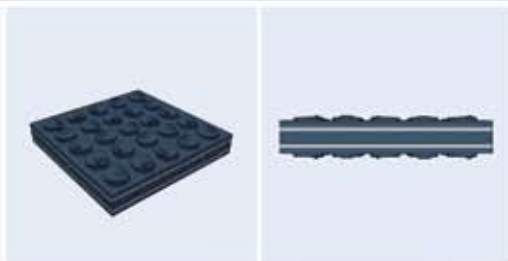
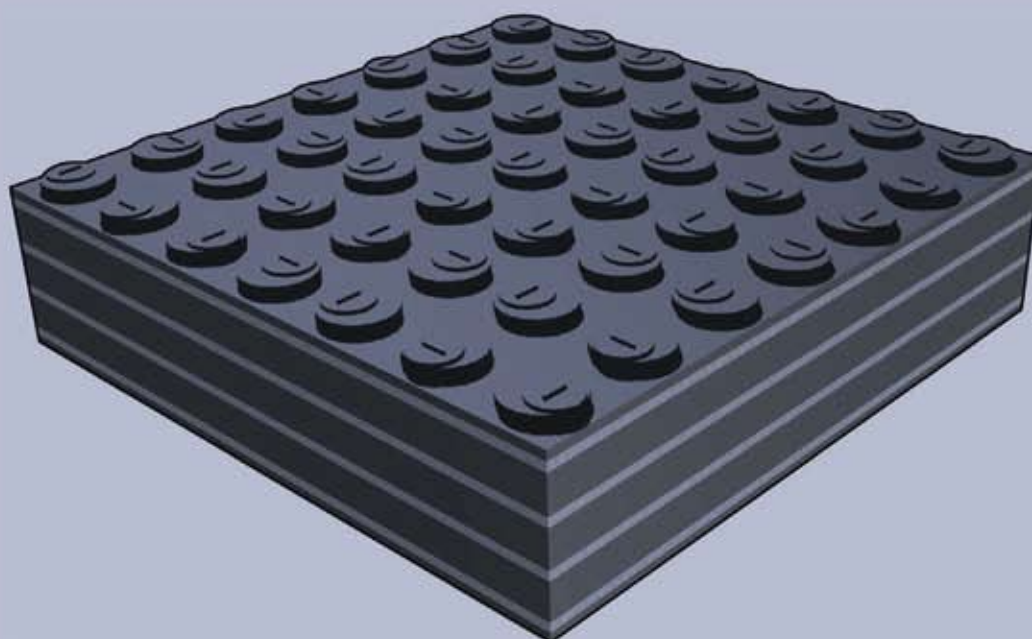


PODKŁAD WARSTWOWY Q



Zbrojona płytkami stalowymi podkładka elastomerowa o nośności do 15 N/mm² wyposażona w cylindryczne wypustki na powierzchniach styku

Wzory do wymiarowania

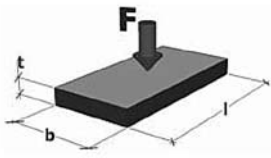

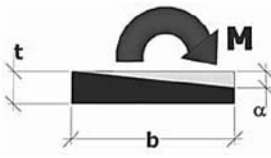
Spis treści

Wzory do wymiarowania	2
Opis produktu	2
Dane do specyfikacji i kalkulacji	3
Tabela do wymiarowania 1	4
Tabela do wymiarowania 2	5
Odległości krawędziowe	6
Sztywność poprzeczna	7
Obiekty referencyjne	7
Wskazówki montażowe	8
Charakterystyka	8
Odkształcenie	9
Dostępne wymiary i formy dostawy	9
Materiał	9
Rozkład naprężeń	10
Przykład obliczeniowy	11
Obszary zastosowania	11
Raporty z badań, świadectwa techniczne	12
Odporność ogniowa	12

Opis produktu

Calenberg Podkład warstwowy Q jest zbrojoną podkładką elastomerową. Jest zbudowany z warstw elastomerowych, pomiędzy którymi znajdują się płytki wykonane ze stali odpornej na warunki atmosferyczne. Poszczególne warstwy elastomerowe są połączone z płytkami stalowymi w procesie wulkanizacji i tworzą zbrojoną podkładkę podatną na ściskanie pod obciążeniem. Cechą wyróżniającą Podkład warstwowy Q są punktowe, cylindryczne wypustki elastomerowe, rozmieszczone na planie kwadratu, które umożliwiają niwelację nierówności stykających się powierzchni.

Strona

Wzory do wymiarowania		
Typ obciążenia	Wzory	
<p>Dopuszczalne średnie naprężenie ściskające (w środku powierzchni)</p> 	<p>Naprężenie dopuszczalne $\sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Dotyczy:</p> <ul style="list-style-type: none"> podkładek prostokątnych o wymiarach $l \geq b \geq 100 \text{ mm}$ podkładek okrągłych o średnicy $D \geq 120 \text{ mm}$ 	
<p>Grubość podkładki i grubość warstw elastomerowych</p>	<p>Grubość podkładki t [mm]</p> <p>t = 10 t = 20 t = 30 t = 40</p>	<p>Grubość łączna warstw elastomerowych T [mm]</p> <p>T = 6 T = 14 T = 22 T = 30</p>
<p>Odkształcenie sprężyste podkładki (ściśnięcie)</p> 	<p>Patrz str. 9</p>	
<p>Dopuszczalny kąt obrotu</p> 	<p>Dopuszczalny kąt obrotu dop. $\alpha = \frac{200 \cdot T}{b} \leq 40 \text{ [‰]}$ podkładka prostokątna</p> <p>Dopuszczalny kąt obrotu dop. $\alpha = \frac{225 \cdot T}{D} \leq 40 \text{ [‰]}$ podkładka okrągła</p> <p>Zgodnie z normą DIN 4141 cz. 3 ewentualne dodatkowe tolerancje wynikające z nierówności lub odchyłek od równoległości powierzchni styku elementów należy uwzględnić jako zamierzone obroty elementów.</p>	

a, b, d, l, t, u w mm, A_E w mm², H w kN, c_s w kN/mm

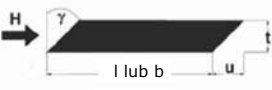
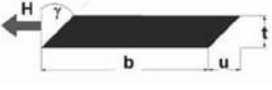
Wymiarowanie

Dane do specyfikacji i kalkulacji

Calenberg Podkład warstwowy Q, zbrojona podkładka elastomerowa wykonana z kauczuku CR (zgodnie z normą DIN 4141 cz. 140/150) ze zwulkanizowanymi płytkami ze stali WTSt 52-3 odpornej na warunki atmosferyczne, wyposażona w elastomeryczne wypustki kompensujące odchyłki i niwelujące nierówności w powierzchniach styku elementów konstrukcyjnych; nośność do 15 N/mm²; wysoce odporna na starzenie; posiada świadectwo techniczne nr P-852.0290-3.

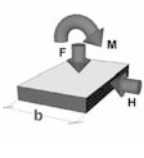




Długość: mm
 Szerokość: mm
 Grubość: mm
 Liczba: szt.

Producent:
 Calenberg Ingenieure GmbH
 Am Knübel 2-4
 D-31020 Salzhemmendorf
www.calenberg-ingenieure.de

Wzory do wymiarowania																
Typ obciążenia	Wzory															
Odształcenie poziome 	<p>dop. $u \leq 0,7 \cdot T$ [mm]</p> <p>Odształcenie istniejące $u = \frac{H \cdot 10000}{c_s \cdot A_E}$ [mm]</p> <p>Wzór obowiązuje w przypadku większej lub równej długości l lub szerokości b, lub średnicy D (mierzonej w kierunku odształcenia) dla podkładki:</p> <table border="0"> <tr> <td>• prostokątnej</td> <td>• okrągłej</td> <td>• o grubości</td> </tr> <tr> <td>50 mm</td> <td>50 mm</td> <td>10 mm</td> </tr> <tr> <td>50 mm</td> <td>50 mm</td> <td>20 mm</td> </tr> <tr> <td>80 mm</td> <td>80 mm</td> <td>30 mm</td> </tr> <tr> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>40 mm</td> </tr> </table> <p>Patrz tablica 1 i 2 do wymiarowania</p> <p>Sporadyczne działanie sił poziomych wywołujące naprężenia styczne nie wymaga dodatkowego sprawdzenia, ponieważ niewielkie, nieliczne, niewielkie przesunięcia nie powodują uszkodzenia podkładki i elementów konstrukcyjnych.</p> <p>Jeśli jednak są to naprężenia, które powinny powodować planowane odształcenie poziome, należy zapewnić minimalne naprężenie ściskające od obciążenia pionowego o wartości 2 N/mm².</p>	• prostokątnej	• okrągłej	• o grubości	50 mm	50 mm	10 mm	50 mm	50 mm	20 mm	80 mm	80 mm	30 mm	100 mm	100 mm	40 mm
• prostokątnej	• okrągłej	• o grubości														
50 mm	50 mm	10 mm														
50 mm	50 mm	20 mm														
80 mm	80 mm	30 mm														
100 mm	100 mm	40 mm														
Siła pozioma – reakcja sprężysta spowodowana poziomym odształceniem podkładki 	<p>$H = \frac{c_s \cdot u \cdot A_E}{10000}$ [kN]</p> <p>c_s - sztywność poprzeczna – patrz str. 7</p> <p>A_E - powierzchnia podkładki w planie</p>															

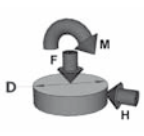
a, b, d, l, t, T, u w mm, A_E w mm², H w kN, c_s w kN/mm

Tabela do wymiarowania 1

Zbrojone podkładki prostokątne												
												
	t	10			20			30			40	
T	6			14			22			30		
b	σ_m	α	u	σ_m	α	u	σ_m	α	u	σ_m	α	u
50	15,0	24,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	20,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	17,1	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	13,3	4,2	15,0	31,1	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	12,0	4,2	15,0	28,0	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	10,9	4,2	15,0	25,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
120	15,0	10,0	4,2	15,0	23,3	9,8	15,0	36,7	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	9,2	4,2	15,0	21,5	9,8	15,0	33,8	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	8,6	4,2	15,0	20,0	9,8	15,0	31,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	8,0	4,2	15,0	18,7	9,8	15,0	29,3	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,0	4,2	15,0	14,0	9,8	15,0	22,0	15,4	15,0	30,0	21,0
250	15,0	4,8	4,2	15,0	11,2	9,8	15,0	17,6	15,4	15,0	24,0	21,0
300	15,0	4,0	4,2	15,0	9,3	9,8	15,0	14,7	15,4	15,0	20,0	21,0
350	15,0	3,4	4,2	15,0	8,0	9,8	15,0	12,6	15,4	15,0	17,1	21,0
400	15,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	21,0
450	16,0	2,7	4,2	15,0	6,2	9,8	15,0	9,8	15,4	15,0	13,3	22,0
500	17,0	2,4	4,2	15,0	5,6	9,8	15,0	8,8	15,4	15,0	12,0	23,0
550	18,0	2,2	4,2	15,0	5,1	9,8	15,0	8,0	15,4	15,0	10,9	24,0
600	19,0	2,0	4,2	15,0	4,7	9,8	15,0	7,3	15,4	15,0	10,0	25,0

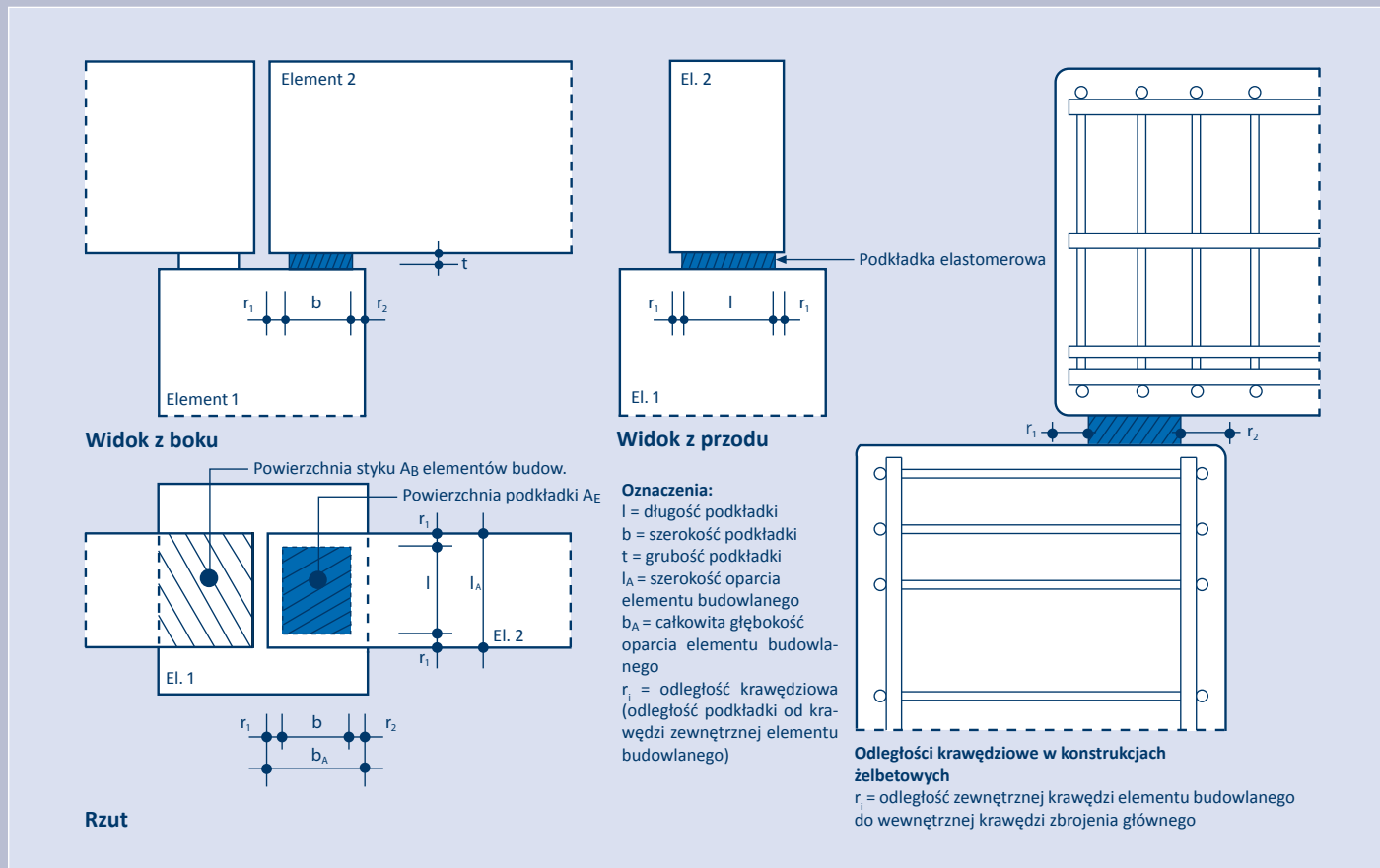
Grubość podkładki t, grubość całkowita warstw elastomerowych T, szerokość podkładki b, dopuszczalne odkształcenie poziome u – w mm;
dopuszczalne średnie naprężenie ściskające σ_m w N/mm²; dopuszczalny kąt obrotu α w %

Tabela do wymiarowania 2

	Zbrojone podkładki okrągłe											
	10			20			30			40		
T	6			14			22			30		
D	σ_m	α	u	σ_m	α	u	σ_m	α	u	σ_m	α	u
50	15,0	27,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	22,5	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	19,3	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	16,9	4,2	15,0	39,4	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	13,5	4,2	15,0	31,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	12,3	4,2	15,0	28,6	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
120	15,0	11,3	4,2	15,0	26,3	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	10,4	4,2	15,0	24,2	9,8	15,0	38,1	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	9,6	4,2	15,0	22,5	9,8	15,0	35,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	9,0	4,2	15,0	21,0	9,8	15,0	33,0	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,8	4,2	15,0	15,8	9,8	15,0	24,8	15,4	15,0	33,8	21,0
250	15,0	5,4	4,2	15,0	12,6	9,8	15,0	19,8	15,4	15,0	27,0	21,0
300	15,0	4,5	4,2	15,0	10,5	9,8	15,0	16,5	15,4	15,0	22,5	21,0
350	15,0	3,9	4,2	15,0	9,0	9,8	15,0	14,1	15,4	15,0	19,3	21,0
400	15,0	3,4	4,2	15,0	7,9	9,8	15,0	12,4	15,4	15,0	16,9	21,0
450	16,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	22,0
500	17,0	2,7	4,2	15,0	6,3	9,8	15,0	9,9	15,4	15,0	13,5	23,0
550	18,0	2,5	4,2	15,0	5,7	9,8	15,0	9,0	15,4	15,0	12,3	24,0
600	19,0	2,3	4,2	15,0	5,3	9,8	15,0	8,3	15,4	15,0	11,3	25,0

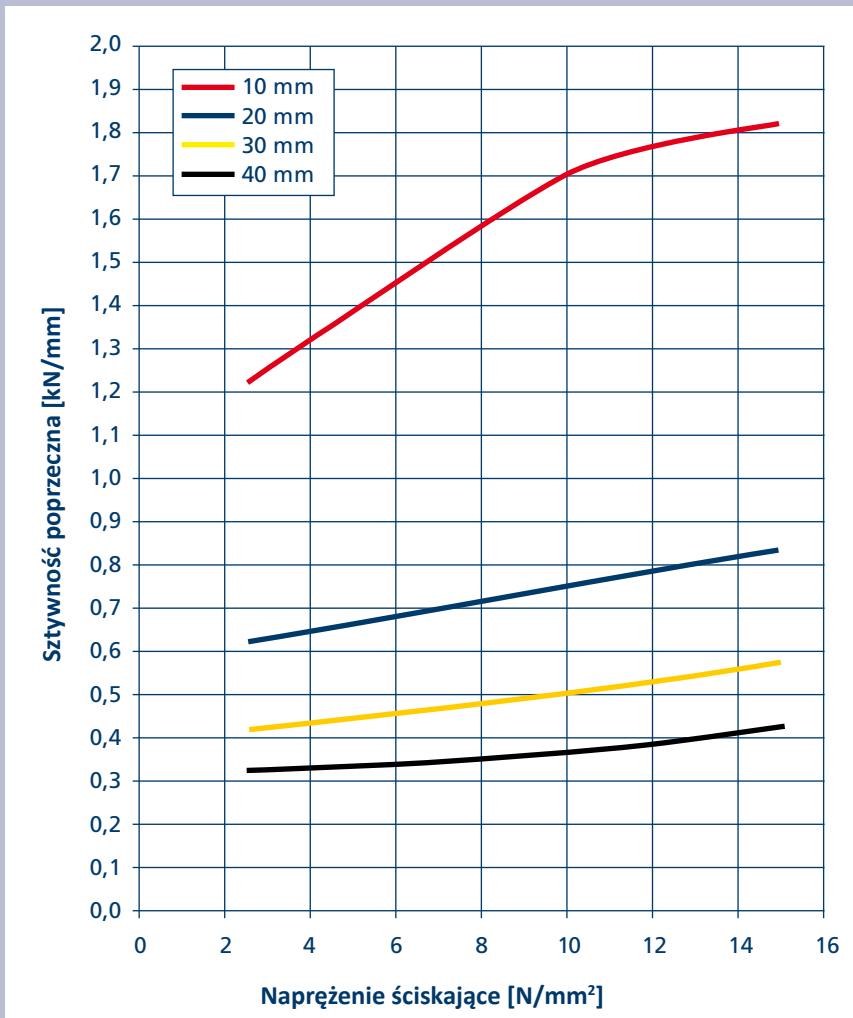
Grubość podkładki t, grubość całkowita warstw elastomerowych T, średnica podkładki D, dopuszczalne odkształcenie poziome u – w mm;
dopuszczalne średnie naprężenie ściskające σ_m w N/mm²; dopuszczalny kąt obrotu α w %

Odległości krawędziowe



Maksymalne wymiary podkładki elastomerowej (w rzucie) w złączach konstrukcji żelbetowych z uwzględnieniem warunków krawędziowych. Należy wziąć pod uwagę postanowienia normy DIN 1045-1 i zeszytu 525 DAfStb. W przypadku konstrukcji stalowych lub drewnianych należy zachować odległości krawędziowe równe minimum 1,5 cm.

Sztywność poprzeczna



Obiekty referencyjne (wybrane)

- Stadion w Kolonii
- Stadion w Monchengladbach
- IKEA Berlin-Spandau
- Tunel Elb w Hamburgu
- Metro w Bremen
- Lotnisko w Monachium, Terminal 2
- Park przemysłowy w Kempten
- Salzburg Arena
- Wydział Fizyki UJ w Krakowie
- Stacja II Linii metra w Warszawie
- Rafineria Orlen w Płocku
- Oczyszczalnia w Czechowicach-Dziedzicach
- Budynek biurowy w Warszawie

Wskazówki montażowe



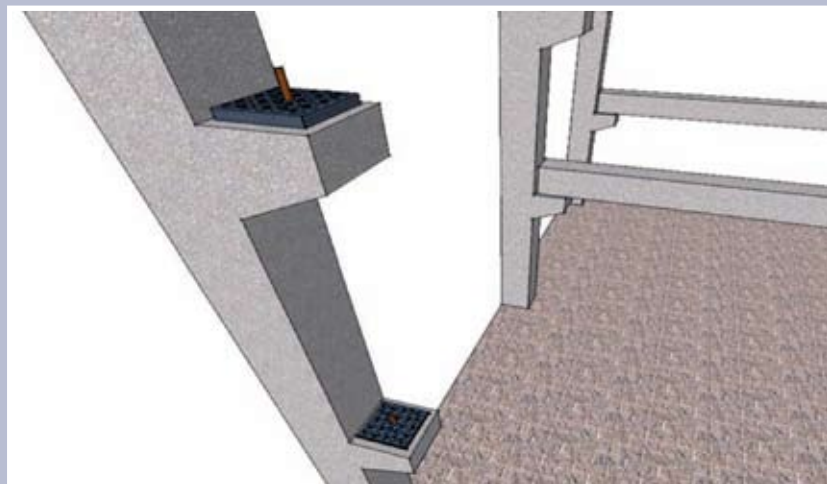
Charakterystyczne cechy funkcjonalne

Pod obciążeniem do 2 N/mm^2 elastomerowe wypustki, znajdujące się na obu powierzchniach zewnętrznych podkładki, odkształcają się elastycznie ok. 2,5-3 mm, w zależności od grubości podkładki. Dzięki temu następuje kompensacja nierówności powierzchni oparcia (faza wyrównania). Przy obciążeniu większym niż 2 N/mm^2 stosunek naprężenia do ugięcia podkładki zmienia się prawie liniowo (faza obciążenia, patrz rys. na str. 9). Taka dwufazowa charakterystyka ugięcia jest dużą zaletą w porównaniu do podkładek elastomerowych o gładkich powierzchniach.

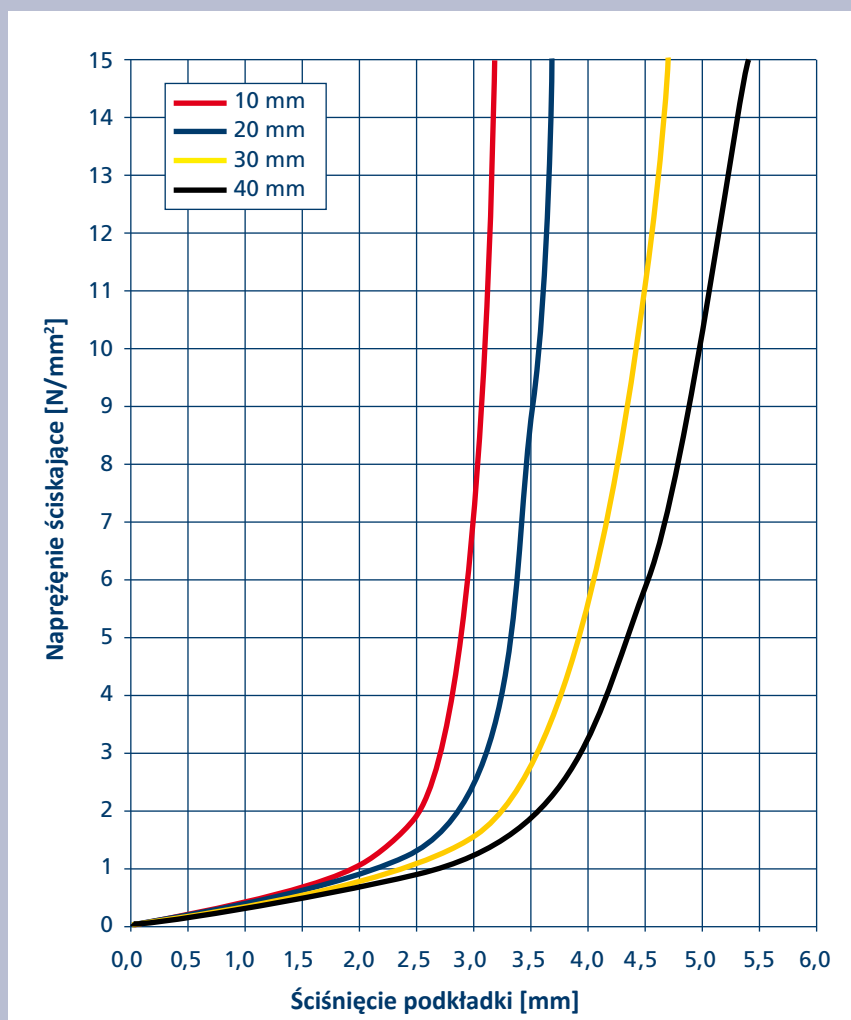
Wskazówki montażowe

W budownictwie prefabrykowanym **Podkład warstwowy Q** układa się centralnie, w środku powierzchni podparcia, bez stosowania dodatkowych elementów montażowych. Należy zachować odległości krawędziowe minimum 4 cm od krawędzi elementu budowlanego, przy czym powierzchnia podkładki musi znajdować się w obrysie zbrojenia elementu budowlanego w rzucie. Przy ustalaniu odległości krawędziowej należy również wziąć pod uwagę fazowanie krawędzi elementów budowlanych (patrz str. 6).

W przypadku zastosowania w konstrukcjach monolitycznych, przestrzenie wokół podkładki należy wypełnić np. twardą wełną mineralną, i zabezpieczyć od góry w taki sposób, aby mieszanka betonowa nie dostała się w szczeliny montażowe. Należy również unikać sztywnych połączeń, aby możliwość sprężystego odkształcania się podkładki w trakcie pracy konstrukcji była zawsze zapewniona.



Odształcenie



Dostępne wymiary i formy dostawy

Calenberg Podkład warstwowy Q jest dostarczany jako podkładka przycięta na wymiar i w ilościach zgodnych z zapotrzebowaniem dla konkretnych obiektów budowlanych. Maksymalne wymiary podkładki wynoszą 600 mm x 600 mm. W podkładkach mogą być wykonane otwory, wycięcia i nacięcia pod śruby i trzpienie montażowe.

Jeżeli przewidziane jest przymocowanie podkładki do elementów konstrukcyjnych, można wyposażyć ją w specjalne otwory lub elementy mocujące.

W przypadku konstrukcji monolitycznych, Calenberg Podkład warstwowy Q może być dostarczany w osłonie z polistyrenu lub ognioochronnej wełny mineralnej Ciflamon, które zabezpieczają przed przedostaniem się mieszanki betonowej w szczeliny montażowe.

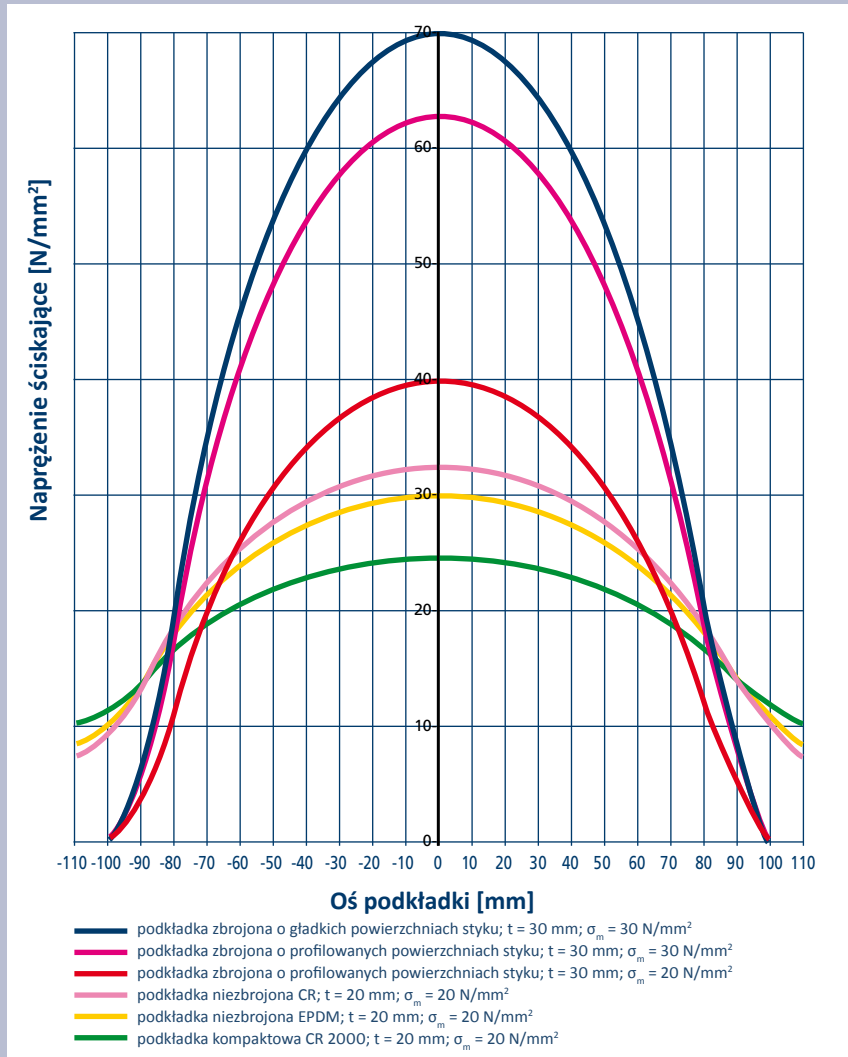
Grubości podkładek:

10, 20, 30, 40 mm

Materiały

Elastomer na bazie kauczuku syntetycznego chloroprenowego (CR) zgodnie z DIN 4141 cz. 140/150. Stal odporna na działanie warunków atmosferycznych WTSt 52-3 zgodnie z wytycznymi dotyczącymi dostarczania, przetwarzania i stosowania stali budowlanej odpornej na działanie warunków atmosferycznych spełniającej warunki opisane w normie DIN 17100.

Rozkład naprężeń



Rozkład naprężeń w szczelinie montażowej przy zastosowaniu Podkładu warstwowego Q

W ramach projektu badawczego przeprowadzonego przez Ministerstwo Rozwoju Miast, Mieszkalnictwa i Komunikacji Nadrenii Północnej-Westfalii przeprowadzono badania w zakresie rozkładu naprężeń w złączu budowlanym, z zastosowaniem różnych typów zbrojonych i niezbrojonych podkładek elastomerowych.

Na podstawie wyników badań wykonanych w warunkach wbudowania stwierdzono istotne różnice w poziomie koncentracji naprężeń, w zależności od typu podkładki elastomerowej.

Przy średnim naprężeniu ściskającym wynoszącym 20 N/mm² (czyli 1,33 x dopuszczalna wartości naprężenia ściskającego dla Podkładu warstwowego Q) stosunek naprężenia maksymalnego do naprężenia średniego (σ/σ_m) wynosi:

$$\max \sigma/\sigma_m = 40/20 = 2,0$$

Na krawędziach podkładki praktycznie nie występują naprężenia ściskające (rysunek po lewej stronie).

Przykład obliczeniowy

Przykład obliczeniowy

Oparcie belki z betonu sprężonego na słupie żelbetowym.

1. Informacje ogólne

W obliczeniach należy wziąć pod uwagę następujące warunki:

- w przypadku elementów żelbetowych zbrojenie musi obejmować powierzchnię podkładki w rzucie (patrz str. 6)
- należy uwzględnić fazowanie krawędzi
- w większości przypadków wartość obliczeniową obrotu na podporze należy powiększyć z uwagi na imperfekcje uwarunkowane procesem produkcyjnym i montażem
- powierzchnie styku elementów budowlanych muszą być względem siebie równoległe
- naprężenia styczne, działające równoległe do powierzchni podparcia, które wynikają z przemieszczeń elementów lub krótkotrwałych obciążeń zewnętrznych, są dopuszczalne, o ile nie przekraczają wartości przedstawionych w tabelach do wymiarowania.

2. Dane wartości:

2.1. Wymiary elementu budowlanego, materiały budowlane

- belka z betonu sprężonego:
 $d/b = 70/30 \text{ cm}^2$; C 30/37
- słup żelbetowy:
 $d/b = 30/30 \text{ cm}^2$; C 30/37
- dopuszczalne normalne naprężenie ściskające w betonie:
 $\text{dop. } f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17 \text{ N/mm}^2$

2.2. Wielkości statyczne

- wartość charakterystyczna reakcji na podporze: 380 kN
- wartość obliczeniowa przemieszczenia poziomego belki w wyniku pęczania i skurczu betonu: $u = 14 \text{ mm}$
- wartość obliczeniowa kąta obrotu na podporze: $\alpha = 20 \text{ ‰}$
- maksymalna dostępna powierzchnia podparcia (powierzchnia styku elementów budowlanych)
 $A_b = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$

3. Dobór podkładki

Wybrany typ zbrojonej podkładki elastomerowej:

Podkład warstwowy Q

$l \times b \times t = 230 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$

4. Weryfikacja

- istniejące naprężenie ściskające

$$\sigma_m = \frac{380 \times 10^3}{230 \times 150} = 11,01 \text{ N/mm}^2 < \text{dop. } \sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2$$

- odkształcenie poziome
 $\text{dop. } u = \pm 0,7 \times T = 0,7 \times 22 = 15,4 \text{ mm} > u = 14 \text{ mm}$

- kąt obrotu na podporze w kierunku krawędzi podkładki $b = 150 \text{ mm}$

$$\text{dop. } \alpha_{150} = \frac{200 \times 22}{150} = 29,3 \text{ ‰} > \alpha = 20,0 \text{ ‰}$$

Obszary zastosowania

Calenberg Podkład warstwowy Q jest stosowany we wszystkich obszarach budownictwa ogólnego jako element trwale elastyczny, zapewniający przegubowe połączenie elementów konstrukcyjnych i przekazywanie sił ściskających w złączu budowlanym. Jest niezbędny w konstrukcjach, w których elementy poddane dużym naprężeniom mogą znacznie przemieszczać się w kierunku poziomym lub obracać w strefie podparcia.

Podkład warstwowy Q jest stosowany również w obszarze wibroakustyki, w celu tłumienia dźwięków materiałowych i izolacji drgań (np. do oparcia belek podsuwnicowych, posadowienia urządzeń itp.)

Badania, świadectwa techniczne

Raporty z badań, świadectwa techniczne

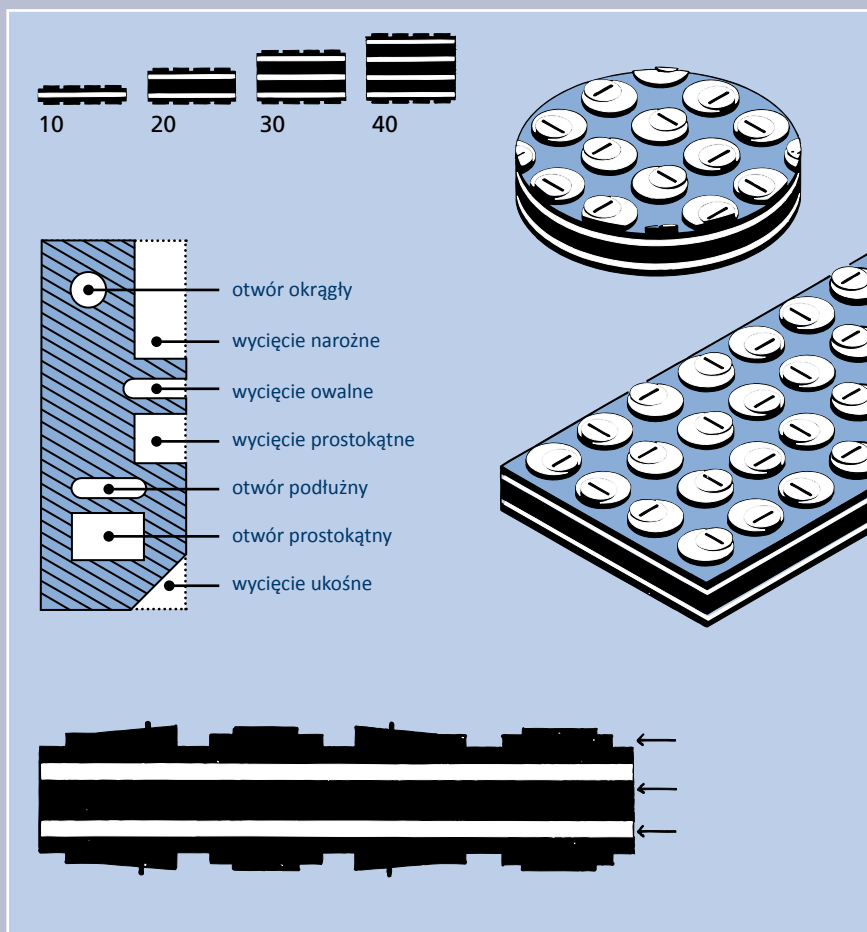
Świadectwo techniczne nr P-852.0290-3, Instytut Badań Materiałowych dla Przemysłu Maszynowego i Tworzyw Sztucznych, TU Hannover, 2003

Świadectwo odporności ogniowej nr 3799/7357 - AR: Ocena podkładów elastomerowych Calenberg w kierunku klasyfikacji do klasy odporności ogniowej F 90 lub F 120 wg DIN 4102 część 2 (wydanie 9/1977); Wydział Kontroli Materiałów dla Budownictwa przy Instytucie Materiałów Budowlanych i Ochrony Przeciwpożarowej, TU Braunschweig 2005

Aprobata techniczna Instytutu Techniki Budowlanej AT-15-5406/2014: Podkładki elastomerowe typu Calenberg do złączy elementów konstrukcyjnych; Warszawa, 2014.

Odporność ogniowa

Raport „Ocena techniczna odporności ogniowej nr 3799/7357-AR” sporządzony przez TU Braunschweig obowiązuje dla podkładek elastomerowych stosowanych w sytuacji wymaganej odporności ogniowej. W dokumencie tym podane są minimalne wymiary podkładek oraz inne ograniczenia pozwalające zakwalifikować je do odpowiedniej klasy odporności ogniowej wg normy DIN 4102-2: „Ognioodporność materiałów budowlanych i elementów budowlanych”, 1977-09.



CALENBERG
INGENIEURE

Jordahl & Pfeifer

Technika Budowlana Sp. z o.o.
ul. Wrocławska 68
55-330 Krępiec k/Wrocławia
tel.: +48 71 39 68 264
fax: +48 71 39 68 106
e-mail: biuro@jordahl-pfeifer.pl
www.jordahl-pfeifer.pl

Niniejsza publikacja jest rezultatem wieloletnich badań i doświadczeń zdobytych w stosowaniu technologii. Wszystkie informacje opracowano na podstawie najnowszego stanu wiedzy w tym zakresie i są one udostępniane w dobrej wierze. Nie zwalniają one jednak użytkownika od obowiązku sprawdzania przydatności produktów jak również zapewnienia, że prawa osób trzecich nie są naruszone. Wyklucza się jakąkolwiek odpowiedzialność za straty bez względu na ich rodzaj i podstawę prawną wynikłe na skutek zastosowania produktu jedynie na podstawie wskazówek zawartych w niniejszej publikacji. Zastrzega się możliwość zmian technicznych związanych z rozwojem produktu.