Właściwości materiałów budowlanych

Uwagi wstępne **2.1**

Wielkości, oznaczenia, jednostki 2.1.1

Podstawowe cechy materiałów budowlanych **2.2**

Struktura wewnętrzna 2.2.1

Właściwości wytrzymałościowe 2.2.2

Odkształcenia 2.2.3

Właściwości z zakresu fizyki budowli 2.2.4

Styropian **2.3**

Produkcja 2.3.1

Właściwości fizyczne 2.3.2

Właściwości chemiczne 2.3.3

Reakcja na ogień 2.3.4

Wymagania fizykomechaniczne 2.3.5

Literatura i normy **2.4**

2.1.1 Uwagi wstępne
Wielkości, oznaczenia, jednostki

Wielkość		oznaczenie	jednostka
masa		m	kg
objętość		V	m^3
gęstość		ρ	kg/m^3
każdorazowo z odpowiednim indeksem uwzględniającym			
pory	p		
materiału szkieletu	sz		
wodę	H		
stan suchy	s		
wilgotność	w		
wilgotność obliczeniową	w,obl		
porowatość		ξ	%
wilgotność masowa		u_m	%
wilgotność objętościowa		u_v	%
siła		F	N
stała siła		F_o	N
powierzchnia przekroju		A	m^2
długość		l	m
zmiany długości		Δl	m
z odpowiednim indeksem dla oznaczenia			
pełzania	p.		
odkształceń elastycznych	e		
termicznych	t		
skurczu/pęcznienia	s/p.		
naprężenie		σ	Pa
odkształcenie		ε	%
wytrzymałość		f	Pa
wytrzymałość na rozciąganie		f_r	Pa
wytrzymałość na ściskanie		f_s	Pa
moduł sprężystości		E	Pa
pełzanie		Φ	-
współczynnik rozszerzalności termicznej		α_T	1/K
skurcz		ε_s	%
pęcznienie		ε_p	%
temperatura		T	°C
zmiany temperatury		ΔT	K
współczynnik przewodzenia ciepła		λ	W/(m·K)
ciepło właściwe		c	J/(kg·K)
współczynnik przepuszczania pary wodnej		δ	kg/(m·Pa·s)
współczynnik oporu dyfuzyjnego		μ	-
opór dyfuzyjny		Z_p	$(m^2 \cdot Pa \cdot s)/kg$
sztywność dynamiczna		s'	MN/m^3

Podstawowe cechy materiałów budowlanych
Struktura wewnętrzna

2.2.1

Gęstość, porowatość, wilgotność

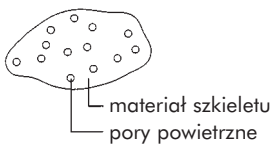
Wielkie znaczenie dla oceny przydatności materiału do konkretnego zastosowania mają informacje o jego strukturze wewnętrznej. Od niej bowiem zależą takie właściwości materiału jak: wytrzymałość, odkształcalność, izolacyjność termiczna itp. Jedną z podstawowych informacji o materiale jest gęstość, określana jako stosunek masy [kg] i objętości [m^3].

$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa}}{\text{objętość}}$$

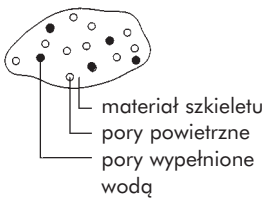
Niezależnie od właściwości fizyczno-chemicznych szkieletu materiału, w przypadku materiałów budowlanych duże znaczenie ma obecność i właściwości porów powietrznych zawartych w materiale. Pory wewnątrz materiału mogą być całkowicie suche, wypełnione wodą częściowo lub całkowicie. Ma to więc wpływ na rzeczywistą masę materiału przy różnych stopniach zawilgocenia i inne właściwości fizyczne →☐ **2.2.1/1**.

2.2.1/1

Masa suchego materiału
m_s, kg



Masa materiału wilgotnego
m_w, kg
$m_{w,obl}$, kg

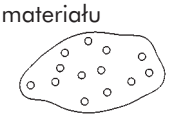


Masa wody w materiale
$m_H = m_w - m_s$, kg

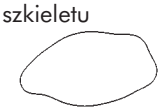
Objętość wody w materiale

$$V_H = \frac{m_H}{\rho_H} \qquad \rho_H = 1000\ \frac{kg}{m^3}$$

Objętość materiału
V



Objętość szkieletu
V_{sz}



Objętość porów

$V_p = V - V_{sz}$

Opis materiału budowlanego, uwzględniający właściwości techniczne i jego stan wilgotnościowy, wymaga wprowadzenia trzech wielkości: gęstości, zarówno materiału suchego jak i materiału zawierającego wilgoć w porach, porowatości, pozwalającej na opis nie tylko ilości ale i struktury porów w materiale oraz wilgotności odnoszonej do masy lub objętości materiału →☐ **2.2.1/2.**

2.2.1/2

gęstość szkieletu materiału	$\rho_{sz} = \frac{m_{sz}}{V_{sz}}$ $\qquad m_{sz} = m_s$
gęstość suchego materiału	$\rho_s = \frac{m_S}{V}$
gęstość materiału wilgotnego	$\rho_w = \frac{m_w}{V}$
gęstość przy wilgotności obliczeniowej	$\rho = \frac{m_{w,obl}}{V}$
porowatość	$\xi = \frac{V_p}{V} = 1 - \frac{\rho_s}{\rho_{sz}}$
wilgotność objętościowa	$u_v = \frac{V_H}{V} = \frac{1}{\rho_H}(\rho_w - \rho_s)$
wilgotność masowa	$u_m = \frac{m_H}{m_s} = \frac{\rho_w}{\rho_s} - 1$
	$u_m = u_v \frac{\rho_H}{\rho_s}$

Wilgotność materiałów już wbudowanych zależy każdorazowo od warunków panujących w otoczeniu, a także od zastosowanej technologii i czasu, jaki minął od ukończenia budowy. Dla celów projektowych można jednak przyjmować przeciętne, potwierdzone badaniami i obserwacjami na obiektach rzeczywistych, wartości wilgotności ustabilizowanej, jaką osiągają materiały w tzw. stanie powietrzno-suchym →☐ **2.2.1/3.**

2.2.1/3

materiał	u_v, %	u_m, %
beton o szczelnej strukturze i kruszywie	5	
beton o szczelnej strukturze i porowatym kruszywie	15	
cegła	1.5	
wapień	5	
gips, anhydryt	2	
styropian	0.075	
zasypki nieorganiczne (perlit, wermikulit)		5
drewno, materiały drewnopochodne		15
organiczne, izolacyjne materiały włókniste		15

2.2.2 Podstawowe cechy materiałów budowlanych
Właściwości wytrzymałościowe

Wytrzymałość, moduł sprężystości

Każde ciało, na które działa niezrównoważona siła, porusza się ruchem przyśpieszonym, z przyspieszeniem zależnym od masy ciała, zgodnie z zależnością:

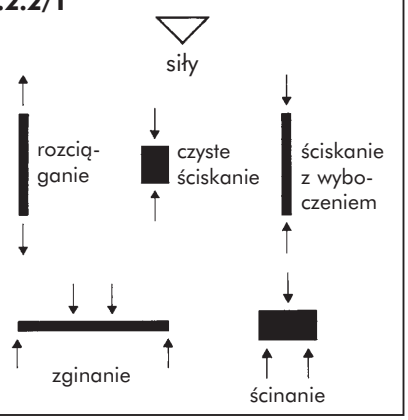
siła = masa · przyśpieszenie

Jednostkowa siła (1 niutona, 1 N) nadaje ciału o jednostkowej masie (1 kg) jednostkowe przyśpieszenie (1 m/s^2).
Szczególnym rodzajem siły jest siła przyciągania ziemskiego (siła ciężkości, ciężar), która nadaje ciału spadającemu swobodnie przyśpieszenie zwane ziemskim. Jeżeli ciało nie może spadać - jest podparte - wywiera na płaszczyznę poziomą nacisk równy swojemu ciężarowi. W technice zwykle przyjmuje się przybliżoną wartość przyśpieszenia ziemskiego, równą 10 m/s^2. Wówczas ciało o masie 1 kg ma ciężar 10 N.

Obecność sił jest w budownictwie związana nie tylko z przyciąganiem ziemskim, ale także z wiatrem, trzęsieniem ziemi i innymi wpływami.

Przyłożenie sił do poszczególnych elementów budynku powoduje powstanie w nich różnorodnych naprężeń, najważniejsze z nich przedstawiono na rys. →☐ **2.2.2/1**.

2.2.2/1



Występujące w elementach budynku stany obciążeń wymagają określenia ich nośności, a także możliwości właściwego użytkowania, a więc konieczne jest sprawdzenie naprężeń i odkształceń.

Do określania właściwości materiałów związanych z nośnością i użytkowaniem służą takie wielkości jak wytrzymałość i moduł sprężystości. Określa się je dla danego materiału na podstawie badań, w których próbka materiału jest poddawana obciążeniom aż do zniszczenia.

Przebieg takiego badania przedstawiono skrótowo poniżej, przykładowy materiał jest w nim poddany ściskaniu/rozciąganiu:

- sporządzenie próbki w kształcie pręta
  długość l, mm
  przekrój A, mm^2
- umieszczenie próbki w maszynie zrywającej
- obciążenie od zera do zerwania
- pomiar siły zrywającej i odkształcenia
  siła F, N
  wydłużenie Δl, mm
- obliczenie naprężeń oraz względnego odkształcenia
  naprężenia

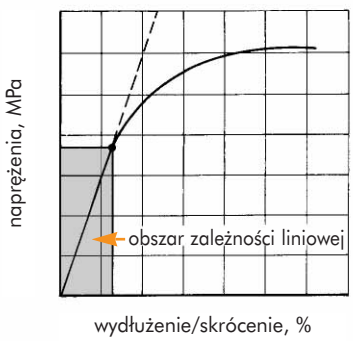
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

wydłużenie/skrócenie względne

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\ \%$$

- przedstawienie zależności pomiędzy naprężeniem a wydłużeniem/skróceniem na wykresie →☐ **2.2.2/2**.

2.2.2/2



Przebieg krzywej na wykresie jest w początkowej fazie liniowy, jest to tzw. obszar prostej proporcjonalności naprężeń i odkształceń, dalej już zależność ma charakter krzywoliniowy.

- wyznaczenie wytrzymałości i obliczenie modułu plastyczności
  wytrzymałość

  f, MPa

Wytrzymałość materiału to największe możliwe naprężenia. Po osiągnięciu takiej wartości naprężeń dochodzi do zniszczenia materiału. Tak więc wytrzymałość odpowiada co do wartości naprężeniom niszczącym. Wartości liczbowe wytrzymałości różnych materiałów na rozciąganie f_r i ściskanie f_s przedstawiono w tabeli →☐ **2.2.2/3**.

2.2.2/3

materiał	f, MPa	
stal	f_r	370 do 690
beton	f_s	5 do 55
mur	f_s	1.5 do 25
drewno iglaste	f_r	80 do 100
styropian	f_r	0.1 do 0.5

moduł sprężystości

E, MPa

Moduł sprężystości jest definiowany jako tangens kąta nachylenia wykresu naprężeń w funkcji odkształceń w obszarze zależności liniowej. Jego wartość liczbowa jest równa ilorazowi naprężeń i odpowiadającej im wartości odkształceń. Moduł sprężystości można interpretować jako opór przeciwko odkształceniom stawiany przez materiał obciążony siłą.

Wartości liczbowe modułu sprężystości różnych materiałów przedstawiono w tabeli →☐ **2.2.2/4**.

2.2.2/4

materiał	E, MPa
stal	$21 \cdot 10^4$
beton	$(2 do 3) \cdot 10^4$
mur	$(0.2 do 1.0) \cdot 10^4$
drewno iglaste ∥	$1.0 \cdot 10^4$
drewno iglaste ⊥	$0.03 \cdot 10^4$
styropian	3.5 do 9.5

Dzięki wprowadzeniu pojęcia modułu sprężystości można w bardzo prosty sposób zapisać, dla zakresu liniowego, zależność pomiędzy naprężeniem i odkształceniem, a mianowicie:

$$\sigma = E \bullet \varepsilon$$

Moduł sprężystości, pełzanie, współczynnik wydłużalności, skurcz/pęcznienie

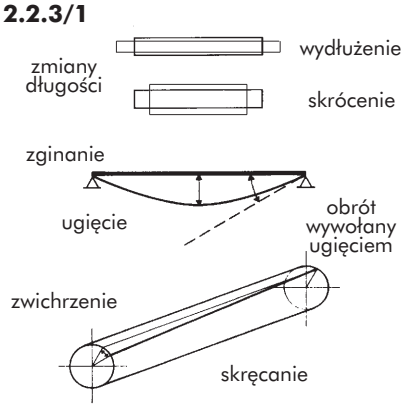
Zmiana wymiarów elementu budynku może być wywołana następującymi przyczynami:
- działaniem sił
- zmianami temperatury
- zmianami wilgotności.

Konstrukcja budynku musi być tak zaprojektowana, aby w wyniku odkształceń poszczególnych elementów nie doszło do ich uszkodzenia, aby mogły one spełniać dalej swoją funkcja użytkową i aby nie doszło do uszkodzenia elementów sąsiadujących.

Jeśli poprzez zabiegi projektowe nie jest możliwe wyeliminowanie przyczyn odkształceń (np. poprzez izolowanie termiczne) to element konstrukcji albo musi mieć swobodę przemieszczania się, albo też konieczne jest przejęcie powstałych sił przez ustrój konstrukcyjny.

Przykłady odkształceń pokazano na rys. →□ **2.2.3/1**.

2.2.3/1



Właściwości materiału, które mają wpływ na odkształcenia pochodzące od siły zewnętrznej, przedstawiono na przykładzie pręta o długości l i pola powierzchni przekroju A.

Odkształcenia sprężyste

Obciążenie użytkowe konstrukcji powoduje powstanie w jej elementach naprężeń i odkształceń. Dla zakresu liniowej zależności odkształceń i naprężeń można zapisać:

$$\sigma = E \bullet \varepsilon$$

jeśli $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ i $\sigma = \frac{F}{A}$ to wzór na zmianę długości pręta w wyniku działania siły F można zapisać w następującej postaci:

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$$

Pozostałe odkształcenia

Oprócz odkształceń sprężystych, przy stałych obciążeniach działających na konstrukcję budynku, powstają w wyniku pełzania materiału także nieodwracalne odkształcenia. Po przyłożeniu obciążenia ich wartość wzrasta początkowo dość szybko, lecz późniejsze zmiany przebiegają już wolno aż do osiągnięcia wartości końcowej.

Wartość odkształceń powstających w wyniku pełzania pod wpływem stałej siły F_o, można wyrazić jako funkcję liniową odkształceń sprężystych:

gdzie Φ to bezwymiarowy współczynnik pełzania.

$$\Delta l_p = \Phi \cdot \frac{F_o \cdot l}{E \cdot A}$$

W tabeli →□ **2.2.3/2** podano wartości współczynnika pełzania dla niektórych materiałów budowlanych.

2.2.3/2

materiał	Φ
metale	0
beton	1 do 3.5
cegła	1 do 1.5
wapienie	1 do 2
beton komórkowy	2 do 2.5
drewno	0.1 do 0.5

Moduł sprężystości, pełzanie, współczynnik wydłużalności, skurcz/pęcznienie (cd.)

Właściwości materiału, które mają wpływ na odkształcenia pochodzące od zmian temperatury i wilgotności, przedstawiono na przykładzie pręta o długości l i powierzchni przekroju A.

Odkształcenia termiczne

Wszystkie części budynku, a zwłaszcza te, które tworzą jego zewnętrzna powłokę, poddane są działaniu zmiennych temperatur otoczenia. Rozkład temperatury w przekroju elementu konstrukcyjnego nie jest równomierny. Decydujące znaczenie dla odkształceń termicznych ma wartość temperatury w środku przekroju.

Wartość odkształcenia pochodzącego od zmiany temperatury ΔT można wyznaczyć na podstawie współczynnika rozszerzalności termicznej materiału α_T:

$$\Delta l_T = \alpha_T \cdot \Delta T \cdot l$$

współczynnik rozszerzalności termicznej

$$\alpha_T, \ \frac{1}{K}, \ \frac{mm}{mm \cdot K}$$

W tabeli →☐ **2.2.3/3** podano wartości współczynnika rozszerzalności termicznej dla niektórych materiałów budowlanych.

2.2.3/3

materiał	$\alpha_T, \ \frac{1}{K}$
stal	$1.1 \cdot 10^{-5}$
aluminium	$2.5 \cdot 10^{-5}$
miedź	$1.6 \cdot 10^{-5}$
cynk	$3.0 \cdot 10^{-5}$
beton	$1.0 \cdot 10^{-5}$
mur	0.5 do $1.0 \cdot 10^{-5}$
drewno	$0.5 \cdot 10^{-5}$
styropian	5 do $7 \cdot 10^{-5}$

Odkształcenia wilgotnościowe

Wahania wilgotności materiałów budowlanych mogą być np. związane z oddawaniem do otoczenia tzw. wilgoci technologicznej, czyli odsychaniem materiału po wbudowaniu, tynkowaniu itp. lub też wynikają one z wahań wilgotności powietrza w otoczeniu materiału. Powstające w wyniku tych wahań odkształcenia nazywane są pęcznieniem lub skurczem.

Wartości odkształceń można obliczyć na podstawie współczynnika skurczu/pęcznienia $\varepsilon_{s/p}$:

$$\Delta l_{s/p} = \varepsilon_{s/p} \cdot l$$

współczynnik skurczu/pęcznienia:

$$\varepsilon_{s/p}, \ ‰$$

W tabeli →☐ **2.2.3/4** podano wartości współczynnika skurczu/pęcznienia dla niektórych materiałów budowlanych.

2.2.3/4

materiał	$\varepsilon_s, \varepsilon_{s/p}$, ‰	
metale	dla suszenia	$\varepsilon_s = 0.2$
cegła		$\varepsilon_s = 0.1$
wapienie		$\varepsilon_s = 0.2$
beton komórkowy		$\varepsilon_s = 0.3$
drewno iglaste radialnie	zmiana wilgotności o 1%	$\varepsilon_{s/p} = 1.2$
drewno iglaste stycznie		$\varepsilon_{s/p} = 2.4$
drewno liściaste radialnie		$\varepsilon_{s/p} = 2.0$
drewno liściaste stycznie		$\varepsilon_{s/p} = 4.0$
styropian	$\varepsilon_{s/p} = 3$ do 5	

Przewodność cieplna, ciepło właściwe, opór dyfuzyjny i sztywność dynamiczna

Współczesne materiały budowlane o wysokiej jakości muszą spełniać wymagania różnej natury. Są to m.in. wymagania odpowiedniej izolacyjności termicznej i akustycznej oraz ochrona przed wilgocią. Będą one dokładniej omówione w rozdziale zatytułowanym Fizyka budowli. Również właściwości materiałów z zakresu fizyki budowli będą szerzej analizowane w poszczególnych podrozdziałach. Obecnie zostaną one przypomniane w celu kompletnego zestawienia „Podstawowych cech materiałów budowlanych".

Pojęcie **przewodzenia ciepła** materiału budowlanego jest niezbędne do opisania strat cieplnych przez przegrody budynku w wyniku przewodzenia ciepła.

Współczynnik przewodzenie ciepła

$$\lambda, \frac{W}{m \cdot K}$$

Przewodzenie ciepła informuje o ilości ciepła, która jest przewodzona przez warstwę materiału o grubości 1 m i przekroju A = 1 m^2, w warunkach różnicy temperatur ΔT = 1 K i w czasie t = 1 s.

Wartość **ciepła właściwego** materiału budowlanego jest natomiast niezbędna do określenia niestacjonarnego przepływu ciepła przez przegrodę.

Ciepło właściwe

$$c, \frac{J}{kg \cdot K} \qquad 1\ J = 1\ W \cdot s$$

Ciepło właściwe to ilość energii cieplnej potrzebnej do podgrzania masy 1 kg materiału o 1 K.

Współczynnik przepuszczania pary wodnej w materiale jest informacją pozwalającą na ocenę strumienia wilgoci jaki jest przenoszony przez przegrodę budowlaną.

Współczynnik przepuszczania pary wodnej

$$\delta, \frac{kg}{m \cdot Pa \cdot s}$$

Współczynnik ten odpowiada ilości wilgoci, w postaci pary wodnej, jaka dyfunduje przez warstwę materiału o grubości 1 m i przekroju A = 1 m^2, przy różnicy ciśnień pary wodnej po obydwu stronach warstwy Δp = 1 Pa i w czasie t = 1 h.

Za pomocą **współczynnika oporu dyfuzyjnego** można wyrazić zdolność

$$\delta = \frac{\delta_0}{\mu}$$

materiału do przepuszczania pary wodnej w porównaniu do przepuszczalności powietrza.

gdzie: δ_0 - współczynnik przepuszczania pary wodnej powietrza

Liczba μ jest nazywana współczynnikiem oporu dyfuzyjnego. Ten sposób określania właściwości materiału jest od dawna powszechnie stosowany w Europie Zachodniej, a obecnie także i w Polsce.

Współczynnik oporu dyfuzyjnego

μ (liczba bezwymiarowa)

Wielkość ta informuje ile razy opór dyfuzyjny materiału jest większy od oporu stawianego przez powietrze.

Sztywność dynamiczna pozwala ocenić właściwości materiału związane z tłumieniem akustycznym dźwięków uderzeniowych.

Sztywność dynamiczna

$$s', \frac{MN}{m^3}$$

Sztywność dynamiczna odpowiada stosunkowi siły działającej prostopadle na jednostkową powierzchnię materiału do wynikowego odkształcenia sprężystego tego materiału pod obciążeniem. Sztywność dynamiczna warstwy izolacji akustycznej w przegrodzie zależy od właściwości użytego materiału (modułu sprężystości) i jego grubości.

Produkcja styropianu

Pozyskiwanie surowca naturalnego

Polistyren, który jest półproduktem w procesie wytwarzania styropianu, produkowany jest na bazie surowców naturalnych. W praktyce, surowcem wyjściowym jest prawie wyłącznie ropa naftowa →□ **2.3.1/1**. W obecności niewielkiej ilości pentanu, jako środka spieniającego, zachodzi zjawisko polimeryzacji i w efekcie otrzymuje się zdolny do ekspandowania polistyren. Monomery surowca wyjściowego tworzą w trakcie tej reakcji długie łańcuchy molekuł. Pentan, środek porotwórczy, jest zamknięty w cząstkach polistyrenu. Polistyren, jako syntetyczny surowiec, ma w postaci handlowej formę twardego, szklistego granulatu o średnicy od 0.2 do 2.5 mm. Jego gęstość nasypowa wynosi ok. 650 kg/m^3, gęstość samego materiału ok.1030 kg/m^3.

Polistyren jest transportowany w specjalnych pojemnikach do zakładów produkujących wyroby styropianowe. Główne etapy produkcji styropianu to: spienianie, sezonowanie i blokowanie.

Spienianie wstępne

Pod hasłem spienianie wstępne rozumiany jest proces zmiękczania granulek surowca poprzez podgrzewanie i związane z tym powiększanie ich objętości wskutek ekspansji środka porotwórczego.
Podgrzewanie surowca syntetycznego i wstępne spienianie odbywa się zwykle przy użyciu pary o temperaturze powyżej 90°C. W trakcie trwającego od 2 do 5 minut spieniania granulki polistyrenu ekspandują, powiększając swoją objętość 15 do 65 razy. Powstają przy tym cząstki pianki o zamkniętej strukturze porów. Przebieg procesu ekspandowania jest wzmacniany poprzez dyfuzję do wnętrza cząstek gorącej pary wodnej. Gęstość nasypowa powstałej w ten sposób pianki jest zależna głównie od czasu trwania spieniania i wynosi od 10 do 45 kg/m^3.

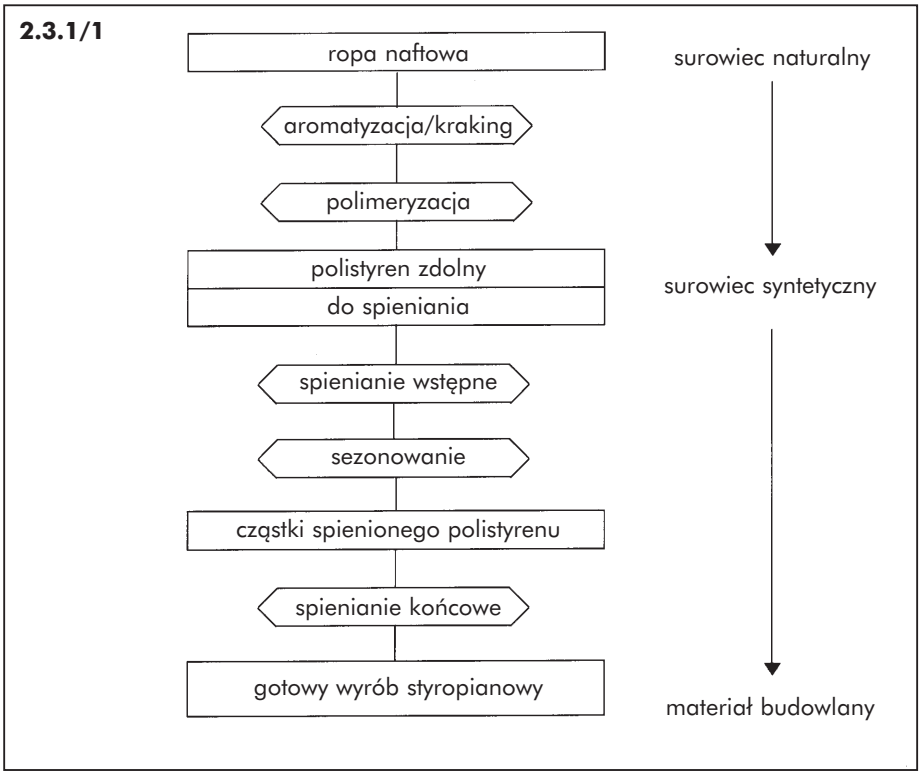
Sezonowanie

Bezpośrednio po spienianiu następuje proces schładzania spienionych cząstek. Resztki środka spieniającego oraz para wodna, która znalazła się w spienionych granulkach kondensują, wytwarzając w ich wnętrzu podciśnienie. Świeże cząstki spienionego polistyrenu przed dalszą obróbką muszą przejść etap sezonowania w przewiewnych silosach. Dzięki wnikaniu do ich wnętrza, w drodze dyfuzji, powietrza uzyskują niezbędną dla dalszych etapów produkcji stabilność.

Wytwarzanie bloków

Aby uzyskać końcowy wyrób styropianowy napełnia się metalową formę, ustabilizowanymi w międzyczasie, cząstkami spienionego polistyrenu. Ponowne doprowadzenie gorącej pary wznawia proces spieniania cząstek, które stają się w tej fazie produkcji plastyczne i lepkie. Poprzez ekspandowanie wolne przestrzenie pomiędzy kulkami są zamykane, a stykające się ze sobą powierzchnie ulegają spieczeniu, tworząc w ten sposób styropianowy wyrób o wymaganym kształcie zewnętrznym.

2.3.1/1



Produkcja płyt styropianowych

Izolacyjne płyty styropianowe produkuje się dziś wg jednej z następujących metod →□ **2.3.1/2**.

Najczęściej spotykanym sposobem jest wytwarzanie dużych bloków styropianowych, a następnie cięcie ich na płyty o odpowiedniej grubości. Granulki spienionego już wstępnie polistyrenu są wsypywane do dużych prostopadłościennych form i spieniane następnie przy użyciu pary wodnej o temperaturze 110°C do 120°C. Po relatywnie krótkim czasie studzenia, bloki styropianu są wyjmowane z form i sezonowane przed ostatnim etapem produkcji. Cięcie bloków na płyty odbywa się przy użyciu urządzeń termiczno-mechanicznych. Dodatkowe profilowanie krawędzi jest realizowane poprzez frezowanie.

Druga z metod produkcji płyt izolacyjnych ze styropianu polega na stosowaniu form do spieniania w kształcie i o rozmiarach końcowego wyrobu. Jej zaletą jest uzyskiwanie wprost z formy gotowego wyrobu, bez np. pracochłonnej obróbki krawędzi. Proces produkcji może tu być w pełni zautomatyzowany.

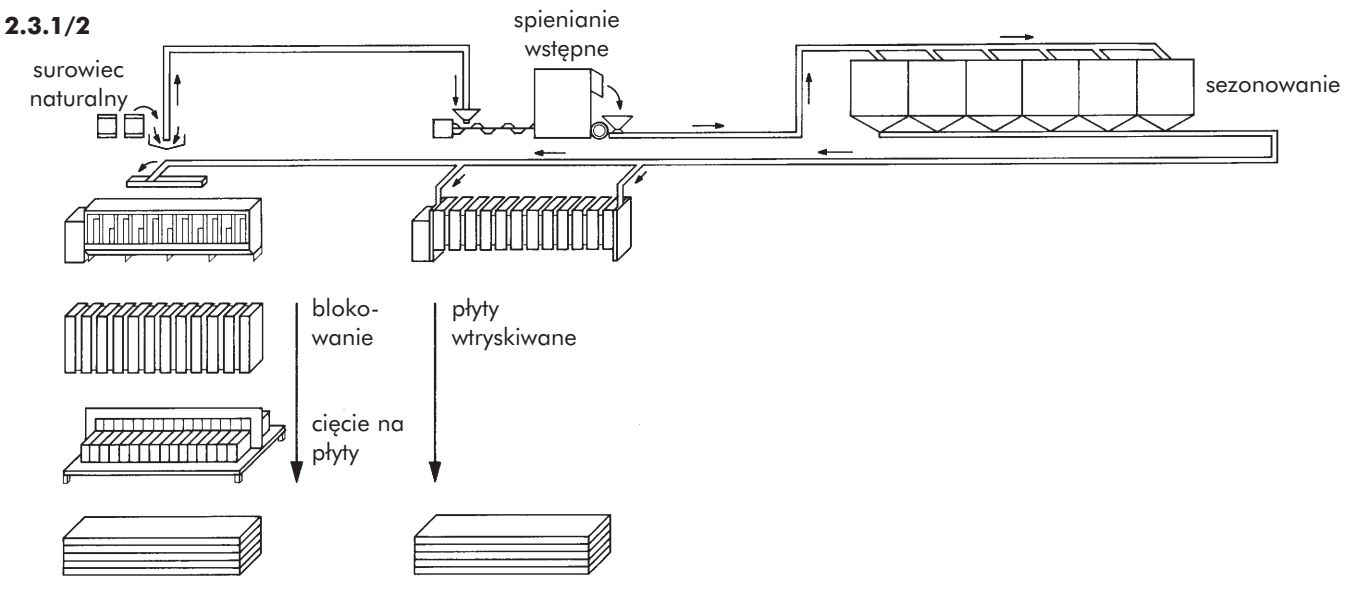
Płyty styropianowe są produkowane głównie jako materiał izolacji termicznej. Mogą one mieć zwykły płaski kształt, ale stosowane są również płyty o specjalnych kształtach, jak np. elementy izolacji i poszycia dachu, płaskie i rolowane płyty z powłoką bitumiczną na stropodachy itp.

Styropianowe płyty izolacji akustycznej, służącej do tłumienia dźwięków uderzeniowych, są poddawane tzw. procesowi elastyfikacji. Polega on na przemiennych cyklach obciążania i odciążania materiału na prasach mechanicznych. Wytworzony w ten sposób materiał posiada jeszcze wystarczającą dla zastosowania wytrzymałość na ściskanie, a jednocześnie obniżoną sztywność dynamiczną. Styropianowa izolacja akustyczna jest stosowana głównie do izolowania podłóg od dźwięków uderzeniowych.

Płyty styropianowe można łatwo pokrywać i łączyć z innymi materiałami budowlanymi. Stosowana jest np., w jednej z metod docieplania budynków, płyta styropianowa zespolona fabrycznie z warstwą supremy. Suprema jest w tym materiale nośnikiem dla tradycyjnego tynku mineralnego.

Spotykana jest również kombinacja płyt styropianowych z płytami gipsowo-kartonowymi. Uzyskany w ten sposób, gotowy do montażu, prefabrykat jest stosowany głównie jako materiał do wewnętrznych dociepleń ścian i stropów. W celu zablokowania dyfuzji pary wodnej pod warstwę wewnętrznego docieplenia, umieścić można pomiędzy płytami warstwę skutecznej paroizolacji. Zespolone płyty gipsowo-styropianowe mają dobre właściwości mechaniczne i przeciwpożarowe.

2.3.1/2

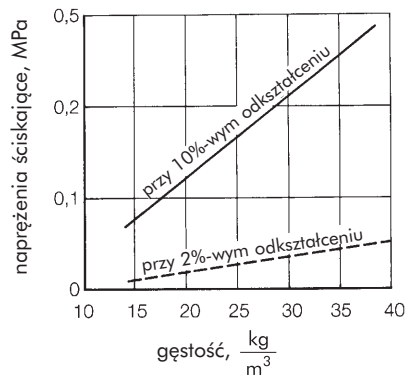


Właściwości mechaniczne

Naprężenia ściskające

Istotną dla użytkownika cechą styropianu jest jego zachowanie przy obciążeniach mechanicznych. Ponieważ styropian jest materiałem elastycznym, to zamiast jego wytrzymałości na ściskanie podaje się wartość naprężenia, przy którym odkształcenie wynosi 10%. Badania materiału należy wykonywać wg normy PN EN 826:1998. Wartość naprężeń ściskających wzrasta wprost proporcjonalnie do gęstości materiału →☐ **2.3.2/1**.

2.3.2/1



Aby jednak nie przekroczyć granicy plastyczności styropianu w warunkach obciążeń długotrwałych, obciążenia dopuszczalne nie powinny powodować odkształceń większych niż 2%.

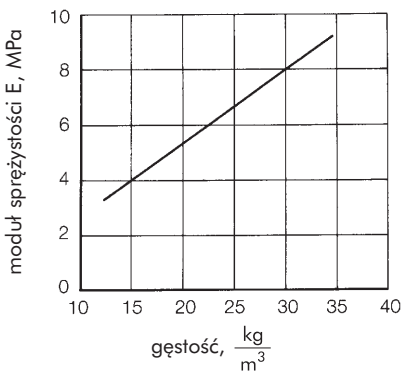
Odkształcenia

Zmiana objętości spienionego polistyrenu jest wywołana skurczem termicznym, jaki ma miejsce podczas schładzania materiału od temperatury spieniania do temperatury otoczenia. W 24 godziny po rozformowaniu wyrobu zmiana jego wymiarów, odniesiona do rozmiarów formy, może sięgać 0,8%. Wielkość skurczu zależy od rodzaju styropianu, jego gęstości i parametrów produkcji. Tego rodzaju skurcz ma miejsce zawsze bezpośrednio po formowaniu i przed dalszą obróbką, dlatego nie wpływa w żaden sposób na jakość gotowego wyrobu. **Trafiający do klienta styropian jest materiałem stabilnym wymiarowo.**

Moduł sprężystości

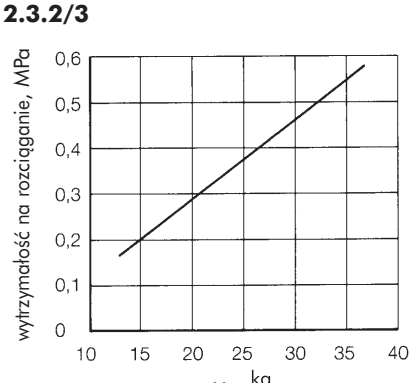
Istotny wpływ na właściwości materiału związane z odkształceniami ma moduł sprężystości E. Tak jak i dopuszczalne naprężenia ściskające, oraz szereg innych właściwości, również i wartość modułu sprężystości jest zależna od gęstości materiału →☐ **2.3.2/2**.

2.3.1/2



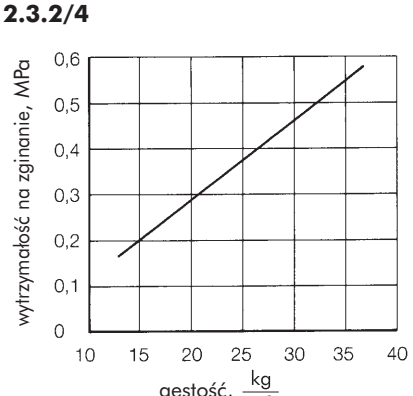
Wytrzymałość na rozciąganie

2.3.2/3



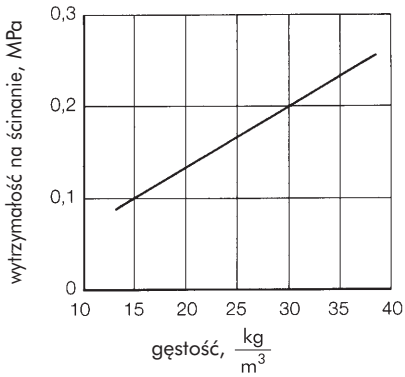
Wytrzymałość na zginanie

2.3.2/4



Wytrzymałość na ścinanie

2.3.2/5



Sztywność dynamiczna

Dla wytłumienia dźwięków uderzeniowych przenoszonych przez stropy międzypiętrowe potrzebna jest miękko-sprężysta warstwa izolacyjna, układana bezpośrednio na stropie konstrukcyjnym. Zwykłe płyty styropianowe do tego celu się nie nadają, ze względu na słabe właściwości elastyczne. Dopiero specjalna obróbka mechaniczna styropianu sprawia, że staje się on znakomitym materiałem do tłumienia dźwięków uderzeniowych. Właściwości izolacji, wyrażane poprzez wartość sztywności dynamicznej, zależą w decydujący sposób od jej grubości (por. rozdział „Ochrona akustyczna")

Przybliżoną zależność pomiędzy sztywnością dynamiczną elastycznego styropianu a grubością płyty pod obciążeniem przedstawiono w tabeli →☐ **2.3.2/6**. Badania sztywności dynamicznej materiałów izolacji akustycznej wykonuje się zgodnie z normą PN ISO 9052-1:1994.

2.3.2/6

kategoria sztywności	grubość pod obciążeniem, mm	sztywność dynamiczna MN/m³
30	15	≤ 30
20	20	≤ 20
15	25	≤ 15
15	30	≤ 15
10	35	≤ 10
10	40	≤ 10

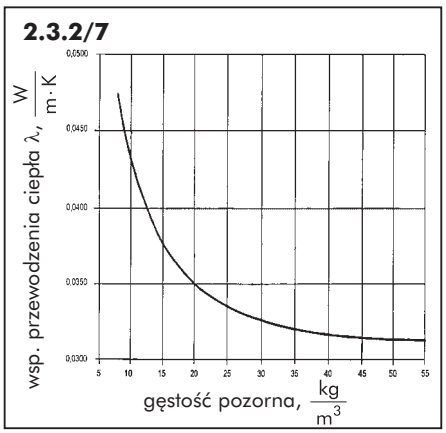
Właściwości termiczne

Przewodzenie ciepła

Najważniejszą cechą styropianu jest jego mały współczynnik przewodzenia ciepła (por. rozdział „Ochrona cieplna"). Znakomite właściwości izolacyjne tego materiału wynikają z faktu, że styropian składa się z ogromnej ilości komórek polistyrenowych wypełnionych powietrzem. Przy porowatości 98%, zdolności izolacyjne materiału są efektem małego przewodzenia ciepła przez powietrze zamknięte w porach materiału.

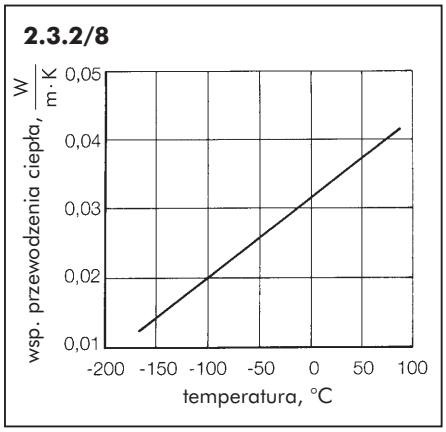
Przewodzenie ciepła materiału zależy od wielu parametrów fizycznych. Zależność przewodności od gęstości pozornej została pokazana na wykresie →☐ **2.3.2/7**. Minimalną przewodność cieplną ma styropian o gęstości ok. 40 kg/m³ i wynosi ona wtedy 0.03 W/(m·K). Do obliczeń z zakresu fizyki budowli przyjmuje się deklarowane przez poszczególnych producentów styropianu wartości współczynnika przewodzenia ciepła. Zawierają się one w przedziale 0.031 do 0.042 W/(m·K), zależnie od odmiany tego materiału. Współczynnik przewodzenia ciepła, wytwarzanego na polski rynek styropianu, nie może przekroczyć wartości maksymalnych podanych w normie PN-B-20132 i wynoszących od 0.036 do 0.042 W/(m·K).

2.3.2/7



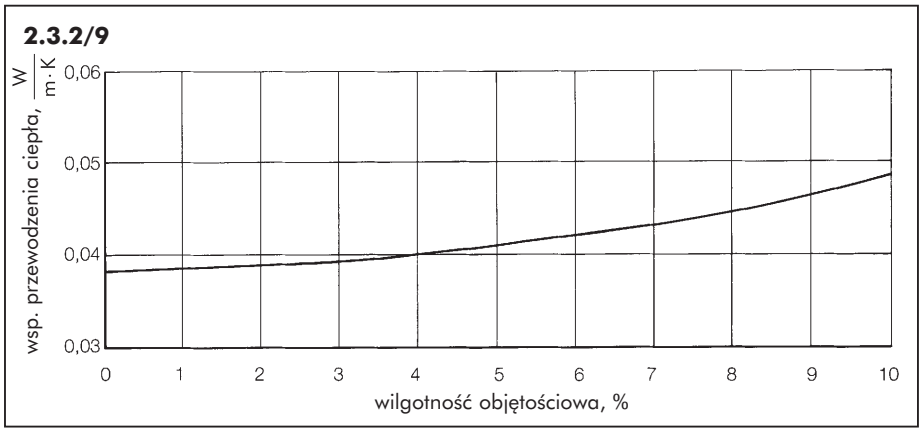
Liniową zależność współczynnika przewodzenia ciepła od temperatury przedstawiono na rys. →☐ **2.3.2/8**.

2.3.2/8



Istotny jest również wpływ wilgotności styropianu na jego przewodność cieplną →☐ **2.3.2/9**. Stosowane do obliczeń projektowych wartości przewodności cieplnej odnoszą się do materiału o wilgotności objętościowej w zakresie od 0.1 do 1.0 %, odpowiadającej typowym wilgotnościom poprawnie wbudowanego w przegrodę materiału.

2.3.2/9



Stałość postaci

Dopuszczalna temperatura w jakiej pracować może styropian zależy, tak jak i dla wszystkich tworzyw termoplastycznych, od kombinacji temperatury i czasu jej trwania. Bez dodatkowych obciążeń, styropian może być przez krótki czas poddawany temperaturze nawet do 100 °C. Dzięki niskiej przewodności cieplnej zasięg wysokich temperatur w warstwie materiału pozostaje niewielki. Jeśli materiał jest obciążony mechanicznie, to dopuszczalna temperatura eksploatacji jest niższa i wynosi, zależnie od gęstości, 75 do 85 °C.

Styropian jest tworzywem, które w zakresie temperatur od -180 °C do +85 °C, nie podlega żadnym zmianom strukturalnym. Dlatego też bez zastrzeżeń może być stosowany również w bardzo niskich temperaturach.

Ciepło właściwe

Do opisu niestacjonarnego przepływu ciepła przez przegrodę, konieczne są informacje o wartościach ciepła właściwego materiałów przegrody (por. rozdział „Ochrona cieplna"). Tak jak w przypadku przewodności cieplnej, duża zawartość powietrza w materiale ma również decydujący wpływ na jego ciepło właściwe.

Ciepło właściwe styropianu wynosi:

$$c = 1500 \ \frac{J}{kg \cdot K}$$

Odporność na działanie wody

Styropian czyli spieniony polistyren, nie jest rozpuszczalny w wodzie, nie ulega pęcznieniu, a zamknięte komórki materiału nie wchłaniają wody. Dostęp wody w głąb struktury materiału jest możliwy tylko w miejscach klejenia poszczególnych granulek. Zawartość wody w strukturze materiału może być określana poprzez wilgotność objętościową styropianu. W miejscach, gdzie może wystąpić okresowe długoterminowe występowanie wody, np. ściany fundamentowe, dachy odwrócone, należy stosować specjalne płyty styropianowe z kategorii „FUNDAMENT", charakteryzujące się wyjątkowo niską nasiąkliwością. Cechę tę bada się zgodnie z normą PN EN 12087:2000 *Określanie nasiąkliwości wodą przy długotrwałym zanurzeniu*. W trakcie badania materiał jest poddawany bardzo rygorystycznej próbie, gdyż przez okres 28 dni jest w pełni zanurzony w wodzie. Styropian EPS P charakteryzuje się bardzo małą nasiąkliwością, a co istotniejsze dla użytkowników, po okresie około miesiąca, kiedy to wyrób osiąga poziom ustabilizowanej wilgotności, nie rośnie ona już dalej nawet przy bardzo długich okresach zanurzenia.

Wzrost wilgotności objętościowej EPS P pokazano na wykresie →☐ **2.3.2/10**.

Tak niewielką nasiąkliwość wodą, od której w znacznym stopniu zależą właściwości termoizolacyjne materiału, styropian zawdzięcza swojej spoistej strukturze.

Opór dyfuzyjny

Istotne dla stanu wilgotnościowego materiału parametry otoczenia to: temperatura powietrza i zawartość pary wodnej.

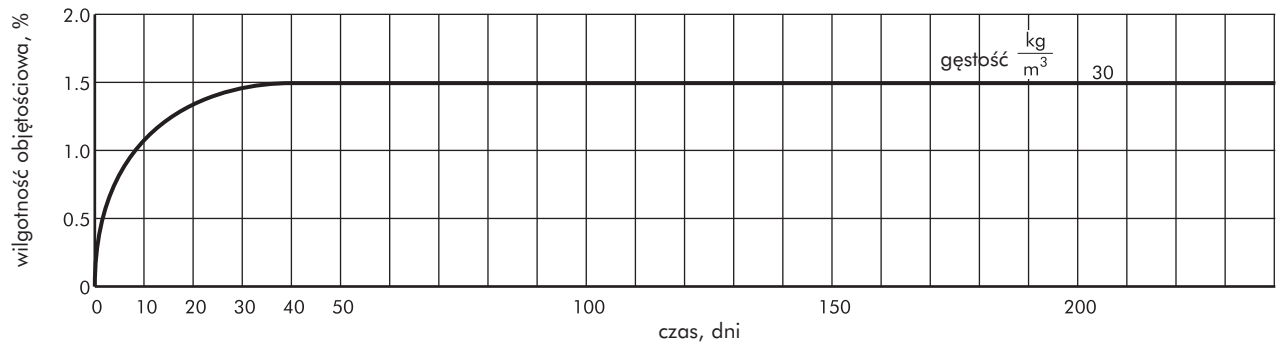
Jeśli po obydwu stronach warstwy materiału panują zróżnicowane warunki cieplno-wilgotnościowe, to poprzez materiał odbywa się dyfuzja pary wodnej. Para wodna dyfundująca przez materiał może w trakcie tego procesu ulec wykropleniu we wnętrzu warstwy. Materiał stawia opór dyfuzji pary wodnej. Wartość tego oporu można obliczyć na podstawie charakterystycznego dla materiału współczynnika dyfuzji pary wodnej lub współczynnika oporu dyfuzyjnego i grubości warstwy (por. rozdział: „Ochrona przed zawilgoceniem").

W tabeli →☐ **2.3.2/11** podane zostały orientacyjne wartości współczynnika oporu dyfuzyjnego dla różnych odmian styropianu. Wpływ zróżnicowanych warunków klimatycznych w otoczeniu materiału na jego opór dyfuzyjny został uwzględniony przez podanie przedziału wartości współczynnika. Dla styropianu o gęstości od 15 do 30 kg/m³ bezwymiarowy współczynnik oporu dyfuzyjnego zawiera się w przedziale od 20 do 100.

2.3.2/11

gęstość	współczynnik oporu dyfuzyjnego μ
15 do 30	20 do 60

2.3.2/10



Odporność chemiczna

Odporność styropianu na działanie różnych związków chemicznych i rozpuszczalników jest taka sama jak polistyrenu.

Styropian jest odporny na działanie wody, wodnych roztworów soli, kwasów i zasad. Jest także odporny na działanie cementu, wapna, gipsu, anhydrytu i sporządzonych na ich bazie zapraw i środków wiążących.

Styropian nie ulega również reakcji utleniania. Jego zniszczenie zawsze jest związane z konkretną przyczyną, np. działaniem rozpuszczalników lub wysokiej temperatury.

Styropian nie jest odporny na działanie rozpuszczalników organicznych. Ich stosowanie w obecności styropianu wymaga szczególnej uwagi i ostrożności.

Brak zrozumienia przyczyn zniszczenia styropianu był przyczyną powstania mitu o "znikaniu" styropianu.

Stopień odporności styropianu na działanie różnych związków chemicznych przedstawiono w tabeli →☐ **2.3.3/1**.

2.3.3/1

rodzaj substancji czynnej	odporność przy 20°C
woda, woda morska	+
wapno, cement, gips, anhydryt	+
alkalia, np. zasada sodowa, potasowa, woda amoniakalna, woda wapienna, gnojówka	+
mydła, środki powierzchniowo czynne	+
kwasy kwas solny 35%, kwas azotowy do 50%, kwas siarkowy do 95%	+
rozcieńczone i słabe kwasy, jak np. kwas mlekowy, kwas węglowy, kwas humusowy	+
sole, nawozy	+
roztwory soli	+
substancje bitumiczne	+
zimne bitumy i masy bitumiczne na bazie wody	+
zimne kleje bitumiczne	+
zimne bitumy i kleje na bazie rozpuszczalników organicznych	-
produkty smołowe	-
olej parafinowy, wazelina, olej napędowy	+/-
olej silikonowy	+
alkohole: metylowy i etylowy	+
rozpuszczalniki: aceton, eter, octan etylu, nitro, benzen, ksylol, trójchloroetylen, czterochlorometan, terpentyna	-
nasycone alifatyczne węglowodory: cykloheksan, benzyna apteczna i lakowa	-
paliwo gaźnikowe, benzyny	-

\+ odporny, nawet przy długotrwałym oddziaływaniu styropian nie ulegnie zniszczeniu
+/- warunkowo odporny, przy długotrwałym oddziaływaniu może dojść do powierzchniowych uszkodzeń lub skurczu
\- nieodporny.

2.3.4

Styropian
Reakcja na ogień

Uwagi wstępne, klasyfikacja

Na rynku budowlanym oferowane są obecnie odmiany styropianu samogasnącego, wg normy europejskiej EN 13163:2004 oznaczone symbolem EPS o deklarowanej klasie reakcji na ogień określanej metodą małego płomienia. Sprawdzanie zdolności samogaśnięcia styropianu odbywa się zgodnie z normą PN-C-89297:1988, natomiast klasyfikacji reakcji na ogień dokonuje się wg normy PN EN 13501-1:2004. Materiał ten nie zapala się od iskry, pali się jedynie w obcym płomieniu, a po usunięcia z płomienia gaśnie i nie zapala się ponownie. Wyłącznie tego typu materiał jest stosowany do docieplania budynków mieszkalnych w naszym kraju.

Styropian samogasnący, osłonięty w technologii lekkiej mokrej docieplania warstwami kleju i tynku strukturalnego jest traktowany jako tzw. układ nierozprzestrzeniający ognia (NRO) - systemy ociepleń są sprawdzane według procedur normy PN-90/B-02867. Jest to najlepsza klasyfikacja jaką może uzyskać system ociepleń. Również systemy ociepleń na bazie innych materiałów termoizolacyjnych mogą uzyskać co najwyżej klasyfikację NRO.

Zapalność i rozprzestrzenianie ognia

Przy temperaturze ponad 100 °C styropian zaczyna powoli mięknąć i przy tym kurczyć się, przy dalszym podgrzewaniu topi się. Styropian dopiero w temperaturze ponad 350 °C zaczyna się palić. Jeśli nie ma źródła ognia, to do samozapłonu dochodzi przy temperaturach pomiędzy 450 i 500 °C.

Pod działaniem ognia, np. zapałki, styropian kurczy się, ale nie zapala. Płomień może się pojawić dopiero po długim działaniu ognia. Prędkość rozprzestrzeniania się ognia jest jednak bardzo mała. Jeśli natomiast źródło ognia zostanie usunięte, to styropian przestaje się palić.

Rzeczywiste warunki pożarowe

Faktyczne zachowanie materiału w warunkach pożarowych zależy nie tylko od jego właściwości, ale w dużej mierze także od ukształtowania elementu budowlanego, powiązania z innymi materiałami, ułożenia we wnętrzu budynku, a także od rozmieszczenia źródeł pożaru. Istotną rolę grają tu również: sposób działania źródła pożaru, wyzwalana energia, czas trwania, warunki termiczne i wentylacja.

Badania systemów ociepleń w Polsce do określenia stopnia rozprzestrzeniania ognia po fasadach prowadzi się według polskiej normy PN-90/B-02867. Jednym z kryteriów badania jest odpadanie elementów stałych ociepleń. Badania prowadzi się na stanowisku o wymiarach 2,5 m wysokość i 2 m szerokość. Systemy ociepleń, aby uzyskać aprobatę techniczną muszą pozytywnie przejść te badania. Niektóre systemy mają klasyfikację nierozprzestrzeniających ognia nawet przy 30 cm grubości styropianu. Spełniają tym samym surowe polskie przepisy ochrony pożarowej. Również statystyki pożarowe świadczą, że systemy ociepleń na bazie styropianu są trwałym i bezpiecznym rozwiązaniem ociepleń ścian zewnętrznych budynków - w ponad 30. letniej obserwacji nie stwierdzono żadnego przypadku przeniesienia ognia pomiędzy kondygnacjami poprzez ocieplenia metodą lekką mokrą na bazie płyt styropianowych.

Aby sprawdzić zachowanie się systemów ociepleń ze styropianem jako materiałem termoizolacyjnym w warunkach naturalnych Stowarzyszenie Producentów Styropianu zwróciło się do Zakładu Badań Ogniowych ITB z propozycją przeprowadzenia badań.

Instytut zaproponował przeprowadzenie badań według normy ISO 13785-2 →□ **2.3.4/1+2**. Badania miały dać wiedzę na temat rzeczywistego wpływu ociepleń na bazie styropianu na rozprzestrzenianie ognia po fasadach. Aby uzyskać maksymalnie skrajne warunki badania postanowiono użyć płyt styropianowych o grubości 18 cm. To znacznie więcej niż średnia grubość stosowana obecnie; to także znacznie więcej, niż zalecana racjonalna grubość termoizolacji, oscylująca w przypadku ścian zewnętrznych w granicach 15 cm.

Badanie według tej normy należy do jednych z najostrzejszych badań ogniowych ze względu na:

- rozmiar stanowiska (wysokość 6 m, szerokość 3 m)
- ścianę skrzydłową
- zastosowany rodzaj i ilość paliwa - bardzo kaloryczny i niebezpieczny heptan
- wymóg osiągnięcia temperatury 800°C gazów wychodzących z pomieszczenia.

Aby spełnić wymagania przewidziane w normie ISO, z prowadzonych badań kalibracyjnych wybrano jeden z najostrzejszych wariantów, tj.:

- taca z pokrywą - płomienie rozchodzą się na boki
- taca w połowie wysokości otworu okiennego - większa ekspozycja ognia, temperatury i płomieni na najbardziej newralgiczny element badanego ocieplenia, czyli nadproże
- zmniejszona komora spalania powodująca większą ekspozycję ognia i temperatury na zewnątrz, co zaostrzyło i tak już „wyśrubowane" warunki badania.

Wszystkie składniki ocieplenia (styropian, jak i pozostałe elementy systemu) użyte do wykonania ocieplenia ścian testowych zostały pobrane przez przedstawicieli Zakładu Badań Ogniowych ITB bezpośrednio w zakładach produkcyjnych w sposób losowy metodą na „ślepo" według normy PN-83/N-03010.

Ocieplenia na ścianach badawczych, jedno z tynkiem mineralnym, drugie z tynkiem akrylowym, zostały wykonane zgodnie z zaleceniami odpowiednich aprobat technicznych i instrukcji ITB nr 334/2002 oraz pod stałą kontrolą pracowników instytutu. Badane systemy są klasyfikowane jako NRO nierozprzestrzeniające ognia według normy PN-90/B-02867.

Po zakończeniu badania stwierdzono, że powierzchnia ocieplenia zachowała ciągłość i nie uległa zniszczeniu, pomimo drastycznej ekspozycji na płomienie i wysoką temperaturę sięgającą 1000°C. Należy podkreślić, iż w rzeczywistym pożarze temperatura na zewnątrz budynku nie przekracza wartości 500-550°C. Pozwala to wnioskować, że warunki stworzone na potrzeby próby ogniowej dwukrotnie przewyższały warunki spotykane w rzeczywistych pożarach.

Nie doszło do przeniesienia ognia na ścianę skrzydłową i ocieplenie znajdujące się poniżej źródła ognia.

Po zdjęciu warstwy tynkarskiej i warstwy klejowej stwierdzono bezpieczne odparowanie styropianu pod tą powierzchnią ocieplenia, na którą oddziaływały bezpośrednio płomienie wydostające się z otworu okiennego. Fragment fasady, poddany oddziaływaniu płomieni i wysokiej temperatury wymagał jedynie prostej naprawy; ocieplenie mogłoby być łatwo naprawione poprzez ułożenie nowej warstwy styropianu i nałożenie nowej warstwy klejowej i zaprawy tynkarskiej.

Wnioski:
Przeprowadzone badania wykazały:

1. Ocieplenia ze zwiększoną, bardzo grubą warstwą styropianu nie wykazują - niezależnie od zastosowanej wyprawy tynkarskiej mineralnej czy akrylowej - rozprzestrzeniania ognia po powierzchni fasad - brak pełzania ognia po powierzchni.
2. Brak uszkodzenia zewnętrznej warstwy systemu ocieplenia, włącznie z drastycznie wyeksponowanym na działanie pożaru nadprożem.
3. Brak występowania odpadających płonących części stałych ocieplenia.
4. Zastosowana 18 centymetrowa warstwa styropianu jako termoizolacja nie miała wpływu na zachowanie się całego systemu ocieplenia w warunkach pożaru - grubość izolacji nie ma wpływu na stopień zagrożenia pożarowego.
5. Styropian, będący materiałem termoizolacyjnym, uległ bezpiecznemu odparowaniu w obszarze oddziaływania płomieni.
6. Fasady, poddane bezpośredniemu oddziaływaniu ognia, wymagają jedynie naprawy w obszarze działania płomieni.
7. Możliwość rozprzestrzeniania ognia po fasadzie w przypadku budynków z właściwie wykonanym ociepleniem jest taka sama, jak dla fasad bez ocieplenia.
8. Możliwość rozprzestrzeniania ognia na wyższą kondygnację wynika raczej z intensywności ognia, a nie właściwości ocieplenia lub zastosowanych materiałów elewacyjnych.
9. Można wnioskować, iż stopień rozprzestrzenia ognia przez ściany nie jest zależny od zastosowanych materiałów termoizolacyjnych - możliwe jest przenoszenie ognia pomiędzy kondygnacjami również na fasadach nieocieplonych, całkowicie niepalnych. Taki stan rzeczy wynika z faktu, iż płomienie, wydostające się z otworu okiennego, są na tyle długie, że - omijając pas nadprożowo-podokienny - oddziaływają bezpośrednio na stolarkę okienną kondygnacji wyższej.
10. Decydujący wpływ na stopień rozprzestrzeniania ognia po fasadach ma jakość wierzchnich elementów systemów ociepleń (tynk, klej, tkanina zbrojąca) oraz jakość i precyzja wykonania systemu. Wszystkie systemy ociepleń ścian zewnętrznych metodą bezspoinową muszą być wykonane zgodnie z przedmiotowymi aprobatami technicznymi i instrukcją ITB nr 334/2002 (szczególnie ważna jest dokładność wykonania, obróbka wszystkich otworów, ościeży itp., metoda pasmowo-punktowa nanoszenia warstwy klejowej). Niedopuszczalne jest mieszanie elementów różnych systemów oraz stosowanie materiałów niewiadomego pochodzenia, nieposiadających stosownych dokumentów, dopuszczających wyrób do obrotu i stosowania. Takie praktyki, bez względu na zastosowany materiał termoizolacyjny, mogą mieć wpływ na stopień rozprzestrzeniania ognia przez ściany. Opisane powyżej błędy mogą doprowadzić do przypadku niespełnienia przez wadliwie wykonane ocieplenia fasady kryteriów polskiej normy na rozprzestrzenianie ognia (a także wymagań określonych w aprobatach technicznych i instrukcji ITB nr 334/2002).

Badania systemów ociepleń na bazie styropianu dodatkowo poddano badaniu według normy SBI, uzyskując w badaniach klasyfikację A2/B. Tak więc przebadano systemy ociepleń z zastosowaniem płyt styropianowych o zwiększonej grubości według trzech metodyk:

PN-90/B-02867 - metoda badań rozprzestrzeniania ognia po ścianach obowiązująca w Polsce jest znacznie ostrzejsza niż inne metody tego typu, np. niemiecka DIN 4102 - pozytywne badania nawet na 30 cm styropianie

ISO 13785-2 - najostrzejsza metoda do określania stopnia rozprzestrzeniania ognia - pozytywne wyniki badań z izolacją ze styropianu o grubości 18 cm.

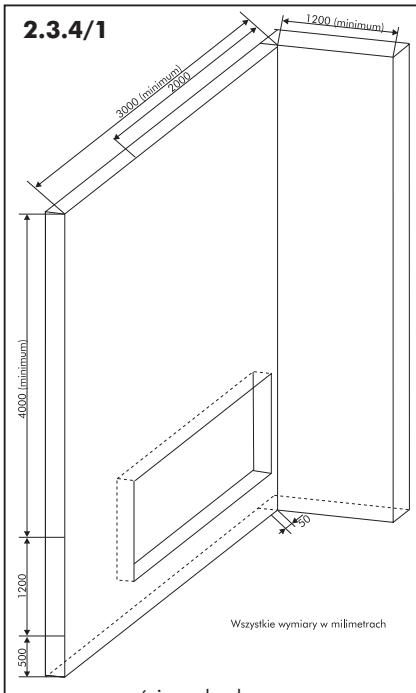
PN EN 13823 (SBI) - to norma przewidziana do stosowania przez państwa Unii Europejskiej - pozytywne wyniki badań z płytami styropianowymi o grubości 20 cm.

Wyniki przeprowadzonych badań systemów ociepleń z użyciem bardzo grubych płyt styropianowych pozwalają wyciągnąć wniosek, że styropian jest bezpiecznym pod względem ochrony pożarowej rozwiązaniem ocieplania ścian zewnętrznych budynków.

Emisja gazów

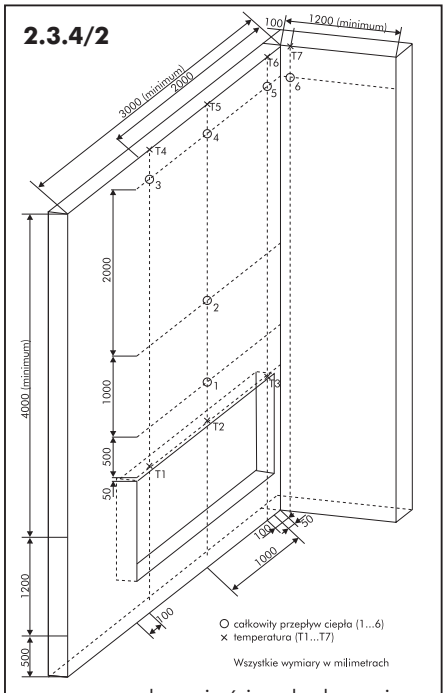
Liczne badania przeprowadzone w Europie udowodniły, że toksyczność gazów emitowanych podczas spalania styropianu jest mniejsza aniżeli gazów emitowanych podczas spalania drewna. Produkty rozpadu polistyrenu, uwalniane podczas spalania styropianu w pożarze nie stwarzają żadnego, szczególnego zagrożenia dla środowiska. Produkty spalania nie zanieczyszczają wód gruntowych, nie wymagają również specjalnego składowania ani zabezpieczania.

2.3.4/1



ściana badawcza

2.3.4/2



oprzyrządowanie ściany badawczej

2.3.5

Styropian
Wymagania fizykomechaniczne

Znakowanie

Właściwości styropianu, jako materiału izolacji budowlanej, są ściśle określone przez normy:

- PN EN 13163:2004, w której podano zasady klasyfikacji, istotne cechy i metody ich badań,

Producenci styropianu mogą starać się o uzyskanie od autoryzowanej placówki badawczej certyfikatu zgodności ich produkcji z normą PN EN 13163:2004. Aktualny certyfikat jest dla nabywcy najlepszą gwarancją jakości materiału.

Norma określa sposób znakowania płyt styropianowych przeznaczonych dla budownictwa:

np.: PŁYTY STYROPIANOWE - GOLD ŚCIANA
EPS-EN 13163-T2-L2W2-S1-P3-BS115-DS(N)2-DS(70,-)2-TR100

EPS	- płyty styropianowe
ŚCIANA	- słowne części oznaczeń: ŚCIANA, DACH, PODŁOGA, PARKING stanowią skrótową informację o podstawowym zastosowaniu danego wyrobu, ale też nie przesądzają o zastosowaniu
T	- tolerancja grubości
L	- tolerancja długości
W	- tolerancja szerokości
S	- tolerancja prostokątności
P	- tolerancja płaskości
BS	- poziom wytrzymałości na zginanie
CS(10)	- poziom naprężeń ściskających przy 10% odkształceniu
DS(N)	- poziom stabilności wymiarowej w normalnych warunkach laboratoryjnych (23 °C, 50% wilgotnoci względnej
DS(70,-)	- poziom stabilności wymiarowej w temp. 70 °C
TR	- poziom wytrzymałości na rozciąganie

Standardowe wymiary płyt: 1000 mm x 500 mm, grubości w przedziale co 10 mm.

Właściwości oraz sposoby znakowania innych rodzajów styropianu, są określane w odrębnych Aprobatach Technicznych wydawanych dla tych materiałów.

ZASTOSOWANIE STYROPIANÓW

KATEGORIA	NAZWA	ZASTOSOWANIE
ŚCIANA	BAZA mur	izolacja cieplna w szczelinie zamkniętej ściany trójwarstwowej, izolacja cieplna w szczelinie wentylacyjnej ściany trówarstwowej, wypełnienie dylatacji
	STYROPIAN ZWYKŁY ściana SILVER ściana GOLD ściana PLATINUM ściana PLATINUM + ściana	izolacja ściany trówarstwowej i dwuwarstwowej, izolacja cieplna zewnętrzna w ścianie dwuwarstwowej -„metoda-lekka mokra" (BSO), izolacja cieplna zewnętrzna w ścianie ocieplonej metodą „lekką-suchą" (okładzina), izolacja cieplna na powierzchni ściany szkieletowej, wypełnienie dylatacji, izolacja cieplna w szczelinie zamkniętej ściany trówarstwowej, izolacja cieplna w szczelinie wentylowanej ściany trójwarstwowej, ocieplenie wieńców, nadproży i innych mostków termicznych
DACH-PODŁOGA	STANDARD dach-podłoga SILVER dach-podłoga GOLD dach-podłoga GOLD + dach-podłoga	izolacja cieplna podłóg z obciążeniem mechanicznym, izolacja cieplna między legarami, izolacja podłóg z systemem ogrzewania podłogowego, izolacja termiczna pod krokwiami, izolacja termiczna nad krokwiami obciążona warstwami pokrycia i obciążeniem użytkowym, izolacja termiczna na warstwie konstrukcyjnej w stropodachu pełnym użytkowym i nieużytkowym
	SUPER AKUSTIC podłoga	izolacja cieplna i akustyczna podłóg, stropów międzykondygnacyjnych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej
	SUPERPODDASZE	izolacja termiczna poddasza montowana między krokwiami
	SUPERSTROPODACH	izolacja termiczna na warstwie konstrukcyjnej w stropodachu pełnym, izolacja termiczna w stropodachu pełnym na warstwie konstrukcyjnej z blachy trapezowej
PARKING	SILVER parking GOLD parking	izolacja termiczna miejsc mocno obciążonych: parkingi dachowe, posadzki hal magazynowych, hal produkcyjnych, garaży
FUNDAMENT	SILVER fundament GOLD fundament	izolacja termiczna ścian zagłębionych w gruncie, ścian piwnic i fundamentów, izolacja termiczna na warstwie konstrukcyjnej w stropodachu zielonym, izolacja termiczna w stropodachu odwróconym, izolacja w miejscach mocno zawilgoconych, gdzie materiał izolacyjny musi być odporny na działanie wody

2.4 Właściwości materiałów budowlanych
Literatura i normy

1. Płoński W., Pogorzelski J.A.: Fizyka Budowli, Arkady 1979

2. Pogorzelski J., Firkowicz-Pogorzelska K.: Analiza przydatności PN EN ISO 13788 do oceny stanu wilgotnościowego przegród, Materiały Konferencyjne IX Polskiej Konferencji Naukowo-Technicznej, Łódź 2003

3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. Ustaw Nr 75, poz.690 z dnia 15 czerwca 2002

4. Instrukcja ITB nr 334/2002 System bezspoinowego ocieplania ścian zewnętrznych budynków

5. PN EN ISO 7345:1998 *Izolacja cieplna - Wielkości fizyczne i definicje*

6. PN ISO 10456:1999 *Izolacja cieplna - Materiały i wyroby budowlane - Określenie deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych*

7. PN EN ISO 6946:1999 *Komponenty budowlane i elementy budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła - Metoda obliczania*

8. PN-B-20130:2001 *Wyroby dla izolacji cieplnej w budownictwie. Płyty styropianowe (PS-E)*

9. PN EN 13163 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie - Specyfikacja*

10. PN EN 822:1998 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie długości i szerokości*

11. PN EN 823:1998 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie grubości*

12. PN EN 824:1998 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie prostokątności*

13. PN EN 825:1998 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie płaskości*

14. PN EN 12086:2001 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie właściwości przy przenikaniu pary wodnej*

15. PN EN 1603:1999 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie stabilności wymiarowej w stałych normalnych warunkach laboratoryjnych*

16. PN EN 1605:1999 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie odkształcenia przy działaniu obciążenia ściskającego w określonych warunkach temperaturowych*

17. PN EN 826:1998 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie zachowania przy ściskaniu*

18. PN EN 1606+AC:1999 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie pełzania przy ściskaniu*

19. PN EN 1607:1999 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie wytrzymałości na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych*

20. PN EN 12090:2000 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie zachowania przy ścinaniu*

21. PN EN 1602:1999 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie gęstości pozornej*

22. PN EN 12086:2001 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie właściwości przy przenikaniu pary wodnej

23. PN EN 12088:2000 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie absorpcji wody przy długotrwałej dyfuzji*

24. PN ISO 9052-1:1994/Ap1:1999 *Akustyka - Określanie sztywności dynamicznej - Materiały stosowane w pływających podłogach w budynkach mieszkalnych*

25. PN-90/B-02867/Az1:2001 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany*

26. PN-90/B-02851 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania odporności ogniowej elementów budynków*

27. PN-B-02851-1:1997 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Badania odporności ogniowej elementów budynków - Wymagania ogólne i klasyfikacja*

28. PN ISO 9705:1999 *Ochrona przeciwpożarowa - Badania ogniowe - Badanie wyrobów powierzchniowych w pomieszczeniu pełnej skali*

29. PN EN ISO 10093:2001 *Tworzywa sztuczne:badania ogniowe - znormalizowane źródła zapłonu*

30. PN ISO 8421-1:1997 *Ochrona przeciwpożarowa - Terminologia - Terminy ogólne i dotyczące zjawiska pożaru Wymagania ogólne i klasyfikacja*

31. PN-88/B-02855 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów*

32. PN-89/B-02856 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania właściwości dymotwórczych materiałów*

33. PN-B-02872:1996 *Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metody badania odporności dachów na ogień zewnętrzny*

34. PN-93/B-02862/Az1:1999 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania niepalności materiałów budowlanych (Zmiana Az1)*

35. PN-B-02874:1996/Az1:1999 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania stopnia palności materiałów budowlanych (Zmiana 1)*

36. PN-B-02875:1999 *Ochrona przeciwpożarowa budynków - Metoda badania odporności ogniowej i skuteczności ogniochronnej sufitów podwieszonych*

37. PN EN 13501-1:2004 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków cz. 1. Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień*

38. PN EN 11925-2 *Reakcja na ogień - zapalność materiałów budowlanych poddanych bezpośredniemu działaniu płomienia cz. 2*

39. ISO 13785 *Badanie reakcji na ogień fasad cz. 2. Badanie w pełnej skali*

40. PN EN 13823:2002 *Badanie reakcji na ogień wyrobów budowlanych - Wyroby budowlane, z wyłączeniem podłogowych, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu (SBI)*

41. PN-C-89297:1998 *Polistyren spienialny Oznaczanie zdolności samogaśnięcia*