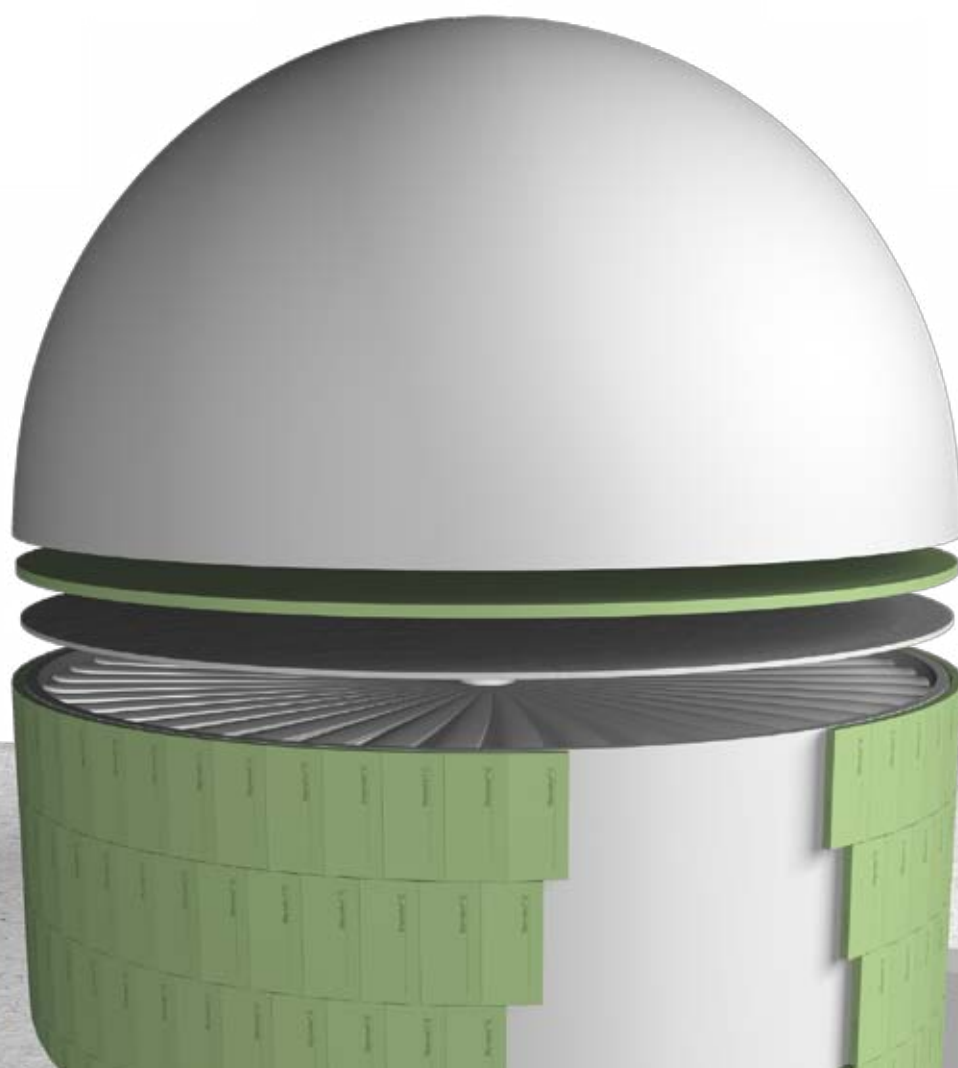


Izolacja termiczna instalacji biogazowych



1	Materiał termoizolacyjny Styrodur® C	3
2	Izolacja instalacji biogazowych	4
2.1	Docieplanie instalacji biogazowych	4
2.2	Wymagania wobec materiałów termoizolacyjnych stosowanych w instalacjach biogazowych	4
2.3	Skład biogazu i przydatność do użycia Styroduru C	4
2.4	Typy konstrukcyjne fermentora	4
2.5	Temperatury procesowe i zalety Styroduru C	5
3	Stosowanie Styroduru C	5
3.1	Zakresy zastosowań Styroduru C w fermentorze	5
3.2	Informacje dotyczące dyfuzji pary wodnej	5
3.3	Docieplanie płyty fundamentowej	6
3.4	Docieplanie ścian fermentora w ziemi	7
3.5	Przyklejanie i głębokości montażu płyt ze Styroduru C	7
3.6	Wypełnianie wykopu budowlanego, warstwy odsączające i wyrównujące ciśnienie pary	7
3.7	Izolacja termiczna przy użyciu parasola przeciwmrozowego	8
3.8	Izolacja termiczna ściany fermentora zabezpieczająca przed powietrzem otoczenia	8
3.9	Izolacja termiczna stropów fermentora pokrytych zielenią i przystosowanych do ruchu pojazdów	8
3.10	Izolacja termiczna między fermentorem a kołpakiem z folii gazowanej	9
3.11	Informacje budowlano-fizyczne dotyczące izolacji wewnętrznej elementów betonowych w instalacjach biogazowych	9
4	Właściwości Styroduru C	9
4.1	Reakcja na ogień	9
4.2	Ochrona przed promieniowaniem nadfioletowym UV	9
5	Pomoc w obliczaniu termoizolacyjności	10
6	Dane techniczne Styroduru C	11

Uwaga!

Informacje zawarte w niniejszej broszurze oparte są na aktualnym stanie wiedzy i doświadczenia oraz odnoszą się wyłącznie do naszego produktu o właściwościach posiadanych w chwili sporządzenia dokumentu; podane przez nas informacje nie stanowią gwarancji właściwości ani uzgodnionej umową przydatności produktu do konkretnego zastosowania. Zawsze należy uwzględnić szczególne uwarunkowania konkretnego zastosowania, w szczególności aspekty budowlano-fizyczne, techniczne i prawne. Wszystkie rysunki techniczne są ogólnymi szkicami, które należy dopasować do konkretnego zastosowania.



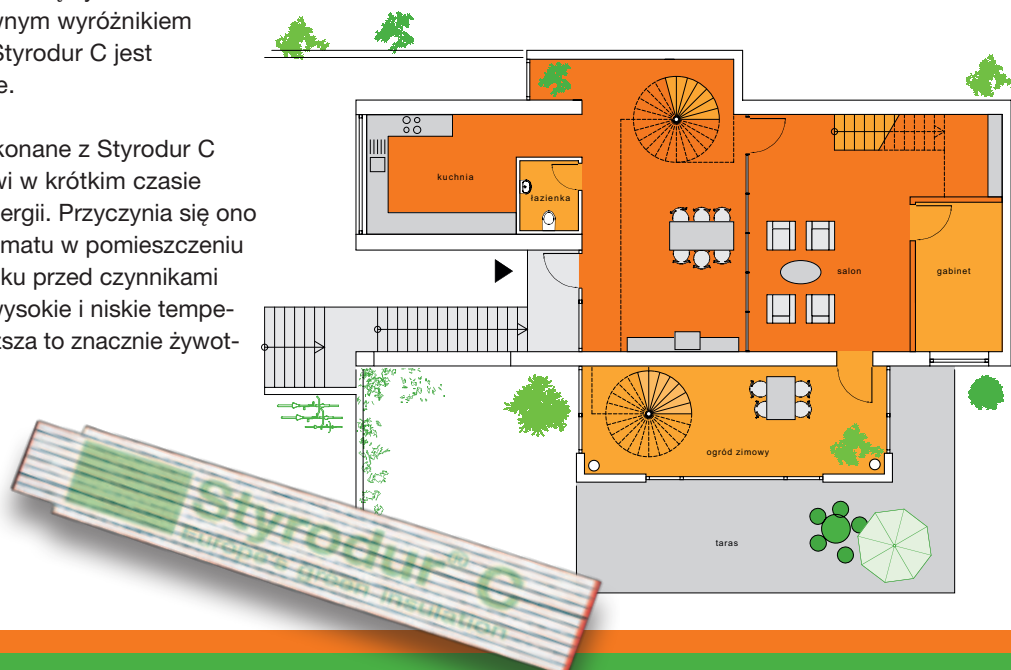
1. Materiał termoizolacyjny Styrodur® C

Styrodur® C jest wytłaczaną polistyrenową pianką sztywną produkcji BASF w kolorze zielonym. Produkt ten nie zawiera freonów ani innych węglowodorów halogenowanych i jako materiał termoizolacyjny przyczynia się w dużym stopniu do redukcji emisji CO₂.

Dzięki swojej wysokiej wytrzymałości, niewielkiej chłonności wody, wysokiej żywotności i odporności na butwienie Styrodur C stał się synonimem dla XPS na obszarze Europy. Głównym wyróżnikiem poszczególnych odmian Styrodur C jest wytrzymałość na ściskanie.

Optymalne ocieplenie wykonane z Styrodur C amortyzuje się inwestorowi w krótkim czasie dzięki niskiemu zużyciu energii. Przyczynia się ono do uzyskania zdrowego klimatu w pomieszczeniu i chroni konstrukcję budynku przed czynnikami zewnętrznymi, takimi jak wysokie i niskie temperatury oraz wilgoć. Podwyższa to znacznie żywotność i wartość budynku.

Styrodur C jest wytwarzany zgodnie z wymogami Europejskich Norm DIN EN 13 164, a w zakresie własności pożarowych jest zaklasyfikowany do klasy europejskiej E wg DIN EN 13501-1. Materiał ten jest monitorowany przez Instytut Badawczy Termoizolacji – Stow. Zarej., posiada też dopuszczenie Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej o numerze Z-23.15-1481.



2. Izolacja instalacji biogazowych przy użyciu Styroduru® C

2.1 Docieplenie instalacji biogazowych

Zadaniem niniejszej broszury informacyjnej jest pomoc projektantom, producentom i użytkownikom instalacji biogazowych i dostarczenie ważnych informacji o zastosowaniu Styroduru® C w instalacjach biogazowych.

W hodowli i tuczeniu zwierząt powstają duże ilości gnojowicy, z której w stosunkowo prostych i ekonomicznych procesach fermentacyjnych można wytworzyć biogazy wykorzystywane do produkcji energii i ciepła. Optymalne temperatury procesów fermentacji do wytwarzania biogazu z gnojowicy przekraczają temperatury otoczenia. Podczas procesu fermentacji powstaje ciepło.

Aby proces ten - pod względem uzysku biogazów - utrzymać w optymalnej temperaturze roboczej, konieczne jest obniżenie strat ciepła w kadziach fermentacyjnych. W tym celu ściany, dna i stropy kadzi docieplane są materiałem termoizolacyjnym.



Ilustr. 1: Docieplenie ze Styroduru® C żelbetowej ściany fermentora.

2.2 Wymagania wobec materiałów termoizolacyjnych stosowanych w instalacjach biogazowych

W utrudnionych warunkach eksploatacyjnych:

- wysokie siły nacisku
- wysoka wilgotność
- kontakt z kwasem humusowym
- atmosfera biogazowa

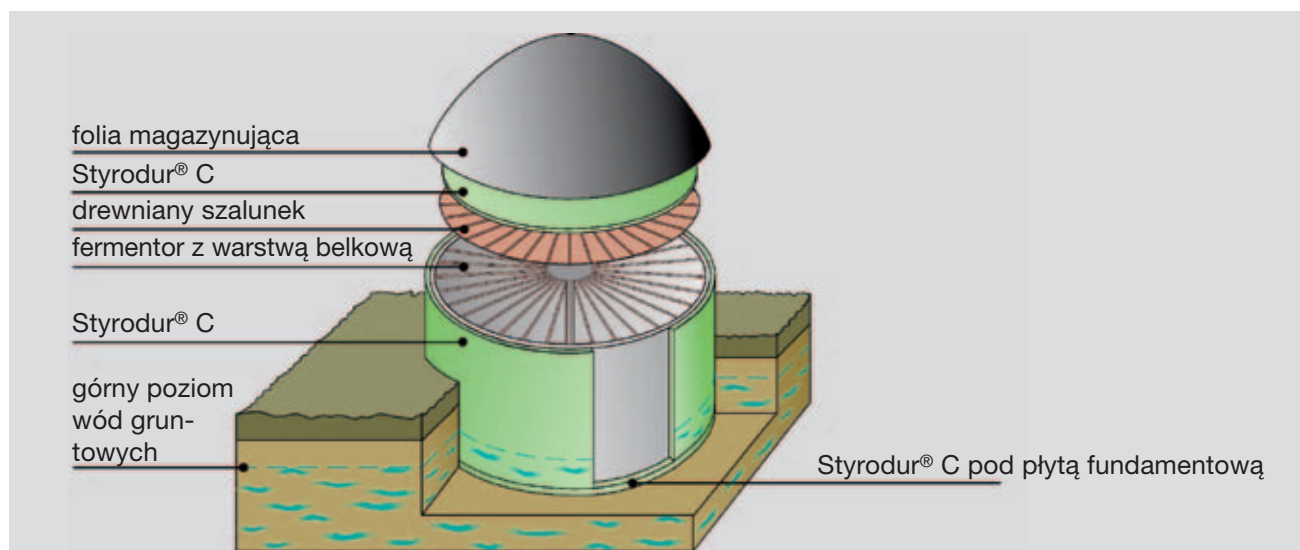
konieczne jest zastosowanie odpornego materiału termoizolacyjnego. Twarde tworzywo piankowe Styrodur C z wytłaczanego polistyrenu (XPS) spełnia te wymogi z zachowaniem znakomitego stosunku ceny do jakości.

2.3 Skład biogazu i przydatność do użycia Styroduru C

Biogaz jest mieszaniną różnych gazów o odmiennych proporcjach mieszania.

- od 50 do 80 % obj. metanu
- od 20 do 50 % obj. dwutlenku węgla
- od 0,01 do 0,4 % obj. siarkowodoru
- śladowe ilości:
 - amoniaku
 - wodoru
 - azotu
 - tlenku węgla

Styrodur C jest odporny na działanie mieszanki gazowej tej atmosfery.



Ilustr. 2: Schemat fermentora z kołpakiem foliowym.

2.4 Typy konstrukcyjne fermentora

Fermentory budowane są w wersji stojącej pionowo lub leżącej poziomo. Są one ustawiane naziemnie, wpuszczone częściowo w ziemię lub całkowicie zanurzone w gruncie, co umożliwia też przejeżdżanie po nich pojazdami. Jedną z najczęstszych wersji wykonania jest stojący beczkowy fermentor z kołpakiem foliowym.

We wszystkich wariantach zaleca się montaż izolacji termicznej po stronie zewnętrznej. Wyjątek stanowi docieplenie stropu fermentora w wersji drewnianej. W takim przypadku otwarty u góry fermentor przykrywa się warstwą belek, nakłada się drewniany szalunek i izolację ze Styroduru® C. Nad konstrukcją rozciąga się kołpak z folii gazowanej.

2.5 Temperatury procesowe i zalety Styroduru® C

W zależności od składu gnojowicy ma ona różne czasy przebywania w fermentorze; procesy gnilne przebiegają w temperaturach od 20 °C do 55 °C. Styrodur C jest tworzywem termoplastycznym, którego właściwości fizyczne zmieniają się wraz z temperaturą. Graniczna temperatura użytkowa Styroduru C wynosi 75 °C. W przypadku docieplania instalacji biogazowych temperatura utrzymuje się stale znacznie poniżej tej wartości.

Wraz ze spadkiem temperatury obniża się przewodność cieplna Styroduru C, co podnosi zimą termoizolacyjność płyt. Te właściwości fizyczne produktu redukują przy kalkulacji zapotrzebowania na energię cieplną ilość energii potrzebnej do utrzymania temperatury procesowej gnojowicy.

Tabela 1: Przewodność cieplna Styroduru® C w zależności od temperatury.

Przykład: Styrodur 3035 CS, grubość płyt 50 mm

Temperatura [°C]	Przewodność cieplna w W/(m·K) Styroduru® C
-20	0,030
0	0,032
10	0,033
20	0,034
30	0,035
40	0,036
50	0,037

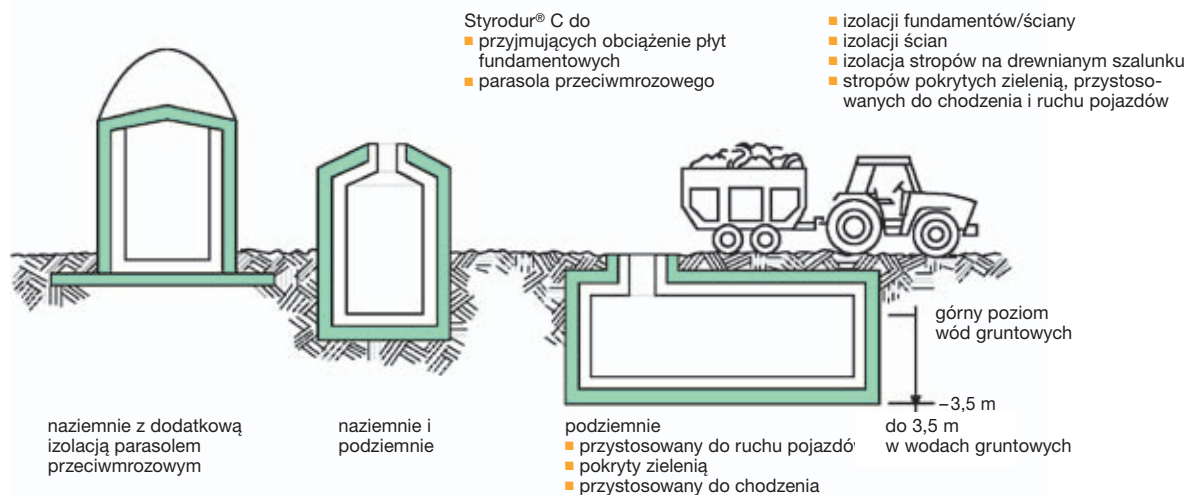
3. Stosowanie Styroduru C

3.1 Zakresy zastosowań Styroduru C w fermentorze

Fermentor należy ocieplić najlepiej od zewnątrz, obwiedniowo wokół całego korpusu. Zależnie od wersji konstrukcyjnej i głębokości wpuszczenia w ziemię dostępne są różne konstrukcje, które wymagają materiałów termoizolacyjnych o odmiennych właściwościach statycznych i budowlano-fizycznych. Konstruktorzy muszą je uwzględnić w obliczeniach dyfuzyjnych podczas projektowania konstrukcji nośnej.

Niewpuszczone w grunt, ustawione naziemnie fermentory można zabezpieczyć izolacją termiczną w formie tzw. parasola przeciwmrozowego przed wyziębieniem podłoża i ewentualnym podniesieniem konstrukcji wywołanym działaniem mrozu. Fermentory wpuszczone w ziemię należy wyposażyć w izolację fundamentową, stosowaną też w ogrzewanych pomieszczeniach piwnicznych budynków. Konstrukcje całkowicie zanurzone w gruncie, pokryte ziemią lub przystosowane do ruchu pojazdów są również zabezpieczane obwiedniową izolacją fundamentową przed stratami ciepła.

Obwiedniowe docieplenie instalacji biogazowych przy użyciu Styroduru® C wg rodzaju ustawienia w wodach gruntowych do głębokości 3,5 m



Ilustr. 3: Docieplenie przy użyciu Styroduru® C różnych fermentorów.

3.2 Informacje dotyczące dyfuzji pary wodnej

Styrodur® C jest twardym tworzywem piankowym o zamkniętych komórkach, wytłaczanym z polistyrenu, który praktycznie nie wchłania płynnej wody w postaci kropelkowej. Pod względem właściwości dyfuzyjnych wytłaczane pianki nie są jednak paroszczelnymi materiałami budowlanymi. Gazowe cząsteczki wody przenikają przez materiał izolacyjny. Jako siła napędowa przenikania pary wodnej wystarcza ciśnienie cząstkowe pary, zależne od temperatury i względnej wilgotności powietrza. Wyrównanie potencjałów przebiega zawsze z wyższego do niższego poziomu.

Prawie przez cały rok instalacje biogazowe mają we wnętrzu fermentora wyższe ciśnienie cząstkowe pary niż ciśnienie powietrza w atmosferze zewnętrznej. W procesie wyrównywania ciśnienia pary należy zapewnić stały spadek oporów przenikania na zewnątrz pary wodnej w każdej warstwie cząstkowej. Jeżeli tak się nie stanie, może dojść do wzrostu nasycenia parą wodną w warstwie o wyższym oporze. Jeżeli temperatura wzdłuż drogi dyfuzyjnej spadnie poniżej temperatury rosy, jak w przypadku fermentorów, w warstwie o wyższym oporze dochodzi do wzrostu nasycenia parą wodną i powstawania wody kondensacyjnej.

W mezofilnych instalacjach biogazowych temperatura otoczenia może być latem równa temperaturze w fermentorze. Wyższa zawartość wilgoci w fermentorze, i tym samym wyższe ciśnienie cząstkowe pary prowadzą do odprowadzania pary wodnej na zewnątrz celem wyrównania różnicy wilgotności. W przypadku wpuszczonych w ziemię elementów konstrukcyjnych (podłoga i ściana) grunt może również utrudniać przenikanie pary wodnej. Może to wystąpić w przypadku wilgotnych, spoiстых gruntów o wysokiej zawartości drobnoziarnistej masy. Również w tym przypadku może dojść do tworzenia się kondensatu w materiale izolacyjnym.

Podczas projektowania fermentora należy uwzględnić zachowanie dyfuzyjne, aby poprzez właściwy rozkład warstw paroprzepuszczalnych zminimalizować lub wykluczyć możliwy strumień dyfuzyjny. Warstwę paroszczelną należy przy tym umieścić zawsze po cieplej stronie płyt termoizolacyjnych zwróconej do fermentora. W tabeli 2 podane są opory przenikania pary wodnej Styroduru C w zależności od grubości warstwy.

Tabela 2: Współczynnik oporu przenikania pary wodnej Styroduru® C w zależności od grubości warstwy.

Grubość warstwy w mm	Współczynnik oporu przenikania pary wodnej [-]
20	200
40	150
60	100
80	100
100	100
120	80
140	80

W przypadku niewłaściwego uwzględnienia uwarunkowań wilgotnościowych może dojść do gromadzenia się wody w materiale izolacyjnym. Należy przy tym pamiętać, że przy wzroście wilgotności o 1 % objętości w wytłaczanym tworzywie piankowym przewodność cieplna zwiększa się średnio o 2,3 %.

Na podstawie analizy stosunku nakładów do wyników niekiedy może być korzystniejsze tolerowanie wzrostu wilgotności podczas wieloletniej eksploatacji fermentora. Aby przeciwdziałać wydzielaniu się kondensatu zwiększonemu o ok. 10 – 20 % objętości, wymaganą grubość materiału izolacyjnego można na przykład zwiększyć o ok. 25 – 50 %.

3.3 Docieplenie płyty fundamentowej

Do zastosowań w warunkach wysokich, ciągłych obciążeń dostępne są – zależnie od wysokości obciążenia – różne typy Styroduru C o odmiennej wytrzymałości na ściskanie: 3035 CS, 4000 CS i 5000 CS. Wytłaczane płyty piankowe można też zastosować w obszarach narażonych na ciągły lub długotrwały napór wody (wody gruntowe), z uwzględnieniem, że płyty mogą być zanurzone w wodzie na maksymalną głębokość 3,5 metra.

Dla tej wersji konstrukcyjnej można odpowiednio przyjąć zalecenia ogólnego atestu budowlanego Z-23.34-1325 dla przyjmującej obciążenia izolacji termicznej pod płytami fundamentowymi. Dla zapewnienia wymaganej stateczności należy założyć podane niżej dopuszczalne ciągle naprężenia ściskające:

Styrodur 3035 CS: o-dop. = 130 kPa
 Styrodur 4000 CS: o-dop. = 180 kPa
 Styrodur 5000 CS: o-dop. = 250 kPa

Podczas doboru wielkości zbiornika betonowego, jako wartość pomiarową f_{cd} można założyć jednoosiowe naprężenie ściskające płyty fundamentowej wg DIN 1045-1, działające na izolację i podłoże, w zależności od typu Styroduru C:

Styrodur 3035 CS: $f_{cd} = 185$ kPa
 Styrodur 4000 CS: $f_{cd} = 255$ kPa
 Styrodur 5000 CS: $f_{cd} = 355$ kPa

Izolacja paroprzepuszczalna w obszarze płyty fundamentowej

Ze względu na dyfuzję nad płytami termoizolacyjnymi należy położyć dwie warstwy folii polietylenowej (PE) o grubości przynajmniej 0,1 mm przy wzajemnym nakładaniu się obu folii na szerokości połowy wstęgi. Folie PE zapobiegają też wnikaniu mleka cementowego pomiędzy styki płyt ze Styroduru C podczas betonowania. Mają one dostateczne działanie hamujące strumień dyfuzyjny pary wodnej.

3.4 Docieplenie ściany fermentora w ziemi

W wielu przypadkach zaleca się wstawienie wafelkowych płyt ze Styroduru® 2800 C bezpośrednio w szalunek ściany betonowej i przymocowanie ich pinezkami do drewnianego szalunku. Jeżeli kontrola dyfuzyjna całej konstrukcji wykaże, że jest to problematyczne, ścianę fermentora można pomalować od wewnątrz paroprzepuszczalną powłoką malarską.

Wewnętrzna izolacja paroprzepuszczalna ścian fermentora

Przenikanie pary wodnej z wnętrza fermentora na zewnątrz w przypadku stosowania Styroduru 2800 C w szalunku betonowym można zredukować tylko poprzez naniesienie wewnętrznej warstwy paroprzepuszczalnej.

Wartość s_d grubości warstwy powietrza zapobiegającej dyfuzji wynosząca przynajmniej 200 metrów wystarcza wg metody Gläsera, aby w materiale izolacyjnym nie gromadził się kondensat. W przypadku wewnętrznej izolacji paroprzepuszczalnej płyty termoizolacyjne można nakleić też później na konstrukcję betonową od zewnątrz, punktowo lub też na całej powierzchni w obszarze wód gruntowych (maks. głębokość zanurzenia do 3,5 metra).

Zewnętrzna izolacja paroprzepuszczalna za pomocą grubych powłok bitumicznych

W tej wersji konstrukcyjnej możliwe jest też naniesienie powłoki paroprzepuszczalnej po zewnętrznej stronie fermentora. Gruba powłoka bitumiczna, jak np. PCI Pecimor 2N, przy utwardzonej warstwie o grubości 4 milimetrów wykazuje wartość s_d powyżej 200 metrów. Grube powłoki dają się obrabiać wyłącznie na suchym podłożu, które występuje tylko w nowych fermentorach przed ich uruchomieniem.

Po stwardnieniu grubej powłoki bitumicznej (zazwyczaj po 2 dniach) płyty ze Styroduru C można nakleić – np. klejem PCI Pecimor 2N – w 5 – 8 punktach na warstwę paroprzepuszczalną. Ten klej montażowy utrzymuje płyty termoizolacyjne na ścianie aż do wypełnienia wykopu budowlanego.

W strefie wód gruntowych i długotrwale „spiętrzającej się wody infiltracyjnej” klejenie należy wykonać na całej powierzchni tak, aby zapobiec podmywaniu płyt termoizolacyjnych. Stosuje się do tego np. klej PCI Pecimor DK. Przed zalaniem wodą klej musi całkowicie stwardnieć.

Zewnętrzna izolacja paroprzepuszczalna za pomocą samoprzylepnych wstęg bitumicznych klejonych na zimno

W instalacjach, które są już eksploatowane i mają być później docieplone, zewnętrzna powierzchnia betonowa musi być sucha przy korzystnych warunkach pogodowych. Przy użyciu samoprzylepnej wstęgi bitumicznej klejonej na zimno, np. B. PCI Pecithene, uzyskuje się wtedy również działanie paroprzepuszczalne na długości ok. 200 metrów. Do klejenia płyt ze Styroduru C stosuje się wtedy podwójną taśmę samoprzylepną z kauczuku butylowego PCI Pecithene.

3.5 Przyklejanie i głębokości montażu płyt ze Styroduru® C

W zależności od średnicy fermentora, w zbiornikach okrągłych płyty ze Styroduru C można zamontować pionowo na całej szerokości lub należy je podzielić na segmenty bądź naciąć oraz docisnąć do konstrukcji budowlanej za pomocą taśm mocujących. Zależnie od głębokości montażu stosuje się różne typy płyt ze Styroduru C.

Tabela 3: Maksymalna głębokość montażu płyt ze Styroduru® C.

Zakres zastosowania	Głębokości montażu w m płyt ze Styroduru® C			
	2800 C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
bez naporu wody	9	9	17	24
napór wody (wody gruntowe)	–	3,5	3,5	3,5

3.6 Wypełnianie wykopu budowlanego, warstwy odsączające i wyrównujące ciśnienie pary

Wykop budowlany należy wypełnić warstwami i uszczelnić. W wariancie ze Styrodurem 2800 C w szalunku i w przypadku bezpośredniego zabetonowania materiał wypełniający nie może być spoisty. Należy stosować ziarniste, wodoprzepuszczalne materiały, na przykład mieszanki żwiru z piaskiem. Przed płytami ze Styroduru 2800 C można np. umieścić wstęgę z wypustkami lub maty powleczone włókniną w celu wyrównania różnicy ciśnień pary i odprowadzania kondensatu.

Wersje konstrukcyjne z warstwami paroprzepuszczalnymi na zbiorniku betonowym nie wymagają spełnienia specjalnych przepisów w zakresie wypełnienia wykopu budowlanego.

3.7 Izolacja termiczna przy użyciu parasola przeciwmrozowego

W przypadku podłoża wrażliwego na działanie mrozu i otoczenia o długich okresach silnego mrozu ryzyko podniesienia konstrukcji budowlanej w wyniku tworzenia się grudek lodu można zredukować, zakładając tzw. parasol przeciwmrozowy z płyt ze Styroduru® C, obwiedniowo wokół korpusu w przypadku za małej głębokości fundamentu. Płyty układa się poziomo z lekkim spadkiem na zewnątrz (2 proc.) i przykrywa się na przykład kostką betonową na podsypce z grys. Parasol przeciwmrozowy redukuje wyziębianie podłoża i tym samym ryzyko zamarznięcia całej konstrukcji budowlanej.

3.8 Izolacja termiczna ściany fermentora zabezpieczająca przed powietrzem otoczenia

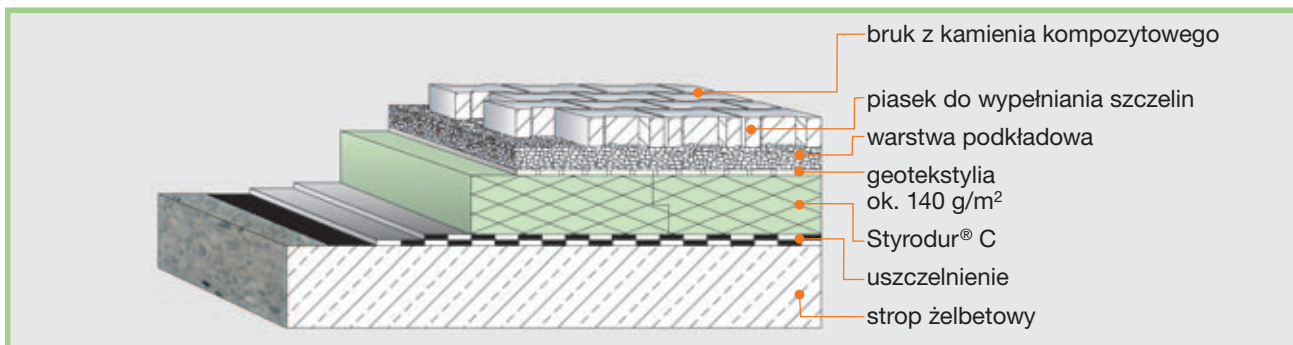
Ochrona termiczna ściany fermentora przed powietrzem otoczenia nad powierzchnią ziemi jest realizowana najlepiej za pomocą płyt ze Styroduru 2800 C wstawionych w szalunek. Izolację termiczną przymocowuje się gwoździami do drewnianego szalunku; po zabetonowaniu uzyskuje ona na całej powierzchni trwałe połączenie ze ścianą betonową.

Wafelkową powierzchnię płyt ze Styroduru 2800 C pokrywa się następnie tynkiem lub wentylowanymi osłonami drewnianymi bądź metalowymi.

3.9 Izolacja termiczna stropów fermentora pokrytych zielenią i przystosowanych do ruchu pojazdów

Wpuszczone w ziemię fermentory i inne elementy konstrukcyjne z izolacją zewnętrzną z płyt ze Styroduru C można przykrywać i stosować na różne sposoby. Możliwe jest pokrycie ziemią, zielenią, wykonanie nawierzchni jezdnych itd., z uwzględnieniem wymogów konstrukcyjnych stropu. Wskazówki projektowe w tym zakresie podane są w broszurze informacyjnej Styrodur C „Izolacja dachów“. Broszurę tę można pobrać bezpłatnie na stronie www.styrodur.com.

Najważniejszą zasadą konstrukcyjną jest to, że na płyty ze Styroduru C pod nawierzchniami użytkowymi i ochronnymi należy zawsze położyć paroprzepuszczalną warstwę drenową przed wykonaniem właściwej „nawierzchni“ pokrytej zielenią lub nawierzchni jezdnej. Zależnie od wielkości obciążenia i wysokości struktury konstrukcyjnej stosuje się wymienione niżej typy Styroduru C.



Ilustr. 4: Nawierzchnia parkingowa na dachu z brukiem z kamienia kompozytowego na warstwie podkładowej.

Tabela 4: Pomoc w projektowaniu zastosowań Styroduru® C w konstrukcjach podłogowych i dachowych obciążonych ruchem pojazdów.

Pojazd				Istniejące naprężenie ściskające w obciążeniach wywołanych ruchem pojazdów w N/mm ²							
				Nieuzbrojona struktura warstwowa grubość warstwy powyżej płyty izolacyjnej w mm				Żelbet wysokość statyczna w mm			
Typ	Ciężar w t	Nacisk koła in kN	Powierzchnia ustawienia w mm x mm	180	200	220	240	90	100	110	120
SLW	30	50	200 x 400	0,20	0,18	0,17	0,14	0,23	0,20	0,19	0,18
LKW	12	40	200 x 300	0,19	0,17	0,16	0,15	0,22	0,20	0,18	0,17
LKW	9	30	200 x 260	0,16	0,14	0,13	0,12	0,18	0,16	0,15	0,14
LKW	6	20	200 x 200	0,12	0,11	0,10	0,09	0,14	0,13	0,10	0,10
LKW	3	10	200 x 160	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05
GS	7	32,5	200 x 200	0,20	0,17	0,16	0,14	0,22	0,20	0,18	0,17

Tabela 5: Dopuszczalne naprężenia ściskające dla typów Styroduru® C przy obciążeniach wywołanych ruchem pojazdów.

Typ Styroduru® C	Parametry typu Styroduru® C			
	2800 C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Dopuszczalne naprężenie ściskające przy obciążeniach wywołanych ruchem pojazdów w N/mm ²	0,10	0,13	0,23	0,30

Ważna wskazówka: Podane wymiary stanowią niewiążące wskazówki projektowe. Nie zastępują one projektu konstrukcji kratowej i nośnej sporządzonego przez wykwalifikowanego inżyniera.

3.10 Izolacja termiczna między fermentorem a kołpakiem foliowym

W fermentorach z kołpakiem z folii gazowanej na warstwę krokwiową nakładany jest zamknięty szalunek drewniany. Krokwie drewniane wykazują niewielki spadek na zewnątrz (2 – 5 proc.) i znajdują się w pewnym odstępie od krawędzi zbiornika, dzięki czemu biogaz ulatnia się z podłoża w górę do zasobnika gazu.

Aby poprawić docieplenie pokrywy zbiornika, na drewniany szalunek nakłada się izolację termiczną z płyt ze Styroduru® C. Grubość izolacji wynosi zwykle od 5 do 10 cm. Ponieważ zastosowanie to nie wymaga spełnienia szczególnych warunków w zakresie wytrzymałości na ściskanie, wystarcza Styrodur C typu 2500 C. Ma on również zamknięte komórki i nadaje się do wysokich obciążeń wywołanych wilgocią. Generalnie stosować można też inne typy, jak na przykład Styrodur 3035 CS i Styrodur 3035 CN.

3.11 Informacje budowlano-fizyczne dotyczące izolacji wewnętrznej elementów betonowych w instalacjach biogazowych

Ponieważ z powodu temperatury i wilgoci panującej w instalacjach biogazowych zawsze następuje przenikanie pary wodnej na zewnątrz, BASF zaleca stosowanie tylko izolacji zewnętrznych dla zbiorników z gnojowicą. Tylko w obrębie warstwy belkowej z drewnianym szalunkiem fermentorów z kołpakiem z folii gazowanej Styrodur C nadaje się też do stosowania w izolacjach wewnętrznych. Warunki otoczenia są tu zbliżone, w wyniku czego opisane wyżej „siły napędowe” przenikania pary wodnej są stosunkowo niewielkie.

Jeżeli z pilnych powodów konieczna będzie izolacja wewnętrzna, należy zapobiec zawilgoceniu materiału termoizolacyjnego poprzez naniesienie wewnętrznej warstwy paroszczelnej. Należy przy tym uwzględnić odporność na działanie gnojowicy, tolerancję chemiczną na Styrodur C i instrukcje producenta warstwy paroprzepuszczalnej.

Izolacja wewnętrzna za pomocą Styroduru C nie zapewnia ochrony chemicznej betonu przed agresywnymi substancjami w gnojowicy. Spoiny pionowe płyt nie są szczelne. Płyty termoizolacyjne ulegają wydłużeniu termicznemu, które wynosi w kierunku wzdłużnym ok. 0,08 mm/(m·K), a w kierunku poprzecznym ok. 0,06 mm/(m·K).

4. Właściwości Styroduru® C

4.1 Reakcja na ogień

W reakcji na ogień wszystkie typy i grubości Styroduru C spełniają wymagania klasy Euro E. Wg starej nomenklatury Styrodur C odpowiadał wymogom dla trudno palnych materiałów budowlanych klasy B1 wg DIN 4108.

Wg publikacji Barbary Eder i Heinza Schulza: Biogas Praxis, wydawnictwo ökobuch Verlag, wydanie 2006, naziemna izolacja termiczna powinna być przynajmniej normalnie palna zgodnie z klasą materiałową B2. Tym samym Styrodur C nadaje się pod względem przepisów ochrony przeciwpożarowej do izolowania instalacji biogazowych.

4.2 Ochrona przed promieniowaniem nadfioletowym UV

Styrodur C jest twardym tworzywem piankowym z polistyrenu, który - podobnie jak większość tworzyw sztucznych - musi być długotrwale chroniony przed promieniowaniem UV słońca. Powierzchnię materiału izolacyjnego można pokryć na przykład osłonami drewnianymi lub metalowymi, tynkiem lub warstwą elewacyjną.

Należy tu pamiętać, że tylko Styrodur 2800 C nadaje się do betonowania i tynkowania. Jedynie Styrodur 2800 C ma szorstką, wafelkową strukturę powierzchniową, która wykazuje dobrą przyczepność do betonu i zaprawy o współczynniku wynoszącym ok. 200 kPa. Wszystkie pozostałe typy Styroduru C posiadają gładkie powierzchnie i nie są przystosowane do zabetonowania, trwałego sklejanego mineralnymi zaprawami klejowymi i tynkowania.

5. Pomoc w obliczaniu termoizolacyjności instalacji biogazowych

Poniżej podane są parametry warstw termoizolacyjnych w fermentorze w celu redukcji strat ciepła i wahań temperatur. W fermentacji mezofilnej (ok. 35 °C) zalecany współczynnik przenikania ciepła (wartość U) wynosi 0,3 W/(m²·K). W fermentacji termofilnej (ok. 50 °C) zalecana wartość U wynosi 0,2 W/(m²·K).

Wynika z tego grubość warstwy termoizolacyjnej od ok. 10 do 18 cm. W poniższej tabeli obliczone są wartości U w zależności od grubości warstwy termoizolacyjnej, przewodności cieplnej płyt izolacyjnych, bez uwzględnienia ściany zbiornika betonowego i z uwzględnieniem oporów cieplnych przejmowania gnojowicy wobec ściany betonowej $R_i = 0,00$ (m²·K)/W i płyty izolacyjnej wobec ziemi $R_a = 0,00$ (m²·K)/W. Uwzględniając odmienne grubości ścian betonowych instalacji biogazowych, wartości U redukują się jedynie nieznacznie.

Tabela 6: Wartość U w zależności od przewodności cieplnej i grubości materiału izolacyjnego.

Wartości U W/(m ² ·K) dla różnych grubości warstwy izolacyjnej i przewodności cieplnych					
Grubość warstwy izolacyjnej [mm]	Deklarowana przewodność cieplna λ_D w W/(m·K)				
	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040
80	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50
100	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
120	0,27	0,28	0,30	0,32	0,33
140	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29
160	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25
180	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22

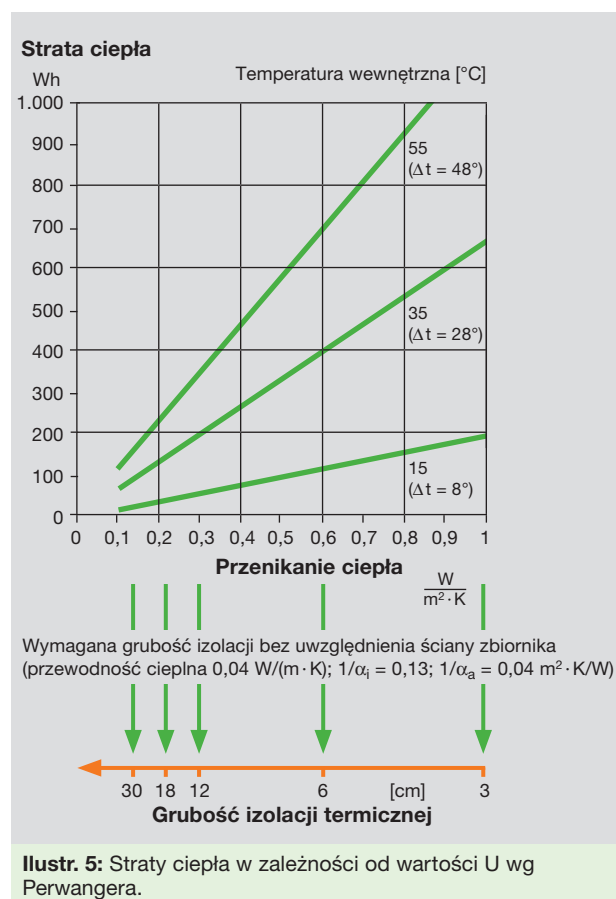
Przy obliczaniu uwzględniono następujące opory cieplne przejmowania: $R_i = 0,00$ (m²·K)/W (kontakt z gnojowicą) i $R_a = 0,00$ (m²·K)/W (kontakt z ziemią)

Deklarowana przewodność cieplna λ_D Styroduru® C odpowiada stanowi w chwili druku tej broszury i jest do wglądu, wraz z wszystkimi innymi informacjami, w Internecie na stronie www.styrodur.de.

Związek między stratami ciepła na metr kwadratowy powierzchni zbiornika i dzień a współczynnikami przenikania ciepła (wartość U) przedstawia poniższa ilustracja 4 (wg Perwangersa). W kalkulacji wymaganej grubości materiału izolacyjnego nie uwzględniono ściany zbiornika. Przyjęto stałą przewodność cieplną materiału izolacyjnego 0,04 W/(m·K). Dla ściany fermentora powyżej gnojowicy / powietrza otoczenia uwzględniono opory cieplne przejmowania $R_i = (0,13$ m²·K)/W i $R_a = (0,04$ m²·K)/W.

Przewodność cieplna λ_D płyt ze Styroduru C w zależności od grubości materiału izolacyjnego podana jest w tabeli 7.

Płyty ze Styroduru C mają różne wartości przewodności cieplnej w zależności od grubości płyt.



Płyty ze Styroduru C mają różne wartości przewodności cieplnej w zależności od grubości płyt.

Tabela 7: Deklarowana przewodność cieplna λ_D wg grubości płyty.

Grubość płyty w mm	Deklarowana przewodność cieplna λ_D w W/(m·K)
20	0,032
30	0,032
40	0,034
50	0,034
60	0,034
80	0,036
100	0,038
120	0,038
140	0,038
160	0,038
180	0,040

6. Dane techniczne pianki Styrodur® C

Własności	jedn ¹⁾	Oznaczenie wg DIN EN 13164	2500 C	2800 C	3035 CS	3035 CN	4000 CS	5000 CS	Norma	
Profil krawędzi										
Powierzchnia			gładka	tłoczona	gładka	gładka	gładka	gładka		
Długo x szeroko	mm		1250 x 600	1250 x 600	1265 x 615	2515 x 615 ²⁾	1265 x 615	1265 x 615		
Gęstość objętościowa	kg/m ³		28	30	33	30	35	45	DIN EN 1602	
Przewodność cieplna λ_D [W/(m·K)]			λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	DIN EN 13164	
Opór przewod. ciepła R_D [m ² ·K/W]			R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D		
Grubość	mm									
	20 mm	–	0,030	0,65	0,030	0,65	–	–	–	–
	30 mm	–	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00
	40 mm	–	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25
	50 mm	–	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55
	60 mm	–	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80
	80 mm	–	–	–	0,035	2,35	0,035	2,35	0,035	2,35
	100 mm	–	–	–	0,037	2,80	0,037	2,80	–	–
	120 mm	–	–	–	0,038	3,30	0,038	3,30	0,038	3,30
	140 mm	–	–	–	–	–	0,038	3,70	–	–
	160 mm	–	–	–	–	–	0,038	4,20	–	–
	180 mm	–	–	–	–	–	0,040	4,55	–	–
Wytrzym. na ściskanie lub napręż. ścisające przy odksz. 10% (kPa)		CS(10\Y)	200	200	300	250	500	700	DIN EN 826	
Dop. naprężenia ścisające dla obciążenia trwałego w ciągu 50 lat i odkształcenia < 2% (kPa)		CC(2/1,5/50)	80	80	130	100	180	250	DIN EN 1606	
Wartość znamionowa naprężenia ścisającego pod płytami fundamentowym (kPa)	$\sigma_{dop.}$	–	–	–	130 ³⁾	–	180	250	DIBT Z-23.34-1325	
	f_{cd}	–	–	–	185	–	255	355		
Wytrzymałość klejenia do betonu (kPa)		TR 200	–	> 200	–	–	–	–	DIN EN 1607	
Moduł sprężystości (kPa)	Krótkotrwale E	CM	10.000	15.000	20.000	15.000	30.000	40.000	DIN EN 826	
	Długotrwale E50		–	–	5.000	–	10.000	14.000		
Stabilność wymiarowa 70 °C; 90% wilg. wzgl.	%	DS(TH)	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	DIN EN 1604	
Odkształcalność: przy obciąż. 40 kPa; 70 °C	%	DLT(2)5	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%	DIN EN 1605	
Liniowy współczynnik rozszerzalności cieplnej w kier. wzdłużnym w kier. poprzecznym mm/(m·K)	w kier. wzdłużnym	–	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	DIN 53752	
	w kier. poprzecznym	–	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06		
Własności ppoż ⁴⁾	Klasa Euro	–	E	E	E	E	E	E	DIN EN 13501-1	
Higroskopijność przy długotrwałym zanurzeniu	% obj.	WL(T)0,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	DIN EN 12087	
Higroskopijność przy próbie dyfuzyjnej	% obj.	WD(V)3	≤ 3	≤ 5	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	DIN EN 12088	
Współczynnik oporu dyfuzyjnego dla pary wodnej (zależny od gęstości)		MU	200 – 100	200 – 80	150 – 50	150 – 100	150 – 80	150 – 100	DIN EN 12086	
Higroskopijność po próbie zamrażania/rozmarzania	% obj.	FT2	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	DIN EN 12091	
Graniczna temperatura stosowania	°C	–	75	75	75	75	75	75	DIN EN 14706	

¹⁾ N/mm² = 1 MPa = 1.000 kPa ²⁾ Dla grubości 30 i 40 mm: 2510 x 610 mm ³⁾ Do nakładania wielowarstwowego: 100 kPa ⁴⁾ Klasa materiałów budowlanych DIN 4102-B1

Informacje na temat produktu Styrodur® C

■ Broszura o produkcie: Europe's Green Insulation

■ Zastosowania

Ocieplanie piwnic

Zastosowania z obciążeniem naciskowym i ocieplanie posadzek

Ocieplanie ścian

Ocieplanie dachów

Ocieplanie stropów

■ Tematy specjalne

Renowacja i modernizacja

Izolacja termiczna instalacji biogazowych

■ Dane techniczne

Zalecenia użytkowe i dane techniczne

Dane techniczne i dane pomocnicze dla wymiarowania

■ Styrodur® C: teczka planistyczna

■ Strona: www.styrodur.com

BASF SE

Performance Polymers Europe
67056 Ludwigshafen
Niemcy

www.styrodur.com