

# POSADZKI PRZEMYSŁOWE



Część 6

## Posadzki betonowe



**dr inż. Zbigniew Pająk**  
**dr inż. Mirosław Wieczorek**  
Katedra Konstrukcji Budowlanych, Politechnika Śląska

Od około 20 lat posadzki przemysłowe wykonywane są głównie jako betonowe (około 70% zastosowań). Pozostałe rozwiązania materiałowe posadzek to posadzki żywiczne (około 25%) oraz inne rozwiązania (około 5%). Można wyróżnić:

- suche posypki i mieszanki ciekłe układane na wiążący beton,
- impregnaty polimerowe i utwardzacz mineralne modyfikujące powierzchnię stwardniałego betonu,
- oraz posadzki układane na wcześniej wykonanych podkładach betonowych, takie jak:
  - zaprawy cementowe lub polimerowo-cementowe,
  - powłoki żywiczne (systemy wielowarstwowe),
  - zaprawy żywiczne,
  - materiały ceramiczne,
  - kompozyty bitumiczne,
  - tworzywa gumowe,
  - inne: anhydrytowe, magnezytowe, drewniane, z płyt metalowych, wkładziny z tworzyw sztucznych, podłogi podniesione.

### Konstrukcje posadzek betonowych

Konstrukcje te zależą od obciążeń siłami rozłożonymi i skupionymi (naciśnięcie kół wózków, reakcje stóp regałów), a także od obciążeń termicznych, warunków gruntowych (niejednorodne podłoże) i technologii wykonania (posadzki dylatowane, bezspoinowe). Betonowe posadzki przemysłowe wykonuje się na podłożu gruntowym wewnątrz pomieszczeń (rys. 1) i na otwartym powietrzu (rys. 2), płytach fundamentowych (rys. 3) lub na stopach (rys. 4), jako:

- płyty betonowe niezbrojone – rys. 5a,
- płyty betonowe zbrojone siatkami zgrzewanymi. Siatki rozmieszczane są w środku grubości płyt (rys. 5b1, przy dolnej powierzchni rys. 5b2) lub w dwóch warstwach – przy dolnej i górnej powierzchni (rys. 5b3), a także w środku grubości i przy dolnej powierzchni (rys. 5b4). Minimalna otulina zbrojenia powinna wynosić 50 mm. Do zbrojenia stosowane są standardowe siatki minimum Q188 i Q377 (zbrojenie dolne). Użycie siatek mniejszych jest niecelowe, ze względu na ich małą skuteczność,
- płyty ze zbrojeniem rozproszonym (włókna stalowe, syntetyczne – polipropylenowe, polietylenowe, nylonowe, włókna szklane) – rys. 5c,

Kontynuacja przeglądu dotyczy konstrukcyjnych i materiałowych rozwiązań posadzek stosowanych współcześnie w budownictwie przemysłowym i użyteczności publicznej.

- płyty ze zbrojeniem siatkami i ze zbrojeniem rozproszonym – rys. 5d1÷5d4,
- płyty sprężone – rys. 5e1, 5e2.

Wymagania stawiane betonowym posadzkom przemysłowym zależą od ich przeznaczenia, obciążeń i rodzaju górnego wykończenia (nawierzchni).

### Grubość betonowej płyty posadzki

Określa się ją na podstawie obliczeń. Uzależniona jest ona od wartości obciążeń i sposobu ich przekazania (rozłożone, skupione), powierzchni przekazywania obciążeń skupionych, podatności podłoża gruntowego i wytrzymałości betonu podkładu. Przy obciążeniach siłami skupionymi (reakcje z kół, stóp regałów) o grubości płyty decydują obciążenia krańdźwiowe (przy końcach płyt i przy dylatacjach). W [3] podano przykładowo obliczone metodą Westergaarda grubości płyt betonowych o charakterystycznej wytrzymałości  $f_{ck} = 40$  MPa, w zależności od współczynnika podatności gruntu  $k$ , dla powierzchni magazynowych, silnie obciążonych (obciążenie rozłożone 7,25 kN/m<sup>2</sup>, wózki o udźwigu do 1,5 t.) – tabela 1.

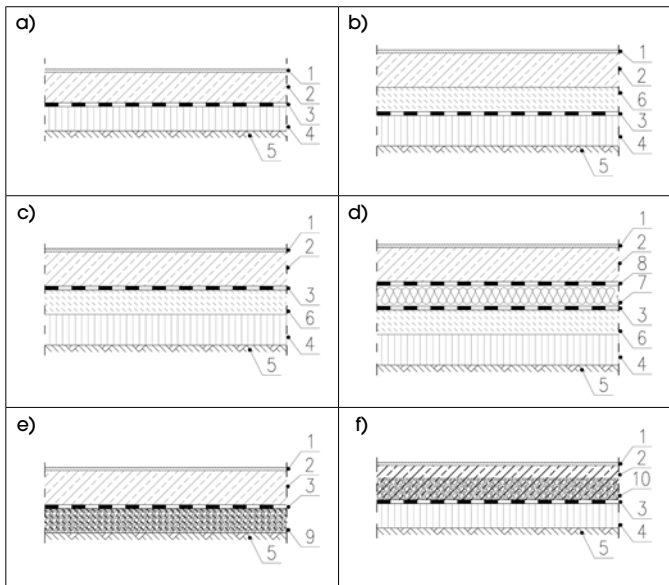
Tabela 1. Grubości płyt podkładu w zależności od podatności podłoża  $k$  (3)

Rodzaj podłoża	Przeciętna wartość współczynnika podatności $k$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Grubość podkładu [mm]
Bardzo słabe	13	235
Słabe	27	230
Dobre	54	225
Dobrze zagęszczone	82	220

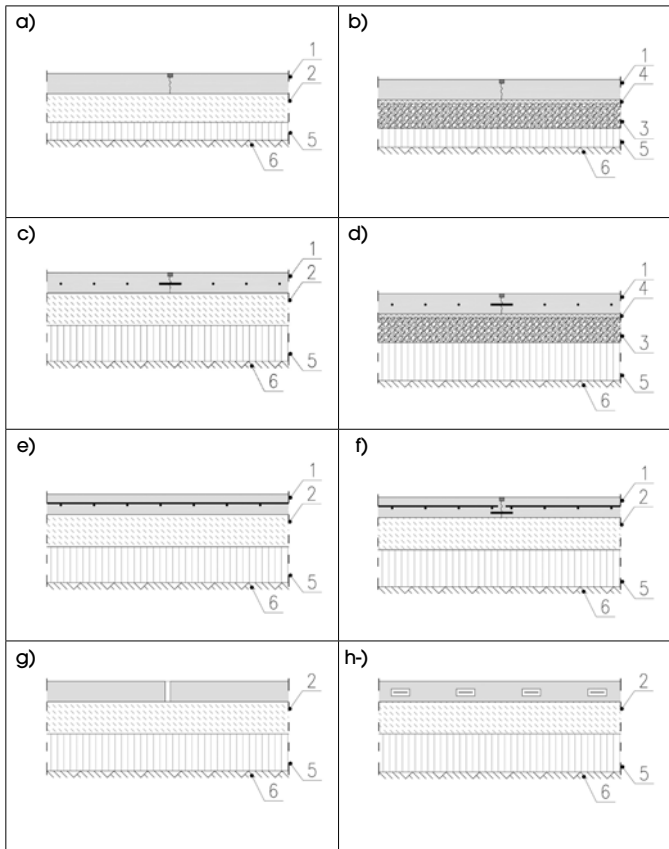
Uwaga: Obciążenia jak w magazynach, beton  $f_{ck} = 40$  MPa

Zalecenia odnośnie do przyjmowania minimalnych grubości płyt betonowych są zróżnicowane. Minimalna grubość betonowego podkładu wg zaleceń amerykańskich powinna wynosić:

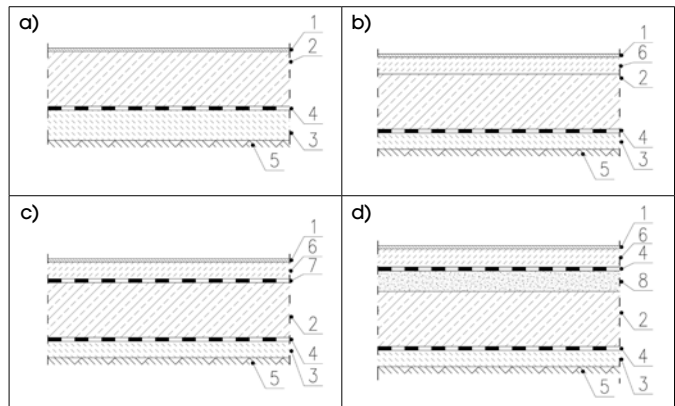
- 127 mm (5 cali) przy obciążeniu wózkami na kołach pompowanych,
  - 152 mm (6 cali) przy obciążeniu wózkami z kołami z pełnej gumy, stali lub tworzyw sztucznych.
- Podobne zalecenia stosuje się np. na Słowacji, przy czym minimalną grubość podkładu uzależnia się od wytrzymałości betonu:
- 120 mm dla podkładów z betonu C30/37,
  - 130 mm dla podkładów z betonu C25/30,
  - 150 mm dla podkładów z betonu C20/25.



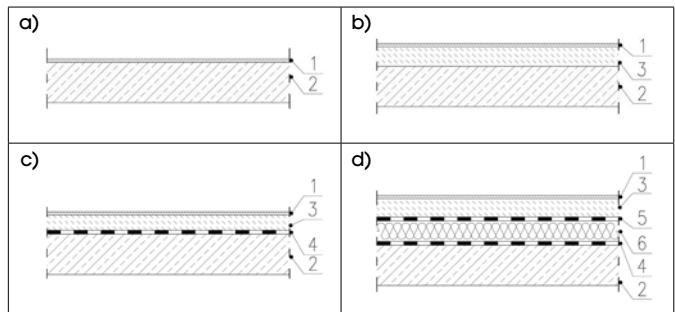
Rys. 1. Konstrukcje posadzek betonowych na podłożu gruntowym:  
 a) płyta na warstwie rozdzielającej i gruncie, b) płyta związana z podbudową z betonu – z warstwą adhezyjną (tzw. mostem szcpeym), c) płyta niezwiązana z betonową podbudową, d) płyta na warstwie izolacji termicznej, e) płyta na podbudowie z lekkiego kruszywa, f) posadzka na płycie z betonu lekkiego,  
 1 – warstwa wierzchnia, 2 – betonowa płyta nośna, 3 – warstwa rozdzielająca, izolacja, 4 – podłoże gruntowe ulepszone, 5 – podłoże gruntowe naturalne, 6 – podbudowa betonowa, 7 – izolacja termiczna, 8 – warstwa ochronna, folia, 9 – podbudowa z lekkiego kruszywa (np. keramzyt) stabilizowana cementem, 10 – kruszywowý beton lekki



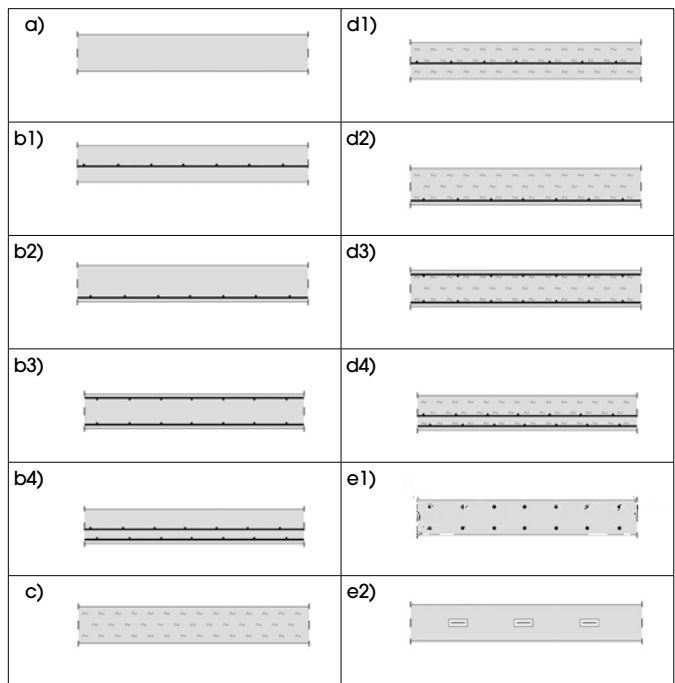
Rys. 2. Konstrukcje betonowe nawierzchni na otwartym powietrzu:  
 a) płyta niedyblowana na sztywnym podłożu, b) płyta niedyblowana z warstwą drenującą z geosyntetyku, c) płyta dyblowana na sztywnym podłożu, d) płyta dyblowana z warstwą drenującą z geosyntetyku, e) płyta ze zbrojeniem ciągłym, f) płyta zbrojona i dyblowana, g) płyta prefabrykowana, h) płyta sprężona  
 1 – płyta betonowa, 2 – podbudowa betonowa, 3 – grunt lub kruszywo stabilizowane cementem, 4 – geosyntetyk, 5 – ulepszone podłoże gruntowe, 6 – grunt rodzimy



Rys. 3. Konstrukcje posadzek na płycie fundamentowej: a) płyta fundamentowa, stanowiąca jednocześnie posadzkę, b) posadzka betonowa z warstwą adhezyjną, związana z płytą fundamentową, c) posadzka betonowa na warstwie rozdzielającej, d) posadzka betonowa na podbudowie (grunt zagęszczony, izolacja termiczna) nad płytą fundamentową  
 1 – warstwa wierzchnia, 2 – płyta fundamentowa, 3 – podłoże betonowe, 4 – izolacja przeciwwilgociowa, 5 – grunt rodzimy naturalny lub ulepszone, 6 – posadzka betonowa, 7 – warstwa rozdzielająca, 8 – zagęszczony piasek lub izolacja termiczna



Rys. 4. Konstrukcje posadzek betonowych na stropach: a) strop żelbetowy, stanowiący jednocześnie posadzkę, b) posadzka z warstwą adhezyjną, związana ze stropem, c) posadzka na warstwie rozdzielczej, d) posadzka z warstwą izolacji termicznej (pływająca)  
 1 – warstwa wierzchnia, 2 – strop, 3 – posadzka betonowa, 4 – warstwa rozdzielająca, 5 – izolacja, np. folia, 6 – izolacja akustyczna



Rys. 5. Konstrukcje posadzkowych płyt betonowych (opis w tekście)

W [1] podano minimalne grubości betonowych płyt w zależności od maksymalnych obliczeniowych wartości obciążeń skupionych kołami pojazdów (przy współczynniku bezpieczeństwa 1,6) i słupków regałów (przy współczynniku bezpieczeństwa 1,2) oraz od intensywności obciążenia pojazdami – tabela 2.

Tabela. 2. Dobór grubości i klasy betonu posadzki betonowej w zależności od obciążeń (1)

Obliczeniowe obciążenie skupione kołami [kN]	Obliczeniowe obciążenie skupione regałami [kN]	Klasa betonu	Wskaźnik w/c	Grubość płyty betonowej [cm]		
				Dzienna intensywność przejazdów po płycie		
				n ≤ 10	n ≤ 50	n ≤ 100
10	15	C25/30	≤ 0,55	≥ 16	≥ 16	≥ 18
20				≥ 16	≥ 18	≥ 20
30	25	C30/37	≤ 0,50	≥ 16	≥ 18	≥ 20
40				≥ 18	≥ 20	≥ 22
60	35		≤ 0,45	≥ 20	≥ 22	≥ 24
80				≥ 22	≥ 24	≥ 26
100	50	C35/45		≥ 24	≥ 26	≥ 28
120				≥ 26	≥ 28	≥ 30
140				≥ 28	≥ 30	≥ 32

Najczęściej grubości płyt betonowych w posadzkach przemysłowych na gruncie wynoszą od 160 do 300 mm, a w płytach wykonywanych na placach manewrowych – do 500 mm. Mniejsze grubości można przyjmować w płytach posadzkowych wykonywanych na stropach bez warstwy rozdzielającej (związanej z podłożem) lub w płytach pełniących funkcję nośną w stropach zespolonych. Minimalna grubość betonowych warstw w tych wypadkach powinna wynosić 50 mm dla betonu zbrojonego i 30 mm przy niezbrojonej posadzce związanej z podłożem.

## Wytrzymałość betonu płyty nośnej

Ustalana jest w fazie projektu posadzki w zależności od obciążeń i przeznaczenia. Jako minimalną wartość wytrzymałości na ściskanie przyjmuje się wytrzymałość odpowiadającą klasie C20/25. Niższą klasę C16/20 można przyjąć jedynie w wypadku podkładów pod posadzki o małym obciążeniu – budynki mieszkalne, obiekty użyteczności publicznej. W przypadku posadzek silnie obciążonych (intensywny ruch pojazdów na twardym ogumieniu, transport towarowy, bardzo intensywny ruch pieszy) i posadzek o wysokich wymaganiach płaskości powierzchni (magazyny wysokiego składowania, centra dystrybucyjne), beton powinien odpowiadać klasie minimum C30/37.

## Beton samozagęszczalny do posadzek przemysłowych

Betony samozagęszczalne, które są obecnie dość szeroko stosowane, mogą być także wykorzystywane do betonu posadzkowego, jako podkłady betonowe z warstwą wierzchnią wykończoną przez polerowanie lub jako cienkowarstwowe mineralne posadzki o wygładzonej powierzchni lub o powierzchni szlifowanej i polerowanej, często barwionej z wykorzystaniem kruszyw odpornych na ścieranie. Betony samozagęszczalne stosowane są także do napraw uszkodzonych posadzek przez nadbetonowanie dodatkowej warstwy.

## Inne wymagania dotyczące betonu

Pozostałe wymagania mają istotne znaczenie dla przewidywanego sposobu wykończenia powierzchni i warunków eksploatacji. W podłożach pod systemy posadzkowe na bazie żywic duże znaczenie ma wilgotność betonu, temperatura i stan przygotowania powierzchni. Wilgotność wagowa betonowego podłoża pod posadzki żywiczne w większości przypadków nie może być większa niż 4%. Powierzchnia powinna spełniać wymagania normy europejskiej PN-EN 1504-10 (*Products and systems for the protection and repair concrete structures. Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity*) w zakresie czystości, szorstkości, zarysowań, wytrzymałości na odrywanie, zanieczyszczenia chlorkami lub innymi szkodliwymi substancjami i głębokości ich wniknię-

cia, głębokości karbonatyzacji, zawilgocenia, temperatury, stopnia skoro-dowania zbrojenia. W nawierzchniach zewnętrznych ogranicza się nasiąkliwość, przesiąkliwość, śliskość oraz mrozodporność betonu. W szczególnych wypadkach wymaga się także spełnienia specjalnych warunków odporności ogniowej i chemicznej.

## Zbrojenie rozproszone

Obecnie w przemysłowych posadzkach betonowych stosuje się zbrojenie rozproszone w postaci włókien stalowych, syntetycznych lub szklanych. Minimalna ilość zbrojenia rozproszonego, dodawanego do mieszanki betonowej, zależy od wielkości obciążeń, rodzaju stosowanego zbrojenia i smukłości włókien, czyli stosunku długości włókna  $l$  do jego średnicy  $d$ . W tabelicy 3 podano minimalne ilości włókien stalowych na 1 m<sup>3</sup> betonu, w zależności od smukłości włókien.

Tabela. 3. Minimalna ilość włókien stalowych na 1 m<sup>3</sup> betonu

Wielkość obciążenia posadzki	Smukłość włókien $l/d$		
	80	65	45
<b>Obciążenie małe</b> Obciążenie równomierne do 50 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie od regałów do 15 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie wózkami paletowymi	> 10 kg/m <sup>3</sup>	> 15 kg/m <sup>3</sup>	> 20 kg/m <sup>3</sup>
<b>Obciążenie średnie</b> Obciążenie równomierne 50-200 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie od regałów do 15-80 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie wózkami widłowymi	> 15 kg/m <sup>3</sup>	> 20 kg/m <sup>3</sup>	> 20 kg/m <sup>3</sup>
<b>Obciążenie duże</b> Obciążenie równomierne > 200 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie od regałów do > 80 kN/m <sup>2</sup> Obciążenie wózkami widłowymi o nacisku na oś > 100 kN	> 15 kg/m <sup>3</sup>	> 20 kg/m <sup>3</sup>	> 20 kg/m <sup>3</sup>

Zwykle dodatek włókien stalowych mieści się w granicach 0,25-2,0% objętości betonu. Najczęściej stosuje się dodatek w granicach 20-40 kg/m<sup>3</sup>.

Dodatek włókien stalowych zwiększa wytrzymałość betonu na rozciąganie przy zginaniu, oraz wytrzymałość zmęczeniową i odporność na ścieranie.

Mikrowłókna polimerowe o średnicach poniżej 0,3 mm zwiększają rysoodporność skurczową, zwłaszcza w pierwszym okresie dojrzewania mieszanki betonowej. Mikrowłókna syntetyczne stosowane są czasami w połączeniu z włóknami stalowymi. Dodatek mikrowłókien do betonu wynosi przeciętnie 0,6-1,0 kg/m<sup>3</sup>.

Stosowane są także makrowłókna polimerowe o średnicach powyżej 0,3 mm, które, podobnie jak włókna stalowe, wpływają na zwiększenie wytrzymałości betonu na rozciąganie przy zginaniu. Makrowłókna syntetyczne są szczególnie przydatne do nawierzchni zewnętrznych – włókna stalowe uwidocznione na powierzchni będą bowiem korodować. Dozowanie makrowłókien do betonu wynosi przeciętnie od 2-3 kg/m<sup>3</sup>.

Włókna szklane, rzadziej stosowane, podobnie jak stalowe, dodane do posadzek przemysłowych, poprawiają wytrzymałość betonu na zginanie i rozciąganie.

## Równość powierzchni

Cecha ta ma istotne znaczenie dla bezpiecznej eksploatacji i własności użytkowych. Dokładność wykonania powinna być każdorazowo określona w dokumentacji technicznej. Wartości dopuszczalnych odchyłek wymiarowych zależą od wymaganej klasy dokładności i od sposobu wykończenia nawierzchni. W przypadku podkładów z integralną, utwardzaną przez zacieranie warstwą posadzkową tolerancje wykonania podkładu są takie same, jak tolerancje dla samej posadzki. Jeśli chodzi o podkłady pod posadzki żywiczne, mineralne, samopoziomujące, z płytek ceramicznych lub lastrykowych tolerancje wykonania podkładu mogą być łagodniejsze w stosunku do tolerancji przyjmowanych dla nawierzchniowej warstwy. Szczególnie ostre wymagania odnośnie do równości powierzchni podkładów i posadzek są przyjmowane w magazynach wysokiego składowania, zwłaszcza przy wąskich przejazdach pomiędzy regałami – rys. 6. W halach o swobodnym ruchu wózków (rys. 7) tolerancje płaskości mogą być łagodniejsze.



Rys. 6. Magazyn o określonym przez ustawienie regałów ruchu wózków do wysokiego składowania materiałów (fot. autorzy)



Rys. 7. Posadzka przemysłowa w magazynie – swobodny ruch wózków

Zdjęcia arch. autorów

Wymagania odnośnie do tolerancji płaskości i spoziomowania powierzchni, sprecyzowane w różnych normach narodowych i przepisach, są zróżnicowane i często do siebie nieprzystające.

W krajowych Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych [4, 5] wymaga się, by posadzka miała powierzchnię równą, stanowiącą płaszczyznę poziomą lub pochyloną, zgodnie z ustalonym spadkiem. Powierzchnia podkładu, sprawdzana dwumetrową łata, przykładaną w dowolnym miejscu, nie powinna wykazywać prześwitów większych niż 3 mm w przypadku posadzek z zaprawy cementowej i 5 mm w przypadku posadzek betonowych i polimero-betonowych. Odchylenie powierzchni podkładu od płaszczyzny (poziomej lub pochylonej), mierzone dwumetrową łata, nie powinno być większe niż 5 mm na całej długości lub szerokości posadzki i nie powinno powodować zaniku zaprojektowanego spadku.

Klasyfikacje równości powierzchni w normach narodowych niemieckiej DIN 18202, angielskiej BS 8204, amerykańskiej ASTM E1155 i Technicznego raportu TR 34 [2] omówiono między innymi w [1].

### Wykończenie powierzchni

Górne powierzchnie przemysłowych posadzek betonowych są utwardzane i uszlachetniane przez:

- utwardzanie betonu poprzez zacieranie, bez stosowania dodatkowych preparatów – beton polerowany,
- suche posypki w systemie DST (Dry Shake Topping),
- zaprawy cementowe i polimero-cementowe, cienkie wylewki mineralne,
- impregnaty utwardzające na bazie krzemianów i związków litu.

Najczęściej stosowane są suche posypki mineralne, układane w ilości 4-10 kg/m<sup>2</sup> na wiążący beton i zacierane mechanicznie. Grubość utwardzonej warstwy wierzchniej wynosi ok. 2-3 mm i cechuje się niskim w/c, szczelną strukturą o małej nasiąkliwości, wysoką wytrzymałością mechaniczną, wysoką odpornością na ścieranie i twardością. Suche posypki stanowią mieszanki spoiwa cementowego, dodatków mineralnych i kruszywa drobnego.

REKLAMA

**Flowcrete**  
for the world at your feet

## SZUKASZ TRWAŁEJ POSADZKI DO ZAKŁADU PRODUKCYJNEGO?

Specjalistyczne posadzki żywiczne dla przemysłu od Flowcrete Polska sprawdzają się w najbardziej wymagających warunkach.

Oferujemy bezpłatne doradztwo i specyfikacje.

+48 22 879 89 07

poland@flowcrete.com

FlowcretePolska

SKONTAKTUJ SIĘ  
Z EKSPERTAMI  
OD POSADZEK



www.flowcrete.com.pl

Stosowane są:

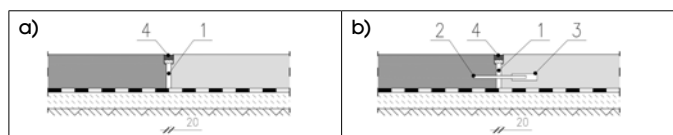
- naturalne kruszywa mineralne, jak kwarc, granit, bazalt,
- syntetyczne kruszywa mineralne, jak krzemiany wapnia, glinu, żelaza, o twardości zbliżonej do skał mineralnych,
- kruszywa metaliczne ze stali, z żelaza, żelazokrzemu lub z tlenków, jak elektrokorund, hematyt.

Po utwardzeniu powierzchnie są dodatkowo impregnowane.

## Dylatacje

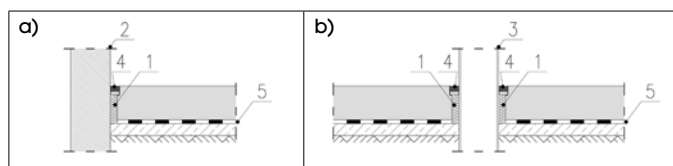
Betonowe posadzki, ze względu na odkształcenia skurczowe i termiczne, wymagają dylataowania. Wyróżnia się następujące rodzaje dylatacji.

**Dylatacje (szczeliny) konstrukcyjne** (rys. 8), zwane także termicznymi lub szczelinami rozszerzania, wykonywane między polami betonowej posadzki, pozwalające na akomodację ich odkształceń lub wzajemnych ruchów. Są stosowane w miejscach dylatacji konstrukcji budynku oraz dodatkowo w miejscach wymagających wyeliminowania szkodliwego wpływu oddziaływań termiczno-wilgotnościowych. W przypadku dużych powierzchni w halach, maksymalna odległość pomiędzy dylatacjami nie powinna przekraczać 90 metrów. Dla podkładów zewnętrznych (place składowe, drogi dojazdowe) zaleca się, by rozstaw dylatacji nie przekraczał 50 m w przypadku wykonywania robót betonowych w temperaturze otoczenia powyżej 20°C i 25 m jeśli roboty były wykonywane w temperaturze poniżej 20°C. Szerokość dylatacji konstrukcyjnych przyjmuje się zazwyczaj równą 20 mm. Dylatacje konstrukcyjne przechodzą przez całą grubość posadzki lub podkładu. Dylatacje konstrukcyjne pomiędzy poszczególnymi polami posadzki powinny być dyblowane. Dylatacje podkładów i posadzek na stropach wykonuje się bezpośrednio nad dylatacjami konstrukcji stropu, wzdłuż ścian i w liniach otworów drzwiowych (skokowa zmiana szerokości).



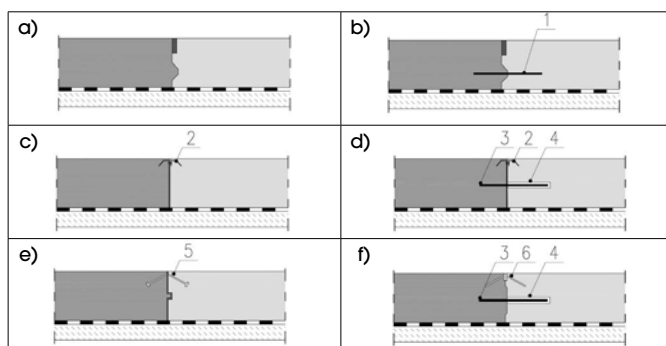
Rys. 8. Dylatacje konstrukcyjne: a) niedyblowana swobodna, b) dyblowana  
1 – przerwa dylatacji wypełniona czasami materiałem elastycznym (np. pianka poliuretanowa), 2 – dybel stalowy prętowy lub płytowy, 3 – osłona dybla umożliwiająca przesuw, 4 – uszczelnienie szczeliny

**Szczeliny (dylatacje) izolacyjne**, zwane także dylatacjami „oddzielenia” (rys. 9) – szczeliny stosowane w celu oddzielenia podłogi od innych elementów konstrukcji (szczeliny izolacyjne pionowe) albo oddzielenia konstrukcji podłogi od podłoża lub posadzki od podkładu (szczeliny izolacyjne poziome). Warstwa izolacyjna w konstrukcji podłogi stanowi jednocześnie poziomą szczelinę izolacyjną.



Rys. 9. Szczeliny izolacyjne: a) przy ścianie, b) przy słupie  
1 – przerwa dylatacji wypełniona materiałem elastycznym (pianka poliuretanowa), 2 – ściana, 3 – słup, 4 – uszczelnienie szczeliny, 5 – warstwa rozdzielcza – pozioma szczelina izolacyjna

**Dylatacje (szczeliny) stykowe**, zwane także dziennymi, roboczymi lub szczelinami stykowymi (rys. 10), wynikają z technologii wykonywania betonowej płyty posadzki lub podkładu. Występują one na obrzeżach kolejnych „dziennych” pól betonowania. Szczeliny te powinny być dyblowane. Wzdłuż linii styków dylatacje są zwykle następnie nacinane jak w przypadku szczelin skurczowych. Na obrzeżach szczelin stykowych stosowane są często specjalne profile dylatacyjne. Szerokość nacięć dylatacji stykowych wynosi zazwyczaj 3–6 mm. Rozstaw dylatacji stykowych zależy od technologii wykonywania – metoda wąskich (4–8 m) lub szerokich (8–18 m) pasów oraz metoda wielkich płaszczyzn – i wynosić może maksymalnie 40–50 metrów. W podkładach wykonywanych na stropach szczeliny stykowe należy sytuować najlepiej w osiach głównych belek nośnych.



Rys. 10. Dylatacje stykowe: a) z wpustami bez zbrojenia poprzecznego, b) z wpustami i odkształcalnym zbrojeniem łączącym, c) z blachą profilującą, d) z blacha profilującą i dyblami, e) z wygiętymi blachami, f) z okuciem krawędzi

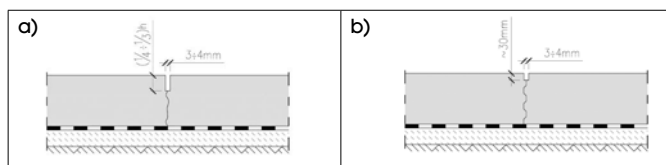
1 – zbrojenie uciągające, 2 – blachą profilującą, 3 – dybel prętowy lub płytowy, 4 – osłona dybla, 5 – gruba blacha profilująca, 6 – okucie krawędzi, 7 – dybel, 8 – osłona dybla

**Szczeliny skurczowe** wykonywane jako pozornie, nacinane lub pełne (rys. 12). Nacięcia wykonuje się na głębokość (0,25–0,33) grubości betonowej płyty, pod kątem prostym. Stosunek dłuższego boku do krótszego nie powinien być mniejszy niż 1,5. Szerokość dylatacji wynosi 3–6 mm. Przy dużych obciążeniach skupionych  $Q > 40$  kN szczeliny skurczowe zaleca się dyblować (rys. 13). Maksymalny rozstaw dylatacji skurczowych zaleca się przyjmować z następujących warunków:

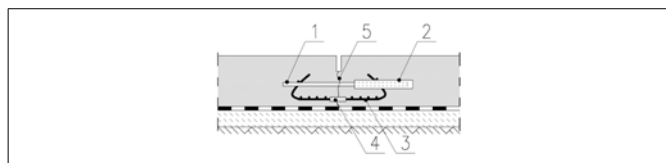
- 25-35 h, gdzie h oznacza grubość podkładu. Pierwsza wartość dotyczy posadzek na zewnątrz budynków, a druga – posadzek wewnątrz obiektów (w przypadku posadzek z fibrobetonu < 40 h),
- 4,0-6,0 m przy standardowych warunkach wykonania podkładów,
- 10 m w przypadku specjalnych warunków wykonania (mała ilość wody w mieszance betonowej, niskie ciepło hydratacji, efektywna ochrona przed wiatrem i słońcem, staranna pielęgnacja).

W Warunkach technicznych [5] zaleca się, by szczeliny przeciwskurczowe w podkładach cementowych lub betonowych wykonywane były jako nacięcia o głębokości około 1/3 grubości podkładu, w odległościach nie większych niż:

- 3 m – w podkładach na otwartym powietrzu na gruncie,
- 4 m – w podkładach na gruncie w pomieszczeniach zamkniętych,
- 6 m – w podkładach przy niewielkich zmianach temperatury,
- 5,5 m – w podkładach usytuowanych w pozostałych miejscach.



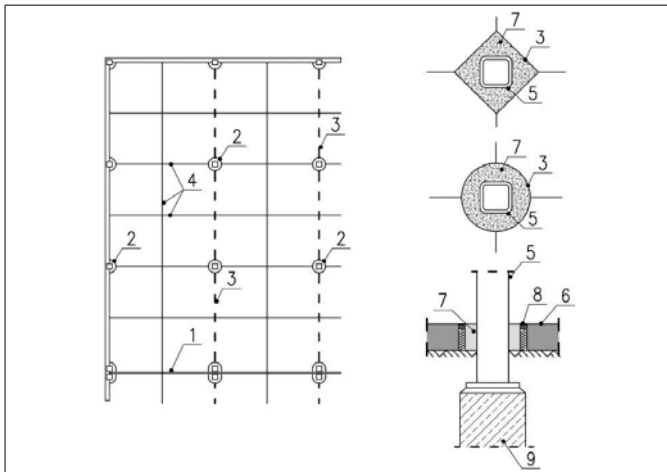
Rys. 11. Szczeliny skurczowe: a) nacinana, pozorna, b) pełna przez wzbrowanie blachy trapezowej lub falistej i nacięcie



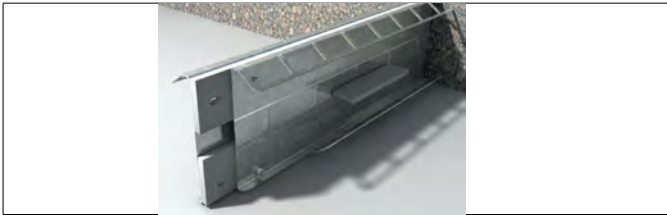
Rys. 12. Szczelina skurczowa dyblowana trzpieniami w ostionie:  
1 – trzpień, 2 – osłona trzpienia, 3 – podparcie trzpienia, 4 – osłona prętów, 5 – rysa

Na rys. 13 przedstawiono przykładowy rozkład dylatacji podkładu betonowego na gruncie oraz szczegóły dylatacji. Dylatacje powinny być projektowane w osiach słupów konstrukcji obiektu. Nie należy sytuować dylatacji podłużnych na projektowanych pasach ruchu urządzeń transportowych.

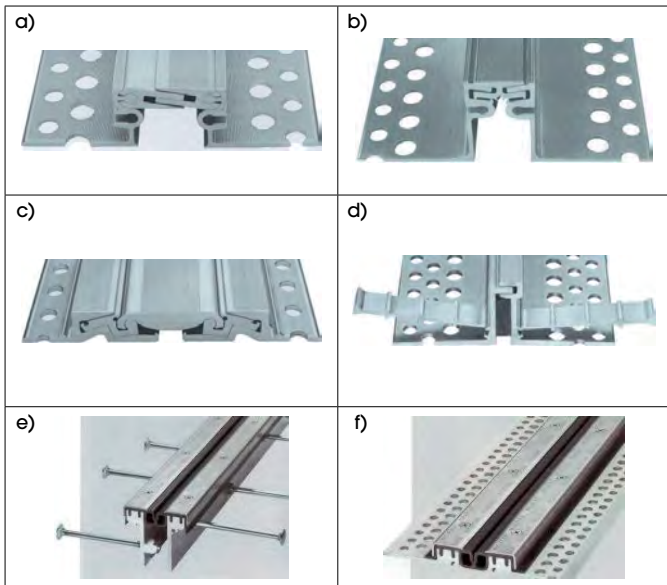
Dylatacje, w zależności od warunków eksploatacji, mogą być otwarte, lub zabezpieczone od góry elastycznymi masami. W przypadku dużych



Rys. 13. Przykładowe rozmieszczenie szczelin dylatacyjnych na rzucie  
1 – dylatacja konstrukcyjna, 2 – dylatacje izolacyjne, 3 – szczelina stykowa, 4 – szczeliny skurczowe, 5 – słup, 6 – posadzka, 7 – wypełnienie wokół słupa po wykonaniu posadzki i pełnym obciążeniu słupa, 8 – wypełnienie elastyczne, 9 – fundament



Rys. 14. Zabezpieczenie krawędzi dylatacji konstrukcyjnej profilem stalowym z płytowymi dyblami (6)

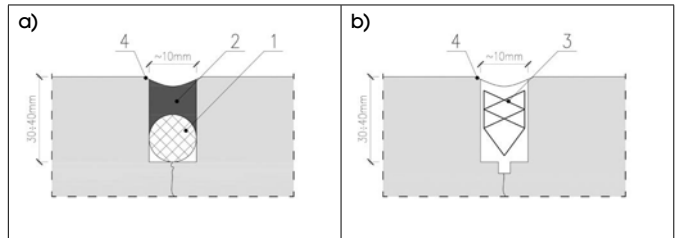


Rys. 15. Profile dylatacyjne (7):  
a) profil dla lekkich wózków widłowych, b, c) profile dla ciężkich wózków, d) profil do szczelin skurczowych przy dużych obciążeniach, e, f) profile wodoszczelne

obciążenia ruchem wózków krawędzie dylatacji są zabezpieczane przez okucia stalowymi elementami typowymi (rys. 14) lub indywidualnie projektowanymi (kotwione wzdłuż krawędzi płaskowniki lub kątowniki) oraz specjalnymi profilami dylatacyjnymi – rys. 15.

Wypełnienie masami elastycznymi szczelin nacinanych powinno się wykonywać w następujący sposób (rys. 16):

- poszerzenie nacięcia do szerokości 6–10 mm na głębokość 30–40 mm,
- szlifowanie naroży szczeliny szlifierką na głębokość ok. 2 mm pod kątem 30°–45°,
- oczyszczenie i przesuszenie oraz wciśnięcie wałka oporowego z tworzywa sztucznego,
- zagruntowanie szczeliny i wypełnienie, do poziomu dolnej krawędzi szlifowania, elastyczną masą uszczelniającą na głębokość równą szerokości szczeliny.



Rys. 16. Wypełnienie szczelin nacinanych: a) masą uszczelniającą, b) wkładką elastyczną

1 – kord, 2 – masa wypełniająca, 3 – uszczelka elastyczna, 4 – faza  $\leq 3\text{ mm}$

Wypełnienie szczelin powinno być wykonywane po wystąpieniu największych odkształceń skurczowych, czyli nie wcześniej niż ok. 2–3, a lepiej 6 miesięcy od zabetonowania podkładu. Czas ten zależy od warunków otoczenia (temperatura, wilgotność). Często przyrost odkształceń skurczowych występuje w okresie pierwszego okresu grzewczego i wówczas dochodzi do odspojenia wcześniej założonych mas wypełniających od krawędzi szczelin.

### Posadzki bezspoinowe

W celu ograniczenia liczby dylatacji w betonowych posadzkach na podłożu gruntowym wykonywane są także tak zwane posadzki bezspoinowe. W posadzkach tego typu nie wykonuje się szczelin skurczowych pozornych lub pełnych. Maksymalny wymiar jednego panelu posadzki bez dylatacji nie powinien przekraczać 2500 m<sup>2</sup>. Najbardziej właściwym kształtem jest kwadrat. W przypadku rzutu prostokątnego stosunek wymiarów boków nie powinien być mniejszy niż 1:1,5. Sugerowana ilość cementu w mieszance betonowej powinna wynosić 300–360 kg/m<sup>3</sup>, klasa betonu – maksymalnie C30/37, lepiej C25/30 (ograniczenie skurczu), w/c = 0,5. Grubość płyt posadzek bezspoinowych wynosi najczęściej 200–250 mm. Posadzka musi zapewniać swobodę odkształceń i być oddzielona od stałych elementów konstrukcji. Posadzki bezspoinowe wymagają z reguły większego zbrojenia, najczęściej rozproszonego. Stosuje się włókna stalowe lub syntetyczne o możliwie największych smukłościach. Przy smukłościach włókien l/d  $\geq 80$  ilość dodawanego zbrojenia rozproszonego nie przekracza 30 kg/m<sup>3</sup>. W posadzkach tego typu dopuszcza się powstanie rys skurczowych o rozwartościach do 0,5 mm. Ograniczenie rozwartości rys można uzyskać przez zastosowanie, niezależnie od zbrojenia rozproszonego, dodatkowo zbrojenia siatkami stalowymi. ■

**Streszczenie: Współczesne posadzki przemysłowe. Posadzki betonowe.** Artykuł dotyczy konstrukcji współczesnych przemysłowych posadzek betonowych. Uwzględniono posadzki na gruncie, płytach fundamentowych oraz stropach. Przedstawiono stosowane rozwiązania materiałowe i podstawowe wymagania. Omówiono kształtowanie i konstrukcje dylatacji betonowych posadzek.

**Abstract: Modern industrial floors. Concrete floors.** The article concerns the construction of modern industrial concrete floors. Floors on the ground, foundation plates and floor slabs have been taken into consideration. The material solutions applied in practice and the basic requirements were presented. The shaping and the design expansion joints of the concrete floors were discussed.

### Bibliografia

- [1] Hajduk P., *Projektowanie podłóg przemysłowych*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2013.
- [2] Technical Report No 34, *Concrete Industrial Ground Floors – A guide to design and construction*, wyd. 3, 2003.
- [3] Williamson N. I. H., *Concrete floors for warehousing and distribution facilities: fit for purpose*, ICE Structures and Building, May 1996, str. 235-243.
- [4] *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część B: Roboty wykończeniowe, Zeszyt 3: Posadzki mineralne i żywiczne*, Wydawnictwo ITB, Warszawa 2013.
- [5] *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część B: Roboty wykończeniowe, Zeszyt 8: Posadzki betonowe utwardzone powierzchniowo preparatami proszkowymi*, Wydawnictwo ITB, Warszawa 2014.
- [6] Materiały reklamowe firmy PERMABAN ([www.permaban.com](http://www.permaban.com)).
- [7] Materiały reklamowe firmy BUDOSPRZĘT ([www.budosprzet.pl](http://www.budosprzet.pl)).