

**WYTYCZNE DO PROJEKTOWANIA  
I STOSOWANIA TAŚM  
USZCZELNIAJĄCYCH**

**Tricosal<sup>®</sup>**

# 1. INFORMACJE OGÓLNE

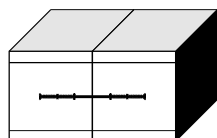
## 1.1. WSTĘP

Budowle betonowe i żelbetowe muszą być ze względu na właściwości materiałów dzielone na mniejsze części. Szczeliny dzielące budowle mogą być szczelinami ruchomymi lub nieruchomymi.

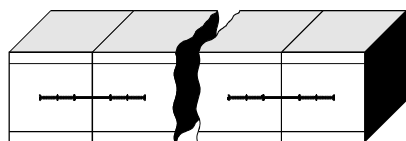
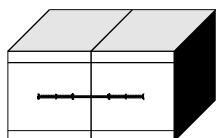
Zależnie od rodzaju szczeliny oraz sposobu pracy konstrukcji podano poniżej przykłady zabezpieczenia przeciwwodnego szczelin budowlanych za pomocą elastycznych taśm uszczelniających (rys.1).

### RYS.1. RODZAJE SZCZELIN BUDOWLANYCH I ICH CHARAKTER PRACY

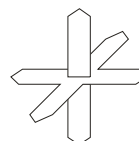
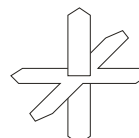
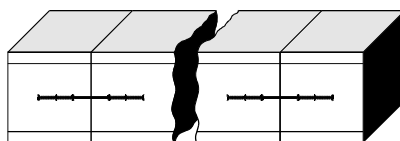
#### Szczeliny konstrukcyjne



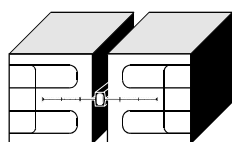
szczeliny robocze



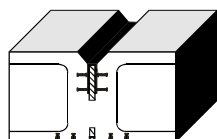
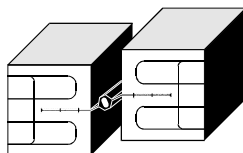
szczeliny przeciwskurczowe



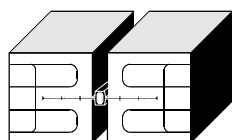
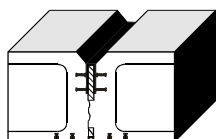
#### Szczeliny ruchome



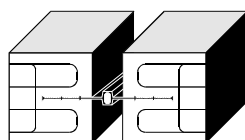
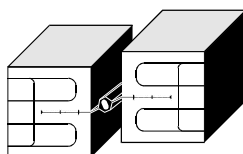
szczeliny dylatacyjne



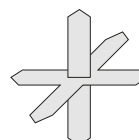
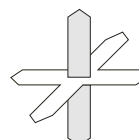
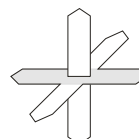
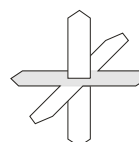
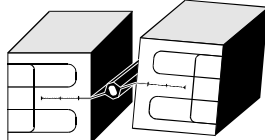
szczeliny wymuszone



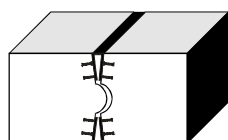
szczeliny dylatacyjne przy nierównomiernym osiadaniu



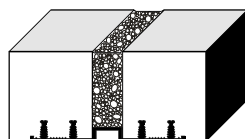
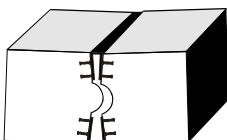
szczeliny dylatacyjne szerokie pracujące we wszystkich kierunkach



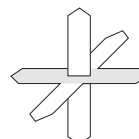
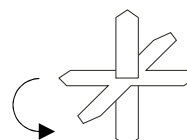
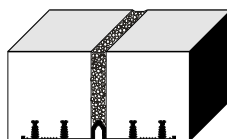
#### Połączenia specjalne



szczeliny dylatacyjne przegubowe



szczeliny dylatacyjne wspornikowe z wkładką ogniochroną

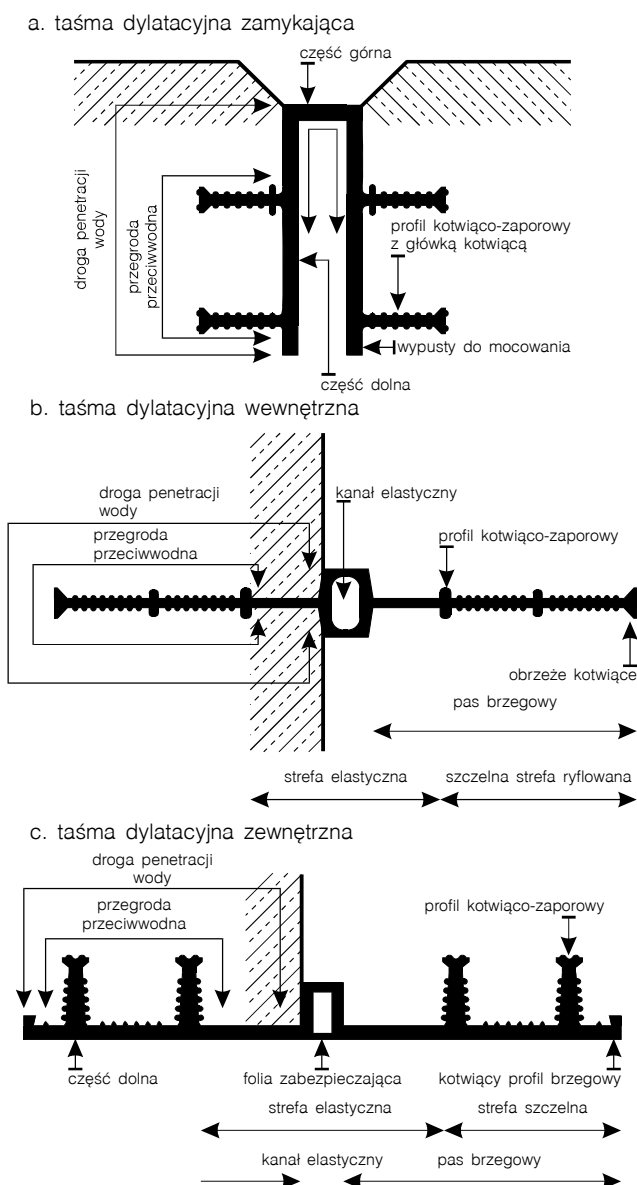


## 1.2. STOSOWANA TERMINOLOGIA

Wobec różnic w słownictwie używanym w praktyce, dla lepszego zrozumienia przyjęto w dalszym ciągu pracy następującą terminologię:

- szelina dylatacyjna - projektowana jest wszędzie tam, gdzie można się spodziewać rys na skutek skurczu, wpływu wahań temperatury, nierównomiernego osiadania gruntu, drgań itp.;
- szelina robocza - tworzy się na stykach faz roboczych, gdy betonowanie nie może odbywać się w sposób ciągły i muszą być przewidziane przerwy w betonowaniu;
- taśma dylatacyjna - taśma ze specjalnego materiału elastycznego służąca do wykonania uszczelnienia szeliny dylatacyjnej konstrukcji betonowych i żelbetowych;
- taśma uszczelniająca dla szeliny roboczej - taśma przeznaczona do uszczelniania szeliny roboczej konstrukcji betonowych i żelbetowych; w celu ogólnego określenia taśm uszczelniających do szeliny dylatacyjnych i szwów roboczych będzie w dalszej części używane pojęcie "taśma uszczelniająca";
- nazwy poszczególnych części składowych taśmy pokazano na rysunku (2).

RYS.2. CZĘŚCI SKŁADOWE TAŚMY USZCZELNIAJĄCEJ



## 1.3. WYMAGANIA STAWIANE TAŚMOM USZCZELNIAJĄCYM

Przy wyborze taśmy uszczelniającej do konkretnego zastosowania należy uwzględnić następujące właściwości techniczne materiału, z którego została wykonana:

### ● wodoszczelność

Stanowi główne kryterium doboru taśmy uszczelniającej. Należy uwzględnić zmieniające się warunki użytkowania taśm.

### ● zachowanie właściwości technicznych w warunkach obniżonej temperatury

### ● elastyczność pozwalająca na przejmowanie ruchów występujących w szelinach ruchomych

Bardzo ważne jest zachowanie elastyczności taśmy także w podwyższonych i obniżonych temperaturach.

### ● technika łączenia i montażu

Spawalność materiału taśmy uszczelniającej umożliwia łatwe wytwarzanie całego systemu uszczelnienia o jednakowych cechach w każdym miejscu. Szczególnie ważne jest zachowanie wytrzymałości i szczelności połączeń taśm.

### ● odporność na starzenie i degradację w środowisku agresywnym

Wymagana jest żywotność nie mniejsza niż przewidywany okres użytkowania całego obiektu.

### ● odporność na promienie UV i czynniki atmosferyczne

Taśmy uszczelniające zewnętrzne (szczególnie narażone na promienie słoneczne) oraz zmienne warunki atmosferyczne muszą wykazywać dużą odporność na te czynniki.

### ● odporność chemiczna

Ważna jest przede wszystkim odporność taśm na zanieczyszczoną wodę oraz inne czynniki agresywne powszechnie występujące w warunkach budowy. Poza ramami tego punktu jest odporność na związki chemiczne występujące w szczególnych środowiskach takich jak np. oczyszczalnie ścieków.

### ● odporność na oleje mineralne i bitumy

W budownictwie używane są często materiały mineralne w różnej postaci. W takich przypadkach materiał taśmy uszczelniającej nie powinien ulec zniszczeniu w kontakcie z olejami lub bitumami.

### ● wytrzymałość na rozciąganie

Wystarczająca wytrzymałość taśmy na rozciąganie jest niezbędna do bezpiecznego przeniesienia obciążeń. Jednocześnie pozwala ona w połączeniu z wytrzymałością na zrywanie i twardością wg Shore A na ocenę przydatności danego materiału do wykonania uszczelnienia.

### ● sztywność

Taśmy uszczelniające muszą być wystarczająco sztywne, aby możliwe było proste i pewne zabetonowanie.

## 2. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU POD KĄTEM WYBORU TAŚMY

### 2.1. MIĘKKIE PVC (PVC-P)

Polichlorek winylu (PVC) jest najczęściej używanym materiałem w produkcji taśm uszczelniających. Miękkie PVC posiada własności szczególnie korzystne w technice uszczelniania. Przez dobór ilości i rodzaju plastyfikatorów można go bardzo dobrze dopasować do różnych wymagań. PVC-P jest materiałem całkowicie wodoszczelnym i o wysokiej elastyczności. Taśmy z PVC są dowolnie kształtowane. Możliwe jest łączenie pojedynczych części przez spawanie. Spoina przy użyciu odpowiednich narzędzi osiąga wytrzymałość materiału wyjściowego. PVC wraz ze wzrostem temperatury zmienia swoje cechy fizyczne. Między innymi spada wytrzymałość na rozciąganie przy jednoczesnym wzroście wydłużenia przy rozciąganiu. Przy niższych temperaturach występuje wzrost wytrzymałości kosztem elastyczności materiału. Nie wolno stosować taśm PVC w przypadku stałego narażenia na podwyższoną temperaturę (>60°C). W temperaturach poniżej 0°C następuje zmniejszenie wydłużenia przy zerwaniu. Zalecamy w takich przypadkach zastosowanie miękkiego PVC o specjalnej recepturze lub taśm uszczelniających z innego materiału np. TRICOMER lub ELASTOMER. Przy stałym kontakcie z materiałami bitumicznymi lub olejami mineralnymi standardowe miękkie PVC jest nietrwałe. Przy kontakcie takim ma miejsce migracja plastyfikatora, która powoduje, że PVC staje się twardszy i bardziej kruchy.

### **Taśmy PVC-P Standard są stosowane wszędzie tam, gdzie nie ma niebezpieczeństwa kontaktu z materiałami bitumicznymi.**

Standardowe taśmy PVC-P są odporne na wiele występujących w warunkach budowy środowisk agresywnych. Przyjmuje się zasadę, że wszystkie występujące w naturze chemikalia, które nie szkodzą betonowi, nie niszczą także miękkiego PVC. Standardowe, miękkie PVC nie starzeje się w atmosferze o wysokim stężeniu tlenu, jak również nie jest niszczone przez mikroorganizmy, które występują przykładowo w biologicznych oczyszczalniach ścieków. Promieniowanie gamma również nie szkodzi taśmom uszczelniającym z miękkiego PVC. W programie produkcyjnym TRICOSAL znajdują się także taśmy olejo- i bitumoodporne PVC-P/BV, w których do plastyfikacji zastosowano specjalne preparaty polimerowe. Tworzą one z polichlorkiem winylu jednorodną polimerową mieszaninę i nie wykazują tendencji do migracji do stykających się z taśmą materiałów bitumicznych czy olejowych. Ponadto wykazują większą odporność chemiczną szczególnie w stosunku do materiałów ropopochodnych. Nieznacznie zmniejszona jest natomiast odporność cieplna - dla taśm PVC-P/BV temperatura nie powinna przekraczać +60°C. Taśmy bitumoodporne są dostarczane na specjalne życzenie.

### 2.2. ELASTOMER

Elastomer jest to usieciowany i zwulkanizowany sztuczny kauczuk. Jest jednym z ważniejszych surowców do wytwarzania taśm uszczelniających. Z dużej ilości elastomerów najlepsze

właściwości posiada SBR (styrol-butadien-rubber). TRICOSAL również wybrał ten materiał do produkcji elastomerowych taśm uszczelniających. Specjalna receptura z dodatkiem różnych materiałów pomocniczych m.in. stabilizatorów, środków zapobiegających starzeniu, w połączeniu z nowoczesną technologią umożliwia uzyskanie wysokiej jakości taśm uszczelniających. Wymagania materiałowe normy DIN 7865 są przez elastomer SBR całkowicie spełnione, a nawet znacznie przekroczone. Elastomery cechują się w szczególności dużą elastycznością także w niskich i podwyższonych temperaturach przy zachowaniu całkowitej szczelności. Sprawdzają się zatem szczególnie, gdy pojawić się mogą bardzo duże zmiany rozmiarów szczeliny budowlanej. Elastomer nie jest materiałem spawalnym.

### **Połączenia taśm elastomerowych mogą być wykonywane tylko przez wulkanizację.**

Proces ten jest bardziej skomplikowany niż spawanie taśm PVC i wymaga użycia specjalnych urządzeń wulkanizacyjnych w celu uzyskania trwałego połączenia. Prawdłowo wykonane połączenia osiągają te same wytrzymałości co nie przerwana taśma, dzięki czemu wysokie bezpieczeństwo systemu uszczelnień jest zapewnione także na stykach taśm. Trwałość elastomerowej taśmy uszczelniającej badanej w tunelu symulacyjnym w temperaturze +20°C wynosiła 100 lat, a w temperaturze +10°C przekroczyła 400 lat. Elastomerowe taśmy TRICOSAL są odporne na kontakt z gorącą wodą do +60°C, a krótkotrwałe (do 48h) na temperaturę do +80°C. Taśmy te są także odporne na promieniowanie gamma i nadają się bardzo dobrze do uszczelnienia dylatacji pomieszczeń szczególnie chronionych. Taśmy wystawione na działanie mikroorganizmów nie ulegają niszczeniu. Szczegółowe właściwości fizyczne elastomerowych taśm uszczelniających podano w tabeli 1. Przy odporności chemicznej uwagę zwrócono przede wszystkim na różne produkty mineralne (m.in. benzyna) i rozpuszczalniki organiczne. W zależności od koncentracji, czasu trwania i temperatury obciążenia, taśmy uszczelniające SBR nie są odporne lub są warunkowo odporne na te media. Wymagana przez DIN 7865 odporność na gorące bitumy jest spełniona bez ograniczeń. Nie jest możliwe równoczesne spełnienie wymogów odporności chemicznej elastomeru na agresywne media np. zanieczyszczoną wodę lub grunt albo na mikroorganizmy. W tych nietypowych przypadkach TRICOSAL oferuje indywidualne receptury elastomeru przeznaczonego dla taśm odpornych na specyficzne środowiska niszczące. Przy recepturach indywidualnych należy podać dokładnie rodzaj i stężenie środowiska agresywnego.

Odporność chemiczną elastomeru przedstawia tabela 2.

Elastomerowe taśmy uszczelniające TRICOSAL są produkowane z wkładkami stalowymi lub bez.

**TABELA 1. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH TRICOSAL ( WARTOŚCI MINIMALNE )**

LP	WŁAŚCIWOŚĆ	BADANIE WG DIN	PVC-P/ NB	PVC-P / BV	TRICOMER BV	ELASTOMER SBR
1	Wytrzymałość na rozciąganie	53504	12 N/mm <sup>2</sup>	12 N/mm <sup>2</sup>	12 N/mm <sup>2</sup>	10 N/mm <sup>2</sup>
2	Wydłużanie przy sile zrywającej	lub: 53455	350%	350%	400%	400%
3	Twardość wg Shore'a A	53505	~72	~68	~68	~60
4	Moduł elastyczności E	53457	max 20 N/mm <sup>2</sup>			
5	Moduł przy rozdzielaniu	53507	20 N/mm <sup>2</sup>			8 N/mm <sup>2</sup>
6	Odształcenie trwałe przy ściskaniu 23°C, 168 h 70°C, 24 h	53517 część 1.				20% 30%
7	Zachowanie w niskich temperaturach (-20°C) wytrzymałość na rozciąganie wydłużenie przy sile zrywającej twardość wg Shore'a A zwichrowanie	53504 lub: 53455 53505 zg. z 53361	25 N/mm <sup>2</sup> 200% ~96 brak rys	25 N/mm <sup>2</sup> 200% ~98 brak rys	25 N/mm <sup>2</sup> 280% ~94 brak rys	15 N/mm <sup>2</sup> 300% 77 brak rys
8	Działanie podwyższonej temperatury +70°C, 28 dni Zmiana: wytrzymałości na rozciąganie wydłużenia przy sile zrywającej twardości wg Shore'a A modułu elastyczności E Wytrzymałość na rozciąganie Wydłużenie przy sile zrywającej Twardość wg Shore'a A	53508  53455  53505 53457 53504 53505		10% 10% 10 25%		9 N/mm <sup>2</sup> 400% +6
9	Zachowanie po narażeniu przez mleko wapienne, +23°C, 28 d Zmiana: wytrzymałości na rozciąganie wydłużenia przy sile zrywającej twardości wg Shore'a A modułu elastyczności E	53504 lub: 53455 53505 53457		10% 10% 10 25%		10% 10% 10 -
10	Zachowanie po narażeniu przez mikroorganizmy Zmiana: wytrzymałości na rozciąganie wydłużenia przy sile zrywającej twardości wg Shore'a A modułu elastyczności E	53504 lub: 53544 53505 53457		max 20% max 20% max 10 max 50%		15% 15% 10 -
11	Zachowanie po narażeniu przez bitumy Zmiana: wytrzymałości na rozciąganie wydłużenia przy sile zrywającej modułu elastyczności E	53504 lub: 53455 53457		max 20% max 20% max 50%	max 20% max 20% max 50%	20% 20% -
12	Zachowanie w atmosferze ozonu	zg. z 53509	brak zmian			brak zmian
13	Zachowanie po narażeniu na czynniki atmosferyczne Zmiana: wytrzymałości na rozciąganie wydłużenia przy sile zrywającej twardości wg Shore'a A modułu elastyczności E	53387  53504 lub: 53455 53505 53457		max 20% max 20% max 10 max 50%		max 20% max 20% max 10 max 50%
14	Odporność na gorącą wodę +60°C +80°C, 7 dni		odporny odporny	odporny nieodporny	odporny odporny	odporny odporny
15	Odporność na promieniowanie wysokoenergetyczne	zg. z 53750	max 8.4 x 10e7			max 6.4 x 10e8
16	Odształcenia trwałe przy rozciąganiu	zg. z 53518				15%
17	Trwałość kształtu przy działaniu gorącymi bitumami	7865				żadnych zmian kształtu
18	Przyczepność do metalu	7865				przerwanie w elastomerze

**TABELA 2. ODPORNOŚĆ CHEMICZNA TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH TRICOSAL**

( oznaczenia: "+" - odporny, "+/-" - warunkowo odporny, "-" - nie odporny, "bd" - brak danych )

WŁAŚCIWOŚĆ	STĘŻENIE %	PVC-P/ NB			PVC-P / BV			TRICOMER BV			ELASTOMER SBR		
		20 °C	40 °C	60 °C	20 °C	40 °C	60 °C	20 °C	40 °C	60 °C	20 °C	40 °C	60 °C
<b>A. ZWIĄZKI NIEORGANICZNE</b>													
1. Kwasy													
kwasy solne	stężony 5	+	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+/-	bd	bd	bd
		+	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+/-	+	+/-	+/-
kwasy siarkowe	96 50 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		+/-	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+	+/-	+/-	bd	bd	-
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+/-
2. Zasady													
amoniak	stężony 10	+	+/-	-	+	+/-	-	+	+/-	-	+	+	+
		+	+/-	+/-	+	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+
węgiel sodowy	50 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	bd	bd
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	bd
wapno chlorowane		+/-	bd	bd	+/-	bd	bd	+/-	bd	bd	-	-	-
<b>B. ZWIĄZKI ORGANICZNE</b>													
1. Kwasy													
kwasy mrówkowe	90 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	bd	bd
		+	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+	bd	bd
kwasy octowe	100 10	-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
		+	+/-	+/-	+	+	+/-	+	+	+/-	-	-	-
kwasy mlekowe	50 10	+/-	-	-	+	+/-	-	+/-	+/-	-	+	+/-	+/-
		+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+/-	+	+/-	+/-
2. Rozpuszczalniki alifatyczne													
aceton	100	-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-
chloroetylen	100	-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
alkohol etylowy nieskażony	100 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+/-	+/-
		+	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+	+/-	+/-
3. Rozpuszczalniki aromatyczne													
fenol	9	-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
benzen, toluen	100	-	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
<b>C. INNE</b>													
1. Paliwa, smary itp.													
benzyna normalna, super		-	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	-	bd	bd
olej napędowy, opałowy		-	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	-	bd	bd
olej silnikowy		+/-	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	-	bd	bd
środek przeciwimrozowy glikol		+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd
olej transformatorowy		-	bd	bd	+/-	bd	bd	+/-	bd	bd	-	bd	bd
bitumy		-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Pozostałe													
woda chlorowana (baseny)		+	+	bd	+	+	bd	+	+	bd	+	+	bd
woda morską		+	+	bd	+	+	bd	+	+	bd	+	+	bd
sól kuchenna		+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd
ścieki komunalne		+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd	+	bd	bd
węgiel bielący 12.5%		+	+/-	bd	+	+/-	bd	+	+/-	bd	-	-	-

### 2.3. TRICOMER (PVC-P/NBR)

Tricomer jest specjalnie zaprogramowanym materiałem do wytwarzania taśm uszczelniających TRICOSAL. Stanowi on kombinację specjalnego rodzaju polichloru winylu z wysokojakościowym kauczukiem nitylowym i odpowiednimi plastyfikatorami. TRICOMER łączy w sobie zalety tradycyjnych materiałów uszczelniających takich jak kauczuk i miękkie PVC przy jednoczesnym wyeliminowaniu wad tych materiałów. TRICOMER jest łatwo spawalny. Właściwości są w dużo mniejszym stopniu zależne od temperatury niż u miękkiego polichloru winylu.

Taśmy TRICOMER wykazują w dużym zakresie sprężystość powrotną i niewielkie odkształcenia plastyczne. W temperaturze 20°C odkształcenie przy zerwaniu u tricomerów przekracza 300%. Jednocześnie wytrzymałość na rozdzielanie wynosząca 20N/mm<sup>2</sup> daje w praktyce zwiększone bezpieczeństwo. Odporność chemiczna taśm tricomerowych jest większa niż taśm z miękkiego PVC. W wysokim stopniu odporne są na czynniki chemiczne i na starzenie. Ten szczególnie szeroki zakres odpornościowy umożliwia ich stosowanie w specjalistycznym budownictwie przemysłowym. Taśmy TRICOMER praktycznie nie ulegają starzeniu w atmosferze tlenu i podwyższonej temperatury.

Wprawdzie dopuszczalna temperatura dla taśm tricomerowych wynosi +60°C, ale nawet wielotygodniowe podwyższenie jej do +80°C nie wywołuje istotnych zmian.

**Standardowy tricomer nie jest odporny na kontakt z bitumami i olejami. Odporność taką posiada TRICOMER BV.**

### 2.4. WYBÓR MATERIAŁU NA TAŚMĘ USZCZELNIAJĄCĄ WG JEJ PRZEZNACZENIA

Wybór taśmy uszczelniającej zaczyna się od doboru odpowiedniego materiału. Dla ułatwienia zestawiono poniżej tabelkę z podstawowymi właściwościami materiałów używanych do produkcji taśm (tabela 3). W szczególnych przypadkach, gdy wymagania lub zestaw obciążeń wykraczają poza zakres odporności tych materiałów, trzeba przewidzieć taką konstrukcję dylatacji, która umożliwi okresową wymianę taśm uszczelniających (np. taśmy mocowane przy pomocy specjalnych stalowych konstrukcji dociskowych przedstawione w rozdz.3.3).

**TABELA 3. PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW UŻYWANYCH DO PRODUKCJI TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH**

WYMÓG	PVC-P/ NB	PVC-P / BV	TRICOMER BV	ELASTOMER SBR
Ruchy szczeliny*: normalne	■	■	■	■
duże	□	□	■	■
bardzo duże	□	□	■	■
Odporność na bitumy	□	■	■	■
Odporność na oleje	■	■	■	■
Odporność na benzynę	□	■	■	□
Odporność na zmianę temp. do + 60°C	■	■	■	■
do + 80°C	□	□	■	□
do - 20°C	■	■	■	■
Trwałość w atmosferze tlenu	■	■	■	■
Technika łączenia	spawanie	spawanie	spawanie	wulkanizacja
Legenda:	□	■	■	■
	nie zalecane	odpowiednie	odpowiednie	<b>bardzo dobre</b>

\* Zdolność taśm do przyjmowania ruchu występującego w dylatacji w głównej mierze zależy od odpowiedniego ukształtowania części elastycznej (rys.2 a-c). Przy rozciąganiu i ścinaniu w płaszczyźnie dylatacji deformacji ulega elastyczny kanał w połowie szerokości taśmy dylatacyjnej. Jakość materiału nabiera znaczenia przy wydłużeniach średnika taśmy, który z kolei jest wykonywany w

zmiennej grubości dla różnych typów taśm. Podkreślamy więc, aby zwrócić szczególną uwagę na kształt i wymiary części elastycznej taśm dylatacyjnych. Pomocą mogą być tutaj diagramy dopuszczalnych odkształceń taśm (rys.7 i 8) oraz Program Techniczny TRICOSAL, w którym podane są dokładne wymiary taśm uszczelniających.

# 3. KSZTAŁTY PRZEKROJÓW TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH

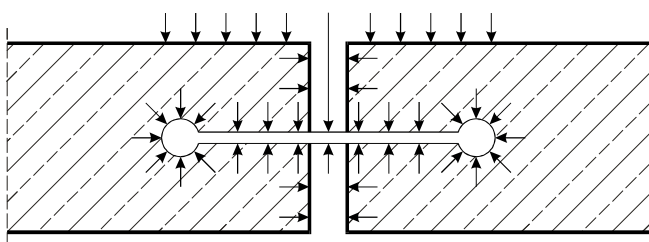
## 3.1. ZASADY USZCZELNIANIA

Skuteczność uszczelnienia taśmami uszczelniającymi z tworzyw sztucznych opiera się głównie na zasadzie docisku oraz labiryntu.

### ZASADA DOCISKU

Między częściami taśmy uszczelniającej i betonem szczelność powinna być zapewniona przez docisk wielostronny. Docisk wielostronny zapewniony jest dzięki odpowiedniemu kształtowi taśmy uszczelniającej oraz od odpowiedniej siły przylegania taśmy do betonu zależnej od głębokości zabudowy taśmy w betonie (rys.3, 6 a). W celu wytworzenia dodatkowego docisku istnieje możliwość wprowadzenia zaczynu cementowego z dodatkami spęczniającymi lub żywic iniekcyjnych do wnętrza taśmy uszczelniającej np. taśma uszczelniająca PVC-P typu AFV.

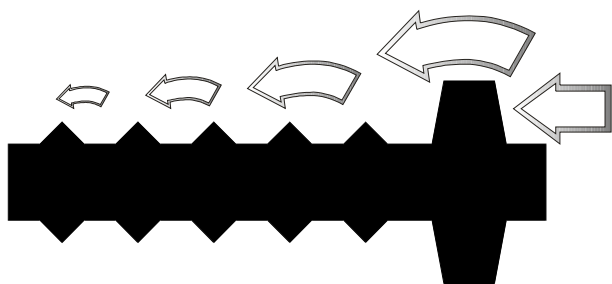
**RYŚ.3. ZASADA DOCISKU WIELOSTRONNEGO**



### ZASADA LABIRYNTU

Skuteczność uszczelnienia jest w bardzo dużym stopniu zależna od drogi penetracji wody przez beton. Szczelność labiryntu jest zależna nie tylko od długości drogi, lecz także od ilości korbów oraz liczby i kąta zmiany kierunku. Do korbów zaliczają się również zgrubienia boczne, wypusty usztywniające oraz wypusty kotwiące (rys. 4)

**RYŚ.4. ILUSTRACJA ZASADY LABIRYNTU I MALEJĄCEGO CIŚNIENIA WODY**



## 3.2. PROFILE TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH TRICOSAL

### TAŚMY USZCZELNIAJĄCE WEWNĘTRZNE

Cechują się tym, że zatrzymują bezpośredni przepływ wody i stawiają opór ciśnieniu wody. Woda jest kierowana do części uszczelniającej taśmy, która zmniejsza ciśnienie i stanowi przeszkodę dla przecieków. Jednocześnie wewnętrzne taśmy uszczelniające muszą przejmować ewentualne ruchy części budowli stykających się w dylatacji. Symetryczny przekrój poprzeczny taśmy zapewnia dobre przejmowanie ciśnienia wody zarówno od wewnątrz jak i od zewnątrz. Podstawową zasadą przy

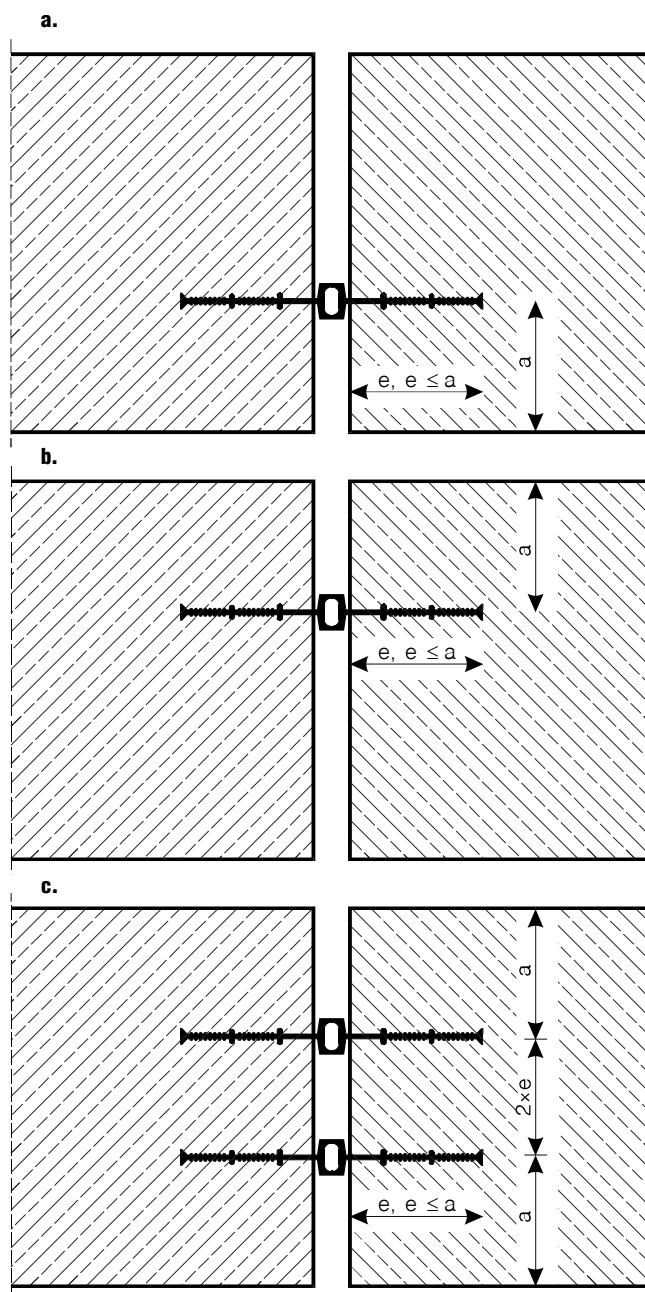
zabudowie taśm uszczelniających jest, że

**grubość przykrycia taśmy betonem musi być równa lub większa od jednostronnej długości zabetonowania taśmy.**

Przy grubszych przekrojach mogą zatem wystąpić trzy przypadki:

- 1) taśma uszczelniająca jest przykryta minimalną grubością betonu od strony wody, aby utrzymać możliwie najwyższą przestrzeń uszczelniającą bez dostępu wody (rys.5 a)
- 2) taśma uszczelniająca jest przykryta minimalną grubością betonu od strony powietrza, aby móc lepiej kontrolować zabetonowanie taśmy uszczelniającej (rys.5 b).
- 3) zastosowanie systemu taśm TRICOSAL, przy czym odstęp między taśmami uszczelniającymi powinien być dwukrotną wielkością minimalnego przekrycia (rys.5 c).

**RYŚ.5. ZASADA ZABUDOWY TAŚM WEWNĘTRZNYCH**

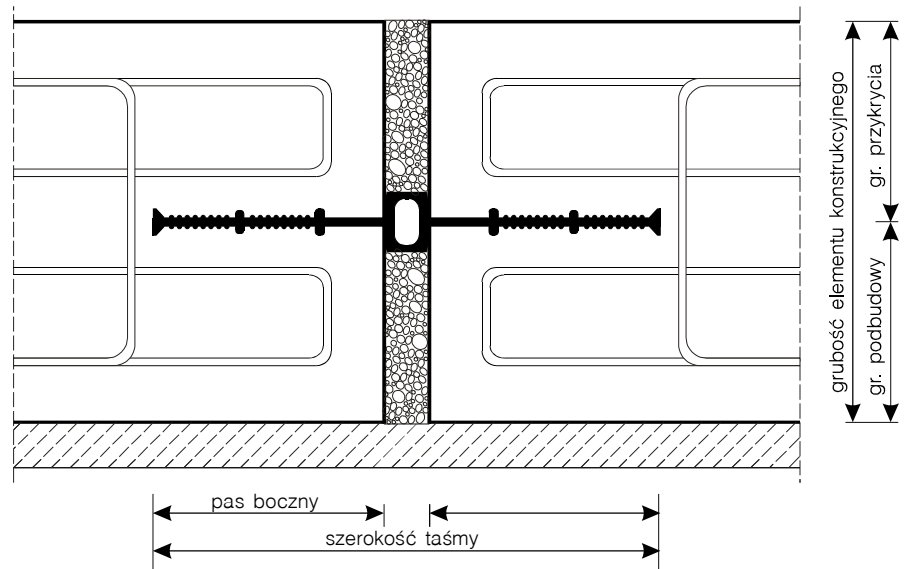




## RYS.6. SPOSOBY ZABUDOWY TAŚM DYLATACYJNYCH TRICOSAL

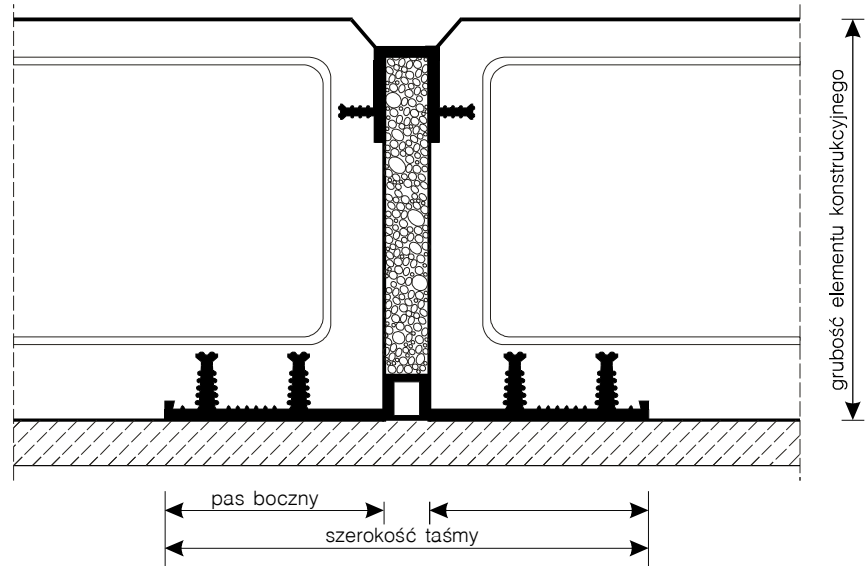
a. zasada zabudowy taśm wewnętrznych

**szerokość taśm  $\approx$  grubość elementu konstrukcyjnego**  
**głębokość zabudowy  $\leq$  grubość przykrycia**

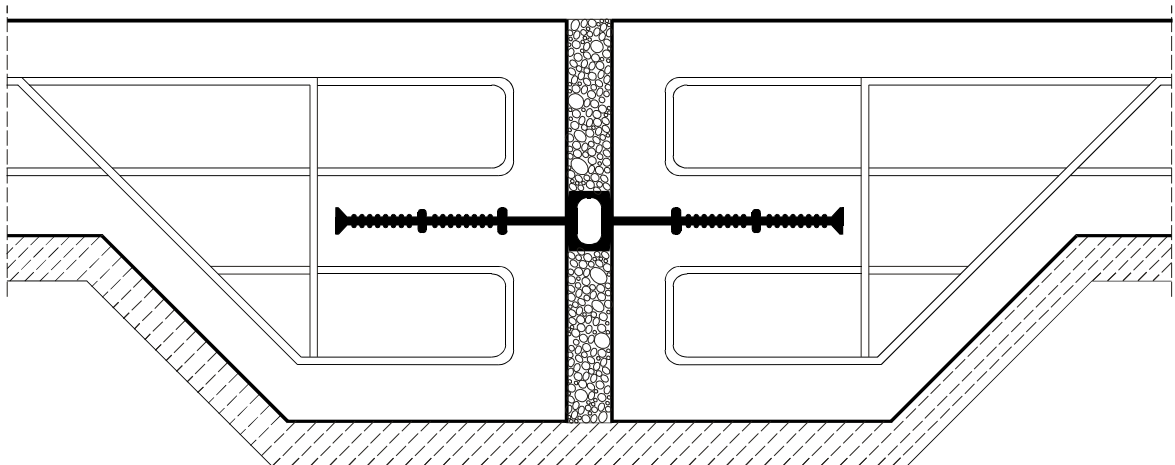


b. zasada zabudowy taśm zewnętrznych

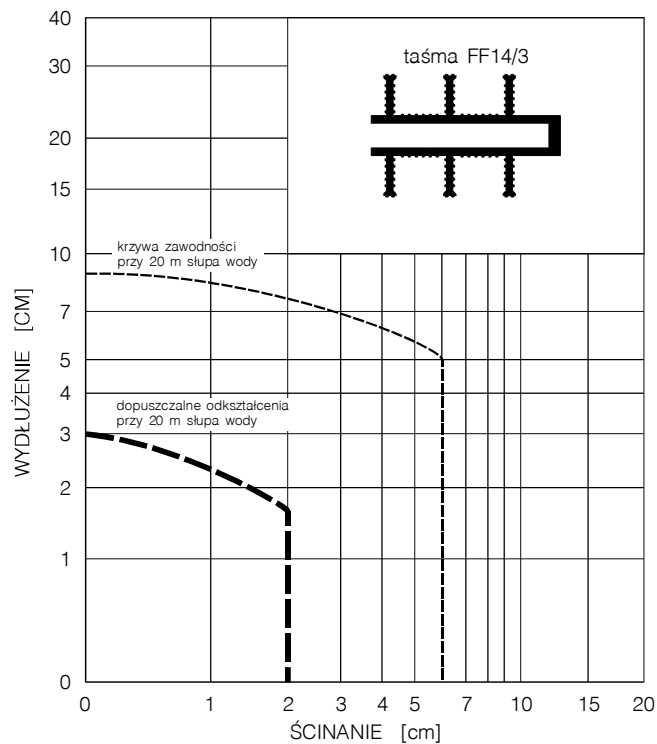
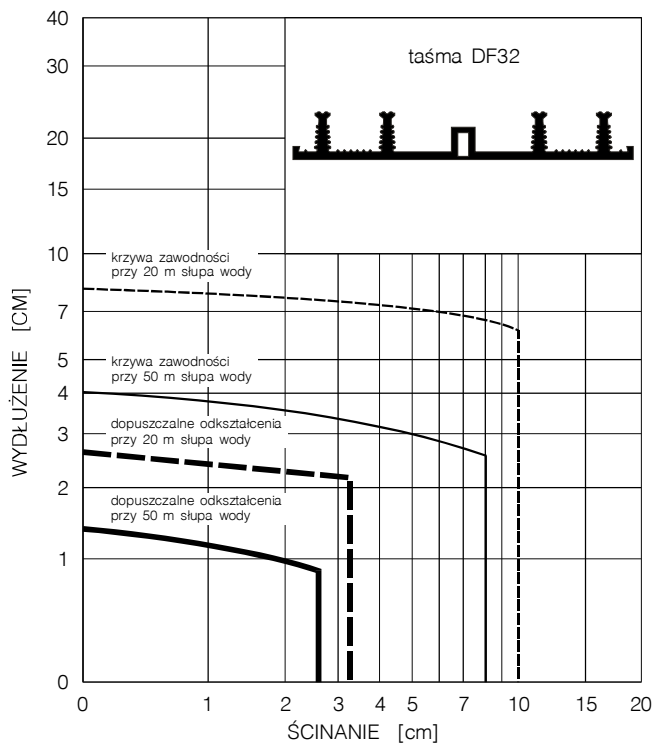
**szerokość taśm  $\approx$  grubość elementu konstrukcyjnego**



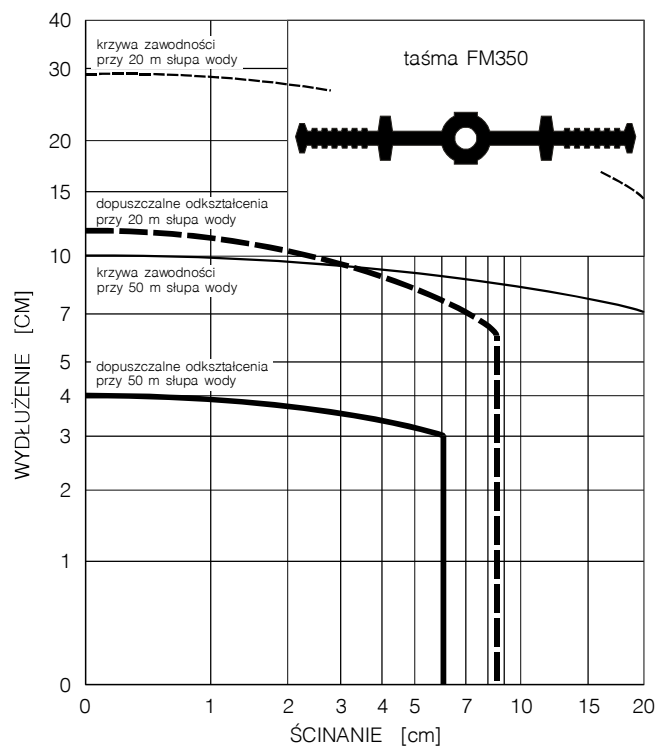
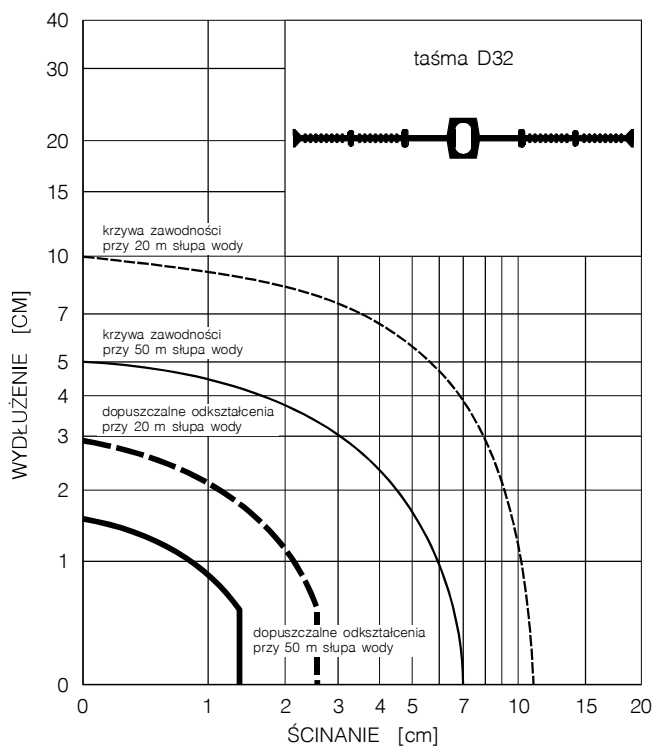
c. zasada zabudowy taśm wewnętrznych gdy grubość elementu konstrukcyjnego jest mniejsza od szerokości taśmy



**RYŚ.7. DIAGRAM DOPUSZCZONYCH ODKSZTAŁCEŃ TAŚM DYLATACYJNYCH ZEWNĘTRZNYCH I ZAMYKAJĄCYCH Z MIĘKKIEGO PVC STANDARD**



**RYŚ.8. DIAGRAM DOPUSZCZONYCH ODKSZTAŁCEŃ TAŚM DYLATACYJNYCH WEWNĘTRZNYCH**



Najczęściej używane są taśmy szerokości 24 i 32 cm. Mniejsze przekroje taśm uszczelniających są stosowane dla budowli o mniejszym znaczeniu. Dla tak zwanych szerokich szczelin dylatacyjnych (powyżej 5cm) stosowane są przekroje wzmocnione np. Elastomer typu FM lub taśmy uszczelniające szerokości 50cm, które dzięki powiększonej części elastycznej także nadają się do szerokich dylatacji. Możliwość zastosowania profili mocujących firmy TRICOSAL czyni, że taśmy uszczelniające wewnętrzne są łatwe w montażu i zabetonowywaniu.

#### TAŚMY USZCZELNIAJĄCE ZEWNĘTRZNE

Taśmy uszczelniające zewnętrzne montowane są płasko do powierzchni. Ciśnienie wody zewnętrznej skierowane jest na część uszczelniającą taśmy. Obciążenie zewnętrznej taśmy uszczelniającej w przeciwnym kierunku jest także możliwe, wymaga jednak podparcia takiego, że końcówki kotwiące nie będą narażone na rozciąganie, a część elastyczna na skręcanie. Fakt, że zbrojenie nie musi być specjalnie dopasowane do zastosowania taśmy uszczelniającej zewnętrznej oraz łatwość montażu stanowią ogromne zalety ich użycia. Z powodu dobrego działania uszczelniającego końcówek kotwiących, taśmy zewnętrzne są stosowane także wewnątrz. Spodnia, pozbawiona karbów strona nie ma przy tym znaczenia dla szczelności. Nie można stosować tego typu taśm po zewnętrznej stronie stropu, ponieważ skierowanych w dół końcówek kotwiących nie można starannie zabetonować. Należy w takim przypadku zastosować taśmy wewnętrzne (profile D) lub taśmy dylatacyjne zamykające (profile FF, FA).

#### TAŚMY DYLATACYJNE ZAMYKAJĄCE

Głównym zadaniem tych taśm jest uszczelnienie dylatacji przed wodą przy równoczesnym przenoszeniu ruchów dylatacji. Dzięki relatywnie dużym rozmiarom części elastycznej taśm zamykających możliwe są przemieszczenia rozciągające, ścinające jak również równoległe do osi taśmy. Taśmy dylatacyjne zamykające zabezpieczają wypełnianą zazwyczaj innym materiałem przestrzeń dylatacyjną umożliwiając dzięki temu pozostawienie pustej szczeliny dylatacyjnej. W odróżnieniu od pierwotnego przeznaczenia, taśmy te są używane obecnie często jako dodatkowe uszczelnienie systemowe (np. rys 6 b). Dla tych taśm niebezpieczeństwo poluzowania przy rozdeskowaniu nie występuje. Rysunki 7 i 8 pokazują diagramy dopuszczalnych odkształceń taśm dylatacyjnych przy ruchach w płaszczyźnie dylatacji. Diagramy zawierają 2 rodzaje krzywych:

1. krzywa dopuszczalnych odkształceń taśmy przy podanym ciśnieniu wody, która określa przemieszczenia dylatacji, przy których zachowana jest całkowita szczelność taśm
2. krzywa zawodności taśm określająca granicę, powyżej której taśmy nie spełniają swojej funkcji.

### 3.3. USZCZELNIANIE DYLATACJI PRZY POMOCY TAŚM DYLATACYJNYCH I STALOWYCH KONSTRUKCJI DOCISKOWYCH

Dla zapewnienia szczelnego połączenia siła docisku kołnierza stalowego musi zostać tak dobrana, aby:

- ciśnienie wody na połączeniu było z wystarczającym zapasem zrównoważone
- siły rozciągające powstałe na skutek odkształceń konstrukcji lub ciśnienia wody były proporcjonalne do powierzchni dociskowych tak, aby poprzez siłę tarcia mogły być przeniesione na konstrukcję połączenia.

Z tego względu dla różnych typów taśm dylatacyjnych istnieją zróżnicowane dopuszczalne odkształcenia na rozciąganie i ściskanie. Maksymalne dopuszczalne odkształcenia przy rozciąganiu przedstawia tabela 4.

**TABELA 4. DOPUSZCZALNE ODKSZTAŁCENIA PRZY ROZCIĄGANIU**

PROFIL	DOP. WYDŁUŻENIE
D, DM32	1 cm
DF32, DFM32, DK35, FM350	2.5 cm
DFK32, AM350, ZWM36	4.5 cm

#### ● niezbędne naprężenie dociskowe kołnierza stalowego

$$\sigma_p = \gamma \times (f \times p + c) \quad [N / mm^2] \quad [1]$$

$f = 3$ , współczynnik szczelności

$p$  - istniejące ciśnienie słupa wody  $[N / mm^2]$

$c = 0.1$   $[N / mm]$ , stała ciśnienia

$\gamma = 2$ , współczynnik bezpieczeństwa.

#### ● niezbędna siła docisku śrub kotwiących

$$F = \sigma_p \times a \times b_1 \quad [N] \quad [2]$$

$\sigma_p$  - niezbędne naprężenie dociskowe  $[N / mm^2]$

$a$  - odległość pomiędzy śrubami kotwiącymi  $[mm]$

$b_1$  - szerokość kotwienia dociskowego  $[mm]$ .

#### ● niezbędny moment dokręcenia śrub

$$M_a = K \times F \times d_1 \quad [Nm] \quad [3]$$

$K$  - wartość zależna od rodzaju śruby i nakrętki; dla śrub z lekko naoliwionym gwintem  $K = 0.20$

$F$  - siła docisku śrub kotwiących  $[N]$

$d_1$  - średnica śruby  $[m]$

#### ● dopuszczalny moment zginający dla kołnierza dociskowego

$$M_{max} = m \times q \times a^2 \quad [Nm] \quad [4]$$

$m = 0.125$  /dla śrub usytuowanych w połowie szerokości kołnierza/

$a$  - odległość pomiędzy śrubami  $[m]$

$q = \sigma_p \times b_1$   $[N / mm]$

#### ● niezbędny wskaźnik wytrzymałości dla kołnierza dociskowego

$$W = M_{max} / R_{zg} \quad [cm^3] \quad [5]$$

$R_{zg}$  - obliczeniowe naprężenie dopuszczalne przy zginaniu dla danego gatunku stali  $[MPa]$ .

#### ● niezbędna grubość kołnierza dociskowego

$$S = [6 \times W / (b - d_2)]^{1/2} \quad [cm] \quad [6]$$

$b$  - szerokość kołnierza  $[cm]$

$d_2$  - średnica otworu na śrubę dociskową  $[cm]$ .

## ● powszechnie stosowane wymiary kołnierzy dociskowych:

szerokość	$b = 80 \div 150 \text{ mm}$
grubość	$S = 8 \div 12 \text{ mm}$
średnica śrub	$d_s = 12 \div 22 \text{ mm (M12} \div \text{M22)}$
odstęp pomiędzy śrubami	$a = 15 \div 25 \text{ cm}$

Przykładowe sposoby uszczelnienia dylatacji przy pomocy taśm specjalnych i stalowych elementów dociskowych podano na rysunku 9.

### 3.4. WYMAGANIA OGÓLNE ZABUDOWY TAŚM USZCZELNIAJĄCYCH

Przy zabudowywaniu taśm uszczelniających zastosowanie mają "Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych i montażowych" oraz wytyczne producenta taśm. W szczególności ważne jest, aby:

- układ taśm stanowił zamknięty i szczelny system wraz z załamaniem, skrzyżowaniami i połączeniami z innymi typami taśm
- taśmy układać symetrycznie w stosunku do osi dylatacji i szczelin roboczych
- taśmy były mocowane w sposób uniemożliwiający zmiany ich położenia w trakcie betonowania
- nie stosować elementów mocujących i podporowych mogących spowodować penetrację wody

**TAB.5. DOBÓR WYMIARÓW ELEMENTÓW STALOWYCH DLA KONSTRUKCJI DOCISKOWYCH WG DIN 18195 CZ.9.**

	Nazwa elementu	Kołnierz bez konstrukcji mocującej	Kołnierz dociskowy mocowany do dolnej konstrukcji mocującej, stałej	
		Rodzaj konstrukcji		
		Woda bez ciśnienia	Woda bez ciśnienia	Woda pod ciśnieniem
1	Kołnierz dociskowy ruchomy			
2	szerokość $a_1$	$\geq 50$	$\geq 60$	$\geq 150$
3	grubość $L_1$	$5 \div 7$	$\geq 6$	$\geq 10$
	fazowanie naroży	$\approx 1$	$\approx 2$	$\approx 2$
4	Konstrukcja mocująca stała (zabetonowana)			
5	szerokość $a_2$	-	$\geq 70$	$\geq 160$
	grubość $L_2$	-	$\geq 6, \geq I_1$	$\geq 10, \geq I_1$
6	Śruby dociskowe			
	średnica $d_s$	$\geq 8$	$\geq 12$	$\geq 20$
7	Spaw przy nasadzie śruby			
8	szerokość $s_1$	-	$\approx 2$	$\approx 2.5$
	wysokość $s_2$	-	$\approx 3.2$	$\approx 5$
9	Otwory na śruby			
	średnica $d_1$	$\geq 10$	$\geq 14$	$\geq 22$
10	Poszerzenie przy śrubach spawanych do konstrukcji mocującej			
	średnica $d_2$	-	$d_1 + 2 \times s_1$	$d_1 + 2 \times s_1$
11	Odstęp między śrubami mocującymi (wzdłuż kołnierza)	$150 \div 200$	$75 \div 150$	$75 \div 150$
12	Odstęp od osi śruby do końca kołnierza dociskowego	$\geq 75$	$\geq 75$	$\geq 75$

- wewnętrzne taśmy uszczelniające mocować z reguły do zbrojenia
- unikać bezpośredniego kontaktu taśm ze zbrojeniem
- taśmy zewnętrzne przylegały ściśle do podłoża
- taśmy zabetonować tylko wtedy, gdy są one wolne od zanieczyszczeń, resztek starego betonu oraz uszkodzeń
- w trakcie układania pierwszej warstwy betonu szczególną uwagę zwrócić na to by pod taśmami nie tworzyły się pustki powietrzne
- scalanie taśm przez spawanie (PVC-P oraz TRICOMER) wykonywać na zapleczu jako gotowe prefabrykaty, ponieważ wykonywanie tych czynności na budowie jest bardzo pracochłonne i mniej dokładne; taśmy elastomerowe ze względu na własności tworzywa muszą być na łączeniach wulkanizowane, dlatego czynności te powinny być wykonywane fabrycznie.

Podłoże pod taśmy uszczelniające powinno być równe, bez zanieczyszczeń, rys i luźnych części. Jest to szczególnie ważne w przypadku stosowania taśm mocowanych do istniejącego podłoża przy pomocy stalowych płaskowników dociskowych i śrub. Szczególnie starannego przygotowania podłoża wymagają powierzchnie ścian szczelinowych. Kolejność czynności przygotowania podłoża o dużych nierównościach i zanieczyszczeniach jest następująca:

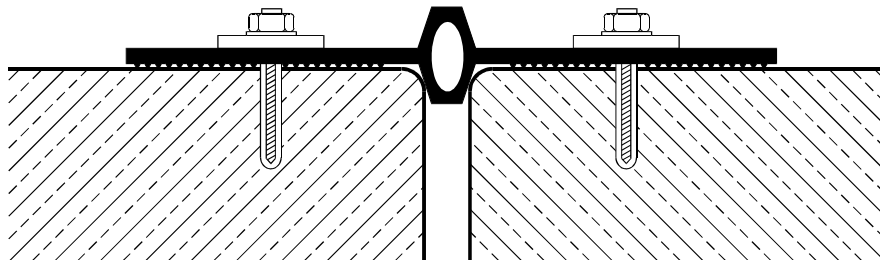
1. Oczyszczenie powierzchni z części luźnych i pylastych np. przez przetarcie szczotkami stalowymi i zmycie wysokociśnieniowym, wąskim strumieniem wody.
2. Zaimpregnowanie jeszcze wilgotnej powierzchni akrylową emulsją gruntującą.
3. Wykonanie na nie wyschniętym podłożu warstwy szczepnej.
4. Wyrównanie powierzchni i uzupełnienie ubytków specjalną zaprawą lub szpachlówką PCC z zatarciem na gładko. Zaprawę nanieść na jeszcze nie wyschniętą warstwę szczepną.
5. Dla uszlachetnienia powierzchni zaleca się nanieść dodatkowo impregnat na bazie żywic epoksydowych.

Alternatywnie warstwę wyrównawczą wykonać można przy użyciu preparatów gruntujących i zapraw na bazie żywic epoksydowych. W przypadku stosowania taśm mocowanych stalowymi płaskownikami dociskowymi i śrubami wytrzymałość betonu nie powinna być niższa od B25. W tym przypadku jako dodatkowy element uszczelniający zaleca się stosować pomiędzy ścianą i taśmą wkładkę z surowego kauczuku o grubości 4mm i szerokości równej płaskownikowi dociskowemu.

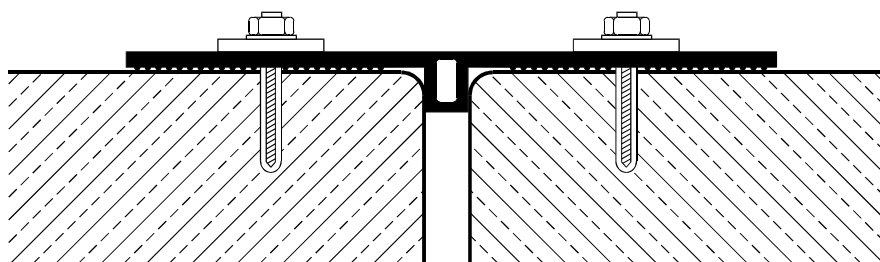
### 3.5. LITERATURA

- [1] „TRICOSAL - Fugenband für die Bauwerksfuge” Illertissen, 1989
- [2] „Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung” DIN1045, 1983
- [3] „Fugen und Fugenbänder, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen” Dr Girnau, Dipl.-Ing. Klawa - Alba Buchverlag, Düsseldorf, 1972
- [4] „Neue Fugenbänder, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen” Dr Girnau, Dipl.-Ing. Klawa - Alba Buchverlag, Düsseldorf, 1975

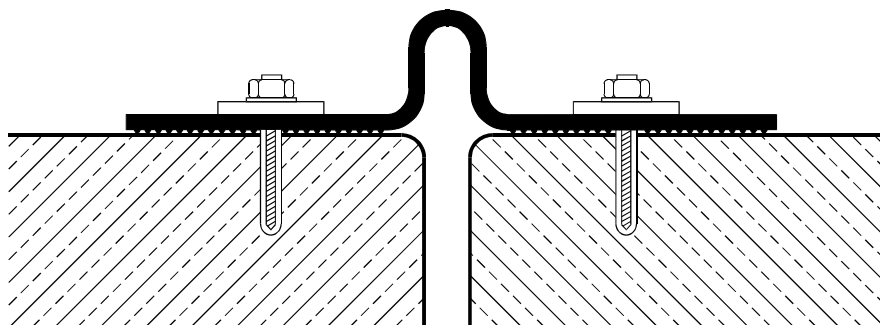
**RYS. 9. PRZYKŁADOWE SPOSOBY USZCZELNIANIA DYLATACJI PRZY POMOCY TAŚM I STAŁOWYCH ELEMENTÓW DOCISKOWYCH ( DYLATACJE NIE NARAŻONE NA CIŚNIENIE WODY )**



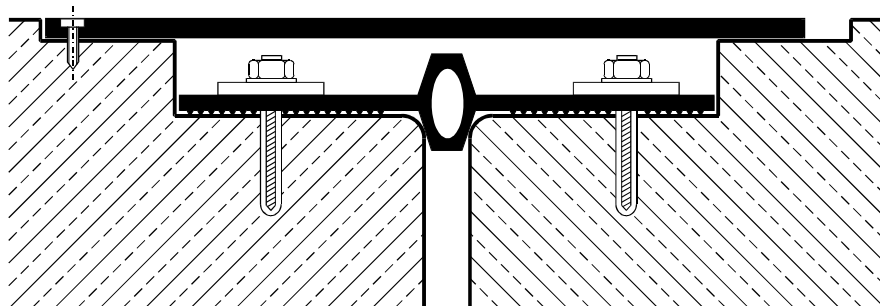
a. taśma dylatacyjna wewnętrzna



b. taśma dylatacyjna zewnętrzna



c. taśma typu ZWM 36



d. zabezpieczenie połączenia blachą