

Dylatacje podłóg przemysłowych

Mgr inż. Piotr Hajduk, Biuro Konstrukcyjno-Budowlane HAJDUK

1. Wprowadzenie

Podłogi przemysłowe należą do najbardziej narażonych na uszkodzenia elementów budownictwa przemysłowego. Właściwe i bezawaryjne ich użytkowanie zależy, w dużej mierze, od wybranego systemu dylatacji. Stosowanie szczelin dylatacyjnych ma na celu przeciwdziałanie pękaniu płyty spowodowanemu skurczem betonu i siłami termicznymi. Wymiary płyty dobiera się tak, aby siły powstające w nawierzchni pod wpływem oddziaływań nie przekraczały wytrzymałości na rozciąganie betonu lub żelbetu.

2. Podstawowe zasady planowania dylatacji

Pierwszym zagadnieniem, jakie projektant powinien rozwiązać, jest odpowiedź na pytanie, czy konieczne jest wykonanie dylatacji? Jeżeli z określonych względów (np. niedopuszczenie do zarysowania się płyty posadzki, brak pewności, że zastosowane zbrojenie zabezpieczy ją przed zarysowaniem, określone możliwości techniczne wykonawcy) jest konieczne wykonanie płyty betonowej z dylatacjami, należy dokonać podziału nawierzchni na poszczególne pola. Trzeba wtedy uwzględnić następujące wytyczne:

- przyjmując pola najlepiej kwadratowe lub prostokątne, ale o wymiarach boków B/L < 1.5, przy czym zaleca się stosunek 1:1,
- szczeliny poprzeczne powinny się krzyżować z podłużnymi i ich łączenia nie mogą być wzajemnie przesuwane,
- nie stosować płyt wąskich lub zakończonych spiczasto, gdyż bardzo prawdopodobne są wtedy obłamania lub pęknięcia,
- należy unikać dylatacji w miejscach występowania dużych sił skupionych,
- nie stosować szczelin podłużnych na trasach ruchu kołowego oraz unikać skrzyżowań na głównych ciągach transportowych,
- w przypadku płyt zaprojektowanych jako tzw. związane z podbudową (leżących np. na starej podbudowie betonowej) spoiny w nowej nawierzchni muszą się pokrywać ze starymi wykonanymi w płycie będącej podbudową,
- nie stosować wklęsłych naroży, a jeżeli takie występują, należy je dodatkowo ponacinać,
- szczeliny wykonywane w płycie betonowej na izolacji termicznej należy dyblować,
- powinno się dyblować szczeliny poprzeczne na tra-

sach ruchu kołowego przy naciskach kół > 60 kN, a przy nacisku > 40 kN należy dyblować szczeliny nacinane przy rozstawach powyżej 6 m oraz dylatacje robocze przy rozstawach powyżej 8 m.

Odległość pomiędzy poszczególnymi dylatacjami jest uzależniona od następujących czynników:

- grubości płyty betonowej,
- lokalizacji nawierzchni (w zamkniętej hali, pod wiatą czy bezpośrednio na wolnym powietrzu),
- temperatury panującej w czasie twardnienia betonu,
- przyjętej technologii betonowania – metoda długich pasów, metoda wielkich powierzchni – beton próżniowy, beton zbrojony włóknami stalowymi itd.,
- stosowanego sprzętu do wykonywania płyty nawierzchni,
- równości podbudowy,
- wielkości tarcia betonu po podbudowie,
- wielkości i sposobu działania obciążeń długotrwałych,
- szczególnych wymogów inwestora co do użytkowania nawierzchni,
- wymagań dotyczących rysoodporności posadzki (czy dopuszcza się powstanie rys, czy nawierzchnia musi zostać niezarysowana?),
- występowania lokalnych przeszkód w postaci słupów, kanałów, ścian, obniżek w posadzce itp.,
- zakładanego sposobu pielęgnacji świeżego betonu (stosowania dodatkowych zabiegów w postaci przykrycia folią, zraszania wodą, natryskiwania pielęgnacyjnym środkiem powłokotwórczym).

W tablicy 1 przedstawiono stosowane rozstawy pomiędzy szczelinami w zależności od lokalizacji nawierzchni i przyjętej technologii wykonania płyty betonowej według wytycznych niemieckich. Jak podano w tablicy, w halach zamkniętych możliwe są, przy zastosowaniu tzw. specjalnej technologii wykonawstwa, rozstawy pomiędzy szczelinami do 12 m. Odstęp przekraczający 12 m w standardowych betonowych podłogach przemysłowych są na ogół tylko wtedy dopuszczalne, gdy zakłada się możliwości wystąpienia rys. Zbliżone wartości podaje norma amerykańska [4] uzależniając dodatkowo rozstaw dylatacji od grubości płyty.

W przypadku gdy niepożądane jest wykonywanie szczelin dylatacyjnych, a musi zostać zagwarantowana rysoodporność posadzki (lub szerokość rys musi mieścić się w wyznaczonym przepisami zakresie), konieczne jest zastosowanie zbrojenia ciągłego, ewentualnie w połączeniu ze zbrojeniem rozproszonym. Ideą rozwiązania jest pozostawienie możliwości powstawania kontrolo-

Tabela 1. Stosowane rozstawy pomiędzy szczelinami w zależności od lokalizacji nawierzchni i przyjętej technologii wykonania płyty betonowej [1]

Lokalizacja nawierzchni	Odległości pomiędzy szczelinami dylatacyjnymi w płycie betonowej
Nawierzchnie wykonywane na wolnym powietrzu	$L \leq 6$ m oraz $L \leq 34h$ (przy płytach zbliżonych do kwadratu $L/B < 1.25$) $L \leq 30h$ (przy płytach zbliżonych do prostokąta od $1.25 < L/B < 1.5$)
Nawierzchnie wykonywane w otwartych halach przy standardowej technologii wykonawstwa	$L \leq 7.5$ m
Nawierzchnie wykonywane w zamkniętych halach przy zastosowaniu specjalnej technologii wykonawstwa ⁽¹⁾	$L \leq 12$ m ⁽²⁾

(1) specjalnie dobrane parametry mieszanki betonowej, zawartość wody w mieszance betonowej $w < 165$ kg/m³, szczególna ochrona świeżego betonu (ochrona przed nasłonecznieniem oraz zbyt szybkim ochłodzeniem), pielęgnacja rozpoczęta natychmiast po zabetonowaniu (np. poprzez natrysk powłoki ochronnej), dwa razy wydłużony okres pielęgnacji w porównaniu do warunków standardowych, dobrze przygotowane podłoże gruntowe i podbudowa, ułożenie warstwy poślizgowej pomiędzy płytą posadzki i podbudową, ochrona nawierzchni przed zmianami temperatur, zastosowanie zabezpieczenia fug poprzez dyblowanie

(2) konieczne jest wykonanie obliczeń sprawdzających

wanych spękań nawierzchni. Możliwe jest wykonywanie powierzchni bez dylatacji o wielkości nawet kilku tysięcy metrów kwadratowych. Technologia ciągłego zbrojenia płyty wymusza zastosowanie dużych ilości stali zbrojeniowej oraz zapewnienie bardzo ostrego reżimu wykonawstwa.

Ilość zbrojenia przeciwskurczowego można obliczyć ze wzoru (7.1) normy [5]. Często, w celu określenia ciągłego zbrojenia w przekroju płyty w jednym kierunku, stosuje się również wzór:

$$A_s = \frac{f_{ct}}{0.75 f_{yd} - \frac{E_s}{E_{cm}} f_{ct}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

gdzie: A_s – procentowa zawartość zbrojenia podłużnego w przekroju betonowym płyty, f_{ct} – wytrzymałość betonu na rozciąganie bezpośrednio, w MPa, f_{yd} – granica plastyczności stali zbrojeniowej, w MPa, $0,75f_{yd}$ – dopuszczalne naprężenie w stali, w MPa, E_s – moduł sprężystości stali zbrojeniowej, w MPa, E_{cm} – moduł sprężystości betonu, w MPa.

Wskaźnik zbrojenia podłużnego wynosi wtedy około 0,7% w stosunku do przekroju betonu. Przy takim zbrojeniu zaobserwowana rozwartość rys nie przekracza 0,5 mm, rysy są usytuowane średnio w odległościach 1–3 m.

Jeżeli powstawanie rys jest całkowicie wykluczone, należy stosować sprężanie nawierzchni.

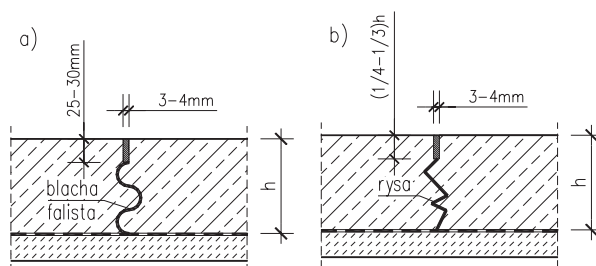
W podłogach przemysłowych stosuje się trzy rodzaje szczelin dylatacyjnych:

- szczeliny skurczowe,
- szwy robocze (stykowe),
- dylatacje konstrukcyjne.

3. Szczeliny skurczowe

Szczeliny skurczowe służą do umożliwienia płytom podłogi przemysłowej ruchów pod wpływem zjawisk chemicznych w czasie wiązania cementu i pod wpływem zmian temperatury. Dylatacje służą do zneutralizowania sił rozciągających, które powstają na skutek normalnego, technologicznego skurczu betonu, jak również skurczu termicznego, powodowanego obniżeniem temperatury powietrza. Szczeliny mogą być pełne lub pozorne.

Jednym ze sposobów wykonywania szczelin skurczowych pełnych jest wstawienie (wstawienie) w masę betonową wkładki falistej, np. z blachy trapezowej (rys 1a). Obecnie najczęściej wykonuje się dylatacje w postaci szczelin pozornych przez nacięcie w betonie piłą rowków o szerokości 3–4 mm i głębokości około 60 mm (1/4 do 1/3 grubości płyty betonowej). Nacinanie jest wykonywane 12–48 godzin od ułożenia betonu. Wskazane jest jak najwcześniejsze przystąpienie do wykonywania nacięć. Jednakże nacinanie można rozpocząć dopiero, gdy piła nie wrywa już ziaren kruszywa. W miejscu nacięcia powstaje przekrój o mniejszej sztywności, co w konsekwencji prowadzi do pęknięcia płyty poniżej nacięcia (rys. 1b).



Rys. 1. Szczeliny skurczowe: a) szczelina skurczowa pełna, b) szczelina skurczowa pozorna

Standardowo obciążona podłoga przemysłowa ($Q < 40$ kN) nie wymaga dyblowania szczelin skurczowych. Siły ścinające są przenoszone przez wzajemne zazębianie się powstałych po pęknięciu sąsiednich fragmentów płyty. Jeżeli naciski od kół pojazdów $Q > 60$ kN lub przy rozstawach szczelin powyżej 6 m i jednocześnie naciskach od kół pojazdów $Q > 40$ kN, zalecane jest dyblowanie szczelin [1].

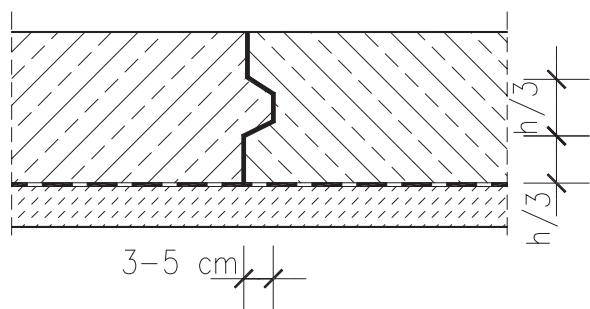
Jeżeli sposób wykorzystania nawierzchni na to pozwala, np. ze względów higienicznych, nacięcia mogą pozostać niewypełnione. W przeciwnym razie konieczne jest wypełnienie szczelin. Powinno się ono odbywać najwcześniej miesiąc po zabetonowaniu płyty.

4. Dylatacje robocze

Dylatacje robocze oddzielają poszczególne płyty nawierzchni na całej ich grubości i umożliwiają im rozszerzanie się lub kurczenie. Powstają na ogół w miejscach przerw roboczych, które są najczęściej efektem podziału nawierzchni na fragmenty możliwe do wykonania w ciągu jednej zmiany roboczej.

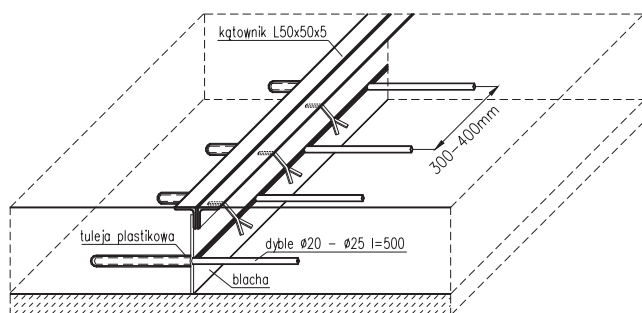
Do niedawna dylatacje były wykonywane przy łączeniu sąsiednich płyt na wpust i pióro lub łączeniu dyblowanym. Obecnie dostępnych jest wiele różnych systemów dylatacyjnych pozwalających na dobór rozwiązania w zależności od grubości płyty nośnej, wielkości obciążeń i przewidywanych szerokości złącza.

Połączenia na wpust i pióro można wykonywać w płytach o grubości powyżej 20 cm, gdy obciążenia skupione, np. kołami samochodów, nie przekraczają 40 kN, a odstęp między szczelinami nie są większe niż 8 m [1]. Wykonanie dylatacji polega na ukształtowaniu trapezowego zazębienia pomiędzy sąsiednimi fragmentami posadzki (rys. 2).



Rys 2. Szczelina robocza – połączenie na wpust i pióro

W nawierzchniach o grubości poniżej 20 cm, rozstawie szczelin powyżej 8 m i obciążeniach punktowych większych niż 40 kN połączenia należy dyblować. W miejscach o przewidywanym dużym ruchu ciężkich pojazdów lub wózków podnośnikowych o twardej oponie zalecana jest ochrona kątów szwów. Jednym ze sposobów jest „okuwanie” szczelin kątownikami (rys. 3).



Rys. 3. Dylatacja robocza – przykładowy sposób zabezpieczenia kątownikami naroży połączenia dyblowanego

Na rynku budowlanym można spotkać wiele różnych systemów, których zastosowanie umożliwi eliminację niedogodności występujących przy stosowaniu rozwiązań tradycyjnych, jak np. konieczność stosowania drewnianych szalunków oddzielających sąsiednie pola od siebie w czasie betonowania płyty.

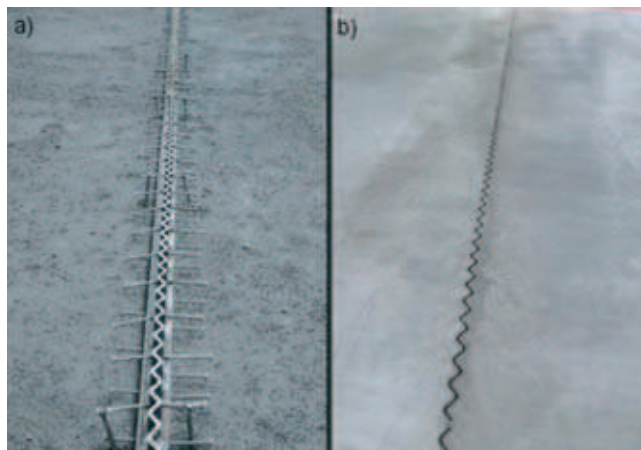
W zależności od umiejscowienia dylatacji, jej funkcji oraz zakładanego sposobu użytkowania, można dobrać system tylko umożliwiający oddzielenie sąsiadujących ze sobą pól roboczych, system z dodatkowym zabezpieczeniem krawędzi połączenia, czy również wariant pozwalający na przeniesienie i rozłożenie, na płytę nośną, sił skupionych oddziaływujących na złącze.

Przykładem mogą służyć wszelkiego rodzaju profile typu omega (rys. 4) będące modyfikacją standardowego połączenia na pióro i wpust. Są wykonywane z dwóch profili stalowych połączonych ze sobą. Grubość blachy wynosi zazwyczaj 2 do 5 mm, a wysokość 12 do 30 cm. Podczas skurczu betonu oba profile odsuwają się od siebie i tym samym dylatacja się otwiera. Możliwe jest zastosowanie dodatkowych trzpieni zapobiegających klawiszowaniu się płyt betonowych i zapewniających dobrą przyczepność profilu do betonu.



Rys. 4. Przykładowy profil typu omega (fot. wg [6])

Z ciekawszych rozwiązań systemowych na uwagę zasługują dylatacje sinusoidalne (rys. 5). Ich podstawowym elementem są dwa ciągle symetryczne profile



Rys. 5. Dylatacja wykonana z profili sinusoidalnych: a) profil przed zabetonowaniem, b) płyta po zabetonowaniu (fot. wg [7])

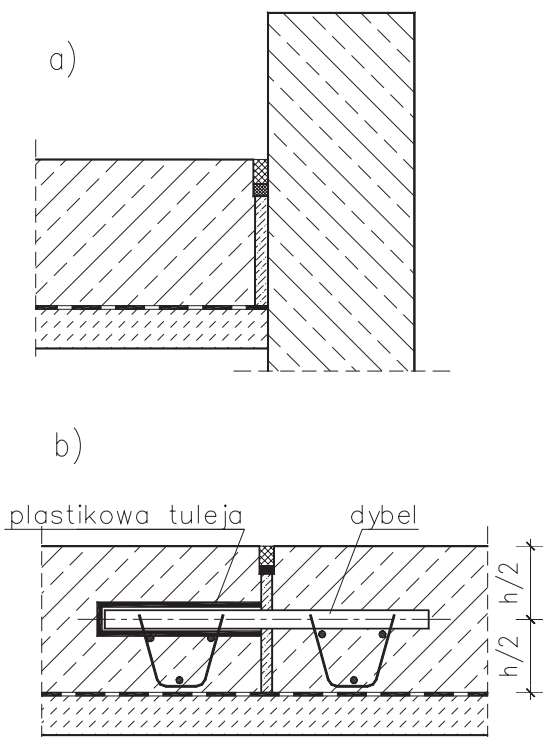
dolne (prostoliniowe lub sinusoidalne) i dwa górne – sinusoidalne połączone poziomymi blachami zapewniającymi horyzontalny ruch rozdzielonych płyt i przenoszącymi siły poziome. Grubość blach poszczególnych części składowych wynosi od 3 do 5 mm. Standardowo jest możliwe wykonywanie złączy w płytach o grubości do 30 cm. Dla zapewnienia dobrego zakotwienia w betonie profile mają po obu stronach przyspawane 2 rzędy kołków kotwowych. Rozwiązanie umożliwia ciągłe podparcie kół podczas przejazdu i wyeliminowanie uderzeń kół o krawędzie płyt betonowych przy przejazdach, co gwarantuje przejazd wolny od wstrząsów i wibracji [7].

5. Dylatacje konstrukcyjne

Dylatacje konstrukcyjne wykonuje się przez całą grubość płyty betonowej. Rozróżnia się szczeliny swobodne i nieswobodne (rys. 6). Płyty rozdzielone szczelinami swobodnymi mogą przesuwać się względem siebie w trzech kierunkach: pionowym, poziomym podłużnym i poziomym poprzecznym. Szczeliny nieswobodne dopuszczają tylko ruch w kierunku podłużnym, ewentualnie poprzecznym.

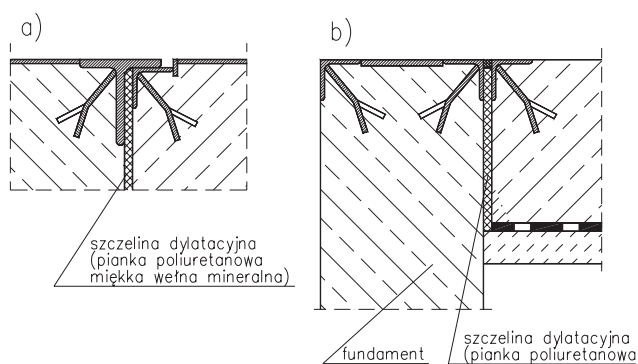
Szczeliny są najczęściej stosowane jako obwodowe. Ich zadaniem jest, przede wszystkim, oddylatowanie płyty posadzki od innych elementów konstrukcyjnych, jak ściany, podwaliny, słupy, fundamenty itd.

Na ogół nie ma potrzeby stosowania szczelin konstrukcyjnych w wewnętrznym obszarze podłogi przemysłowej. W tym miejscu bezawaryjną pracą nawierzchni



Rys. 6. Dylatacje konstrukcyjne: a) swobodna, b) nieswobodna

ni gwarantują dylatacje przeciwskurczowe i robocze. Szczeliny konstrukcyjne wewnątrz obszaru podłogi są projektowane i wykonywane w przypadkach szczególnych, np. oddzielenie dwóch rejonów o różnych wymaganiach technologicznych, lub w długich nawierzchniach niezadaszonych, w celu umożliwienia płytom swobodnego przesuwu wywołanego zmianami temperatury. Są także stosowane w celu oddzielenia dwóch obszarów o różnych typach obciążeń, czy rejonu pracy maszyn, których praca wywołuje oddziaływania o charakterze dynamicznym.



Rys. 7. Szczelina konstrukcyjna wykonana przy zastosowaniu typowych kształtowników walcowanych: a) na trasach ciężkich pojazdów z twardym ogumieniem, b) w obszarze bram i wjazdów

Szerokość dylatacji wynosi na ogół 10 mm. Jako wypełnienie stosuje się materiały o dużej ściśliwości (miękka wełna mineralna, miękkie płyty styropianowe, gąbki z pianki poliuretanowej itp.). Nie należy stosować twardych wypełnień, gdyż powodują one powstawanie dodatkowych niepożądanych oddziaływań.

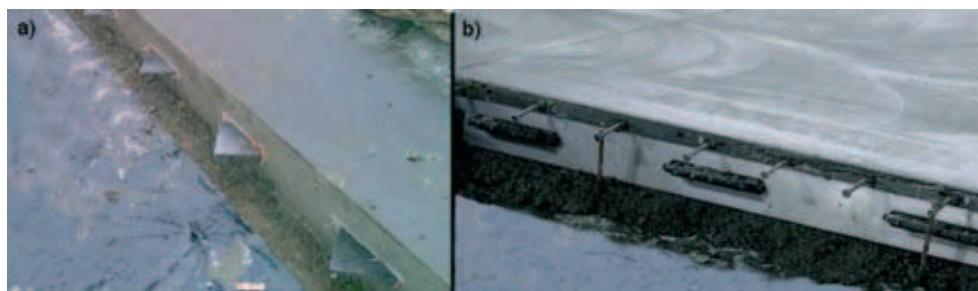
Błędem mającym negatywne następstwa dla płyty podłogi przemysłowej jest, często stosowane, dodatkowe kotwienie słupów lub podwalin do posadzki. Elementy takie, przekazując oddziaływania poziome, wytwarzają dodatkowy, niepożądany stan naprężeń, co w efekcie prowadzi do popękania płyty betonowej.

Przy występowaniu ruchu ciężkich pojazdów o twardym ogumieniu często konieczne jest zastosowanie dodatkowych okuć naroży z kątowników, teowników lub zastosowanie specjalnych systemów dylatacyjnych pozwalających na ruchy nawierzchni przy jednoczesnym pełnym zabezpieczeniu połączenia. Bardzo newralgiczne dla nawierzchni są również obszary w pobliżu bram i wjazdów do hal produkcyjnych. Tutaj również powinno się wykonywać dodatkowe zabezpieczenia, np. w postaci kątowników (rys. 7).

6. Dyblowanie i kotwienie szczelin

Dyblowanie szczelin

Dybel jest to zwykle pręt stalowy, bez haków, ułożony prostopadle do płaszczyzny szczeliny i zapewniają-



Rys. 8.
Złącza wykonane przy wykorzystaniu płyt dyblujących:
a) rombów,
b) trapezów [8]

cy częściowe przenoszenie obciążenia zewnętrznego na sąsiednią płytę, a równocześnie umożliwiający poziome ruchy obu płyt.

Dyblowanie płyt betonowych ma na celu umożliwienie wzajemnej współpracy dwóch sąsiednich pasm nawierzchni przy przejmowaniu sił. Ponadto dyblowanie zabezpiecza nawierzchnię przed tworzeniem się uskoków w miejscach poszczególnych szczelin.

Stosowanie dybli jest zalecane w obszarach o dużym ruchu ciężkich pojazdów $Q > 40$ kN oraz gdy istnieje obawa nierównomiernego osiadania sąsiednich płyt (klawiszowanie).

Dyble wykonywane są z gładkich prętów stalowych lub jako elementy płytowe. Wbudowuje się je w środku grubości płyty, prostopadle do przerwy roboczej. Najbardziej rozpowszechnione są pręty okrągłe o średnicy 16–32 mm (najczęściej 20–25 mm), prostokątne lub kwadratowe (najczęściej 25 x 25 i 20 x 20 mm). Ich przekrój zależy od obciążenia płyty posadzki, jej grubości oraz parametrów i rodzaju podbudowy. Długość dybli mieści się w granicach od 400 do 650 mm. Rozstaw prętów wynosi od 250 do 500 mm. Najczęściej stosowane są dyble o długości 500–600 mm i wzajemnym rozstawie 330 mm (3 dyble na metr bieżący dylatacji). Długość jednostronnego zakotwienia przyjmuje się równą 10 średnicom pręta. Najnowsze rozwiązania umożliwiają nie tylko ruchy płyty wzdłuż złącza, ale również w jego poprzek, np. niektóre typy dybli kwadratowych, co jest istotne w miejscach krzyżowania się dylatacji. Na uwagę zasługują również płyty dyblujące o kształcie rombu, kwadratu, a zwłaszcza trapezu (rys. 8). Są umieszczane co 450–600 mm. Zapewniają dwukierunkowy poziomy ruch zapobiegając zakleszczeniu płyt względem siebie oraz zapewnia-

ją dużo lepsze przenoszenie obciążeń z jednej płyty na drugą przy szczelinie dylatacyjnej.

Dyble stosowane w szczelinach roboczych i konstrukcyjnych muszą przenosić siły poprzeczne i umożliwiać swobodne ruchy płyty w kierunku podłużnym. Wykonawstwo dylatacji dyblowanej polega na tym, że jedną połowę pręta zabetonowuje się na stałe w płycie, a drugą przed zabetonowaniem pokrywa się materiałem izolacyjnym chroniącym stal przed połączeniem z betonem lub osadza się w plastikowej tulei (rys. 2).

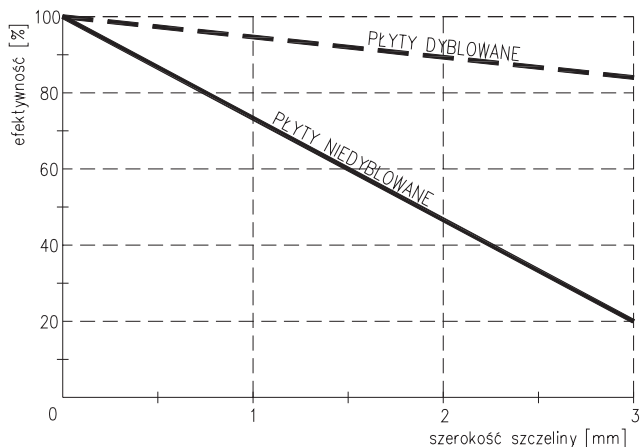
Wymiarowanie polega na sprawdzeniu wytrzymałości dybla oraz betonu, w którym jest on zakotwiony. Najczęściej o wytrzymałości połączenia dyblowanego decyduje wytrzymałość betonu. Często też z tego powodu stosuje się dodatkowe dozbrojenie połączenia w celu zwiększenia możliwości przenoszenia większych sił. W tabeli 2 przedstawiono wyniki obciążeń granicznych przy zniszczeniu dybli lub betonu, na podstawie założeń podanych w [3], przyjmując następujące założenia: beton niezbrojony o wytrzymałości na ściskanie 40 MPa, stal dybli i płyt dyblujących S275JR oraz S275JRG2, rozwartość szczeliny 20 mm.

Zastosowanie płyt trapezowych pozwala na uzyskanie około dwukrotnie większych nośności w porównaniu do dybli prętowych i 65% więcej niż płyty dyblujące rombowe. Ponadto trapezowe płyty dyblujące, według ich producenta, zmniejszają czterokrotnie, w porównaniu do dybli prętowych, ruchy pionowe przyległych płyt.

Jak zaznaczono wcześniej, dyble znacznie poprawiają pracę szczelin: płyty mniej klawiszują, szczeliny mniej się rozszerzają. O ile przy szczelinach niedyblowanych szerokości ponad 1 mm współpraca płyt spada poniżej 50%, o tyle przy szczelinach dyblowanych szerokość szczeliny nie ma tak dużego wpływu na współpracę płyt [2].

Tabela. 2. Wyniki obciążeń granicznych przy zniszczeniu dybli lub betonu [8]

Typ dybla lub płyty dyblującej	Rozstaw [mm]	Grubość [mm]	Geometria [mm]	Wytrzymałość na ścinanie [kN/m]	Wytrzymałość na zginanie [kN/m]	Wytrzymałość na ścinanie ze zginaniem [kN/m]
dybel kwadratowy	300	20	przekrój dybla 20x20, długość 600	56,00	145,00	105,30
DD10 – płyty dyblujące rombów	600	10	wymiar przekątnych rombu $d_1 = d_2 = 161$	74,83	122,19	116,93
TD 10 – płyty dyblujące trapezów	600	10	podstawy trapezu $a = 164$, $b = 140$ wysokość trapezu 120 mm	82,00	224,34	214,67



Rys. 9. Efektywność współpracy płyt zależnie od szerokości szczeliny (według badań amerykańskich) [2]

Badania amerykańskie szerokości szczelin dyblowanych i niedyblowanych pod nacinanym rowkiem wykazały znaczny wpływ szerokości szczelin na wzajemną współpracę sąsiednich płyt (rys. 9). Im rysa powstała pod nacięciem ma mniejszą szerokość, tym lepsza wzajemna współpraca. Dla płyt niedyblowanych wraz ze wzrostem szerokości szczeliny współpraca szybko maleje. W zasadzie można przyjąć, że współpraca jest zagwarantowana tylko do szerokości 1 mm [4].

Współpracę sąsiednich płyt nawierzchni zwiększa się przez:

- ograniczanie odstępów pomiędzy szczelinami,
- unikanie betonowania w wysokich temperaturach,
- obniżenie temperatury mieszanki betonowej,
- stosowanie do betonu grubego kruszywa, pozwalającego na lepsze zazębienie się płyt w miejscach pęknięć,
- zwiększanie sił tarcia, czyli w konsekwencji zwiększanie ciężaru – grubości płyt.

W celu określenia szerokości szczeliny przeciwskurczowej pod nacinanym rowkiem można posłużyć się wzorem:

$$\Delta s = \mu \cdot L \cdot (\alpha \cdot \Delta t + \varepsilon) \quad (2)$$

gdzie: D_s – szerokość szczeliny, μ – współczynnik tarcia płyty o podbudowę (podłoże), proponowane wartości według badań amerykańskich i francuskich $m=0.65$ dla podbudów, $\mu=0.8$ dla podłoża, L – długość płyty, α – współczynnik rozszerzalności termicznej betonu, Δt – różnice temperatur pomiędzy temperaturą w czasie twardnienia betonu a temperaturą płyty w okresach użytkowania, ε – współczynnik skurczu hydraulicznego betonu.

Kotwienie płyt

Kotwy różnią się od dybli prętowych tym, że są na ogół z obu stron zakończone hakami. Zadaniem ich jest przenoszenie obciążenia zewnętrznego na sąsiednią

płytę, niedopuszczenie do pionowego przemieszczania się płyt, np. skrajnych płyt w nawierzchniach zlokalizowanych na wolnym powietrzu i przeciwdziałanie rozchodzeniu się płyt. Stosowane średnice kotew wynoszą od 12 do 20 mm, a ich długości 60–80 cm. Układane są analogicznie jak dyble w środku grubości płyt. Zwykle stosuje się je w rozstawie nieprzekraczającym 1,5 m, na ogół co 30–60 cm.

7. Podsumowanie

Wymagania stawiane podłogom przemysłowym są bardzo różnorodne i zależą przede wszystkim od sposobu ich użytkowania. Poprawnie wykonana posadzka przemysłowa musi zapewniać wymaganą przepiśmami równość, rysoodporność, długotrwałą odporność na działanie obciążeń, wpływ czynników chemicznych i mechanicznych. Analogiczne wymagania muszą spełniać dylatacje. Elementy te niepotrzebne z punktu widzenia użytkowników, gdyż są głównym powodem powstawania uszkodzeń w posadzce, często są konieczne w celu uniknięcia powstawania niekontrolowanych rys. Jednak drobna rysa gwarantująca dobre zazębienie się sąsiednich fragmentów płyty podłogi przemysłowej jest dużo mniej szkodliwa niż źle wykonana dylatacja. O ile wykonawstwo dylatacji jest czynnością dość drogą i pracochłonną, o tyle ich naprawa jest bardzo kosztowna, czasochłonna i często powoduje znaczne zakłócenia w funkcjonowaniu zakładu przemysłowego. Z tego względu bardzo ważne jest już na etapie wczesnego planowania funkcjonalnego, a następnie powstawania projektu i w czasie realizacji inwestycji, właściwe rozplanowanie i wykonanie prawidłowych dylatacji.

Zagadnienia opisane w artykule, w szerszym zakresie zostały przedstawione w książce "Projektowanie podłóg przemysłowych" wydanej przez Wydawnictwo Naukowe PWN.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Lohmeyer G. Eberling K., Betonböden für Produktions- und Lagerhallen: Planung, Bemessung, Ausführung, Verlag: Bud + Technik., Düsseldorf 2012
- [2] Rolla S., Nowoczesne nawierzchnie betonowe, wyd. 1, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1983
- [3] Technical Report No 34, Concrete Industrial Ground Floors – A guide to their Design and Construction, wyd. 2, 1994, wyd. 3, 2003
- [4] ACI 360R-10 Guide to Design of Slabs-on Ground
- [5] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu, Część 1–1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [6] Materiały informacyjne firmy Betomax (www.betomax.pl)
- [7] Materiały informacyjne firmy Hegelhof Concrete Joints (www.hcjo-ints.be)
- [8] Materiały informacyjne firmy Premaban (www.permaban.com)