego systemu ogrzewania i klimatyzacji – dom ogrzewa się i wychładza sam,
- ✓ jego zapotrzebowanie na energię wynosi do 15 kWh/m² /rok – jeśli jest to budynek mieszkalny jednorodzinny,
- ✓ łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną na ogrzewanie pomieszczeń, przygotowanie ciepłej wody oraz działanie urządzeń domowego użytku nie może przekraczać 120 kWh/(m²/rok) ,
- ✓ posiada szczelną bryłę - wymóg szczelności w budynku pasywnym określany jest na poziomie $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, oznacza to, że w ciągu godziny przez wszystkie szczeliny domu nie powinna przepłynąć większa ilość powietrza niż wynosząca 60% jego kubatury.

Standard NF40: o Eu_{co} (*) rzędu 40 kWh/m² na rok

Standard NF15: o Eu_{co} rzędu 15 kWh/m² na rok

(*) *wskaźnik zapotrzebowania budynku na energię użytkową do ogrzewania*

Przykładem technologii pozytywnie wpływającej na właściwości energetyczne budynku są panele SIP. Są to prefabrykowane elementy ściennie wykonane z płyt OSB, MDF itp., które stanowią obudowę dla rdzenia wykonanego ze styropianu czy pianki poliuretanowej.



Rys. 18 Panele SIP

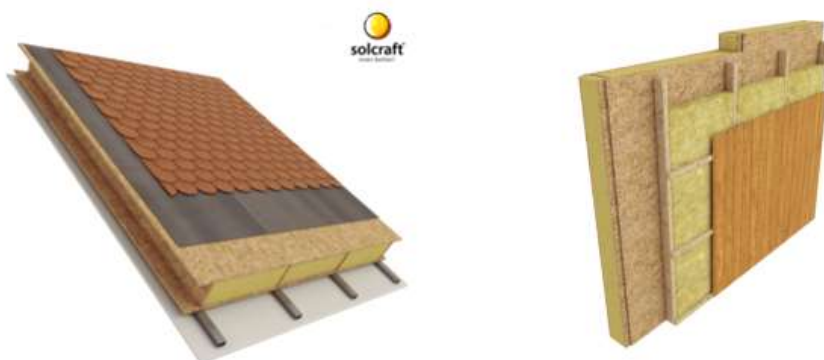
Źródło: solcraft.pl/

Wśród właściwości Paneli SIP wymienić można:

- ✓ dużą wytrzymałość, niewielki ciężar,
- ✓ niski współczynnik przenikania ciepła przegrody,
- ✓ krótki czas budowy.

„UPSKILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”

Nr. FERS.01.05-IP.08-0278/23



Rys. 19 Panele SIP – rozwiązania konstrukcyjne

Źródło: solcraft.pl/

Innym przykładem innowacyjnych rozwiązań może być budowa ścian z szalunków styropianowych i wypełnieniu ich betonem. Do zalet tej technologii zaliczyć można:

- ✓ dużą sztywność ścian,
- ✓ krótszy czas budowy,
- ✓ szczelność izolacji – brak mostków cieplnych,
- ✓ wysoką izolacyjność akustyczną i termiczną.



Zdj. 2 Ściana ze styropianowych bloczków szalunkowych

Źródło: e-sciany.pl/

7. Projektowanie cyrkularne budynków mieszkalnych. Budownictwo zrównoważone. Metoda LCA. Certyfikacja BREEAM. Obowiązki uczestników procesu budowy w kontekście budownictwa zrównoważonego.

Gospodarka o obiegu zamkniętym jest ważnym zagadnieniem w dziedzinie budownictwa, gdyż branża ta zużywa zarówno dużo zasobów, jak też generuje ogromne ilości odpadów. Taki rodzaj gospodarowania najczęściej kojarzony jest z recyklingiem, jednak jest to dużo szersza koncepcja,

„UPSKILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”

Nr. FERS.01.05-IP.08-0278/23



która początkowo obejmowała zasadę 3R (reduce, reuse, recycle), a obecnie 10R (refuse, rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle, recover).

Projektowanie oparte na koncepcji gospodarki cyrkularnej obejmuje:

- ✓ projektowanie wielofunkcyjnych przestrzeni, wykorzystywanie konstrukcji modułowych, przewidywanie możliwości rozbudowy,
- ✓ projektowanie łatwego dostępu do infrastruktury technicznej, aby umożliwić modernizację,
- ✓ projektowanie skupione na zrównoważonym wykorzystaniu zasobów, możliwości wykorzystania całych komponentów,
- ✓ dbanie o obniżenie kosztów konserwacji, napraw, a także długość życia obiektu budowlanego.

Projektowanie cyrkularne w dużym stopniu powinno obejmować myślenie o sposobie zakończenia życia obiektu budowlanego. Najważniejszym pojęciem w tym względzie powinny być: selektywna rozbiórka, która może polegać na rozbiórce małych komponentów, które można następnie wbudować ponownie; zachowanie konstrukcji, a także recykling. W dbaniu o środowisko na etapie zakończenia życia obiektu pomaga stosowanie certyfikowanych i nietoksycznych materiałów budowlanych.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych wprowadza siadym zasadniczych wymogów stawianych konstrukcjom budowlanym. Ostatni dotyczy gospodarki cyrkularnej:

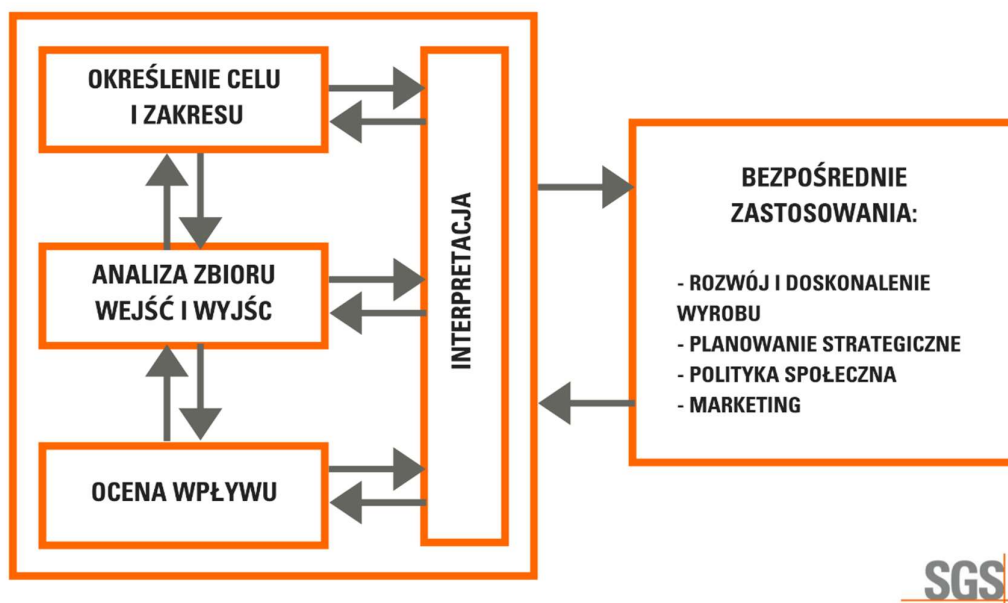
„Budynek musi być zaprojektowany, zbudowany i rozebrany w taki sposób, aby zapewnić zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, a w szczególności:

- a. ponownego użycia lub możliwości recyklingu konstrukcji, materiałów i części składowych po rozbiórce;
- b. żywotność konstrukcji;
- c. wykorzystanie w budownictwie przyjaznych dla środowiska surowców i materiałów wtórnych.”

Zrównoważone budownictwo powinno na każdym etapie inwestycji uwzględniać ochronę środowiska poprzez ograniczenie zużycia materiałów, energii i wody, racjonalizować koszty zapewniając prawidłowe warunki bytowania użytkowników.

Do oceny oddziaływania produktów lub usług na środowisko wykorzystuje się metodę *LCA* (*Life Cycle Assessment*). Metoda ta pozwala na ocenę rzeczywistego wpływu wyrobów na środowisko i wybór najlepszej proekologicznej technologii na wszystkich etapach życia wyrobu.

Każdy budynek, zarówno mieszkalny, jak też usługowy i produkcyjny, może uzyskać certyfikat BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method). Metoda certyfikacji budynków BREEAM została opracowana w 1990 roku w Wielkiej Brytanii. Jest to system oceny mający na celu sprawdzenie wpływu budynku na środowisko w zakresie wielokryterialnym.



Rys. 20 Struktura oceny cyklu życia

Źródło: *sgs.pl*

Wśród wyznaczników branych pod uwagę w certyfikacji wymienić można:

- ✓ zastosowanie materiałów przyjaznych środowisku,
- ✓ zmniejszenie zużycia energii i wody,
- ✓ dbanie o jakość powietrza,
- ✓ racjonalne gospodarowanie odpadami,
- ✓ dobry dostęp do infrastruktury.

Niezależnie od wielkości obiektu, wprowadzanie zasad budownictwa cyrkularnego powinno obejmować wszystkie budynki, również najmniejsze budynki mieszkalne. Działania na rzecz budownictwa zrównoważonego dotyczą wszystkich uczestników procesu budowlanego, a także użytkowników.

Tab. 12 Działania na rzecz budownictwa zrównoważonego

Źródło: *opracowanie własne*

producenci materiałów i wyrobów budowlanych	racjonalna gospodarka surowcami i energią, uzyskiwanie deklaracji środowiskowych dla swoich wyrobów
projektanci	odpowiedzialność za dobór materiałów budowlanych z uwzględnieniem możliwości ich recyklingu
wykonawcy	odpowiedzialność za organizację na placach budowy, zrównoważone wykorzystanie terenów, nowoczesność zastosowanych technologii z uwzględnieniem zmniejszenia

„UPSKILLING - wsparcie studentów i pracowników prowadzących kształcenie na wybranych kierunkach studiów w Międzynarodowej Akademii Nauk Stosowanych w Łomży”

Nr. FERS.01.05-IP.08-0278/23



	zużycia energii i zminimalizowania negatywnego oddziaływania na środowisko w fazie realizacji budowy
użytkownicy	proekologiczne wzorce zachowań, pro-środowiskowy system zarządzania energią, wodą, odpadami, dbałość o utrzymanie odpowiedniego stanu technicznego budynków

W budownictwie mieszkalnym jednorodzinnym wprowadzanie zasad gospodarki cyrkularnej jest niezwykle ważne. Na etapie projektowania obejmuje ono projektowanie budynków energooszczędnych, korzystających z odnawialnych źródeł energii, wykonanych z elementów przyjaznych środowisku, które mogą być ponownie wykorzystane lub poddane recyklingowi. Na etapie wykonywania będzie to np. ograniczanie zużycia wody i energii. Bardzo duża odpowiedzialność spoczywa tu również na samych użytkownikach obiektu, co opisano w tabeli powyżej. Przykład budynku przyjaznego środowisku znajduje się na zdjęciu poniżej. Charakteryzuje się przegrodami o wysokiej izolacyjności i zastosowaniem systemów pozyskujących energię odnawialną.



Zdj. 3 Budynek zeroenergetyczny

Źródło: solace.house/realizacje/



Opracowano na podstawie:

- *Rawska – Skotniczy, „Obciążenia budynków i konstrukcji budowlanych według Eurokodów”*
- *Buczkowski W. i in., „Budownictwo ogólne – Tom 4 – Konstrukcje budynków”*
- *Lichola i in., „Budownictwo ogólne – Tom 3– Elementy budynków. Podstawy projektowania”*
- *Hoła, Pietraszek, Schabowicz, „Obliczanie konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie”*
- *Ustawa Prawo Budowlane*
- *Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego*
- *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*
- *projekty.murator-dom.pl*
- *naukabudownictwa.pl*
- *sgs.pl*
- *poradnikinżyniera.pl*