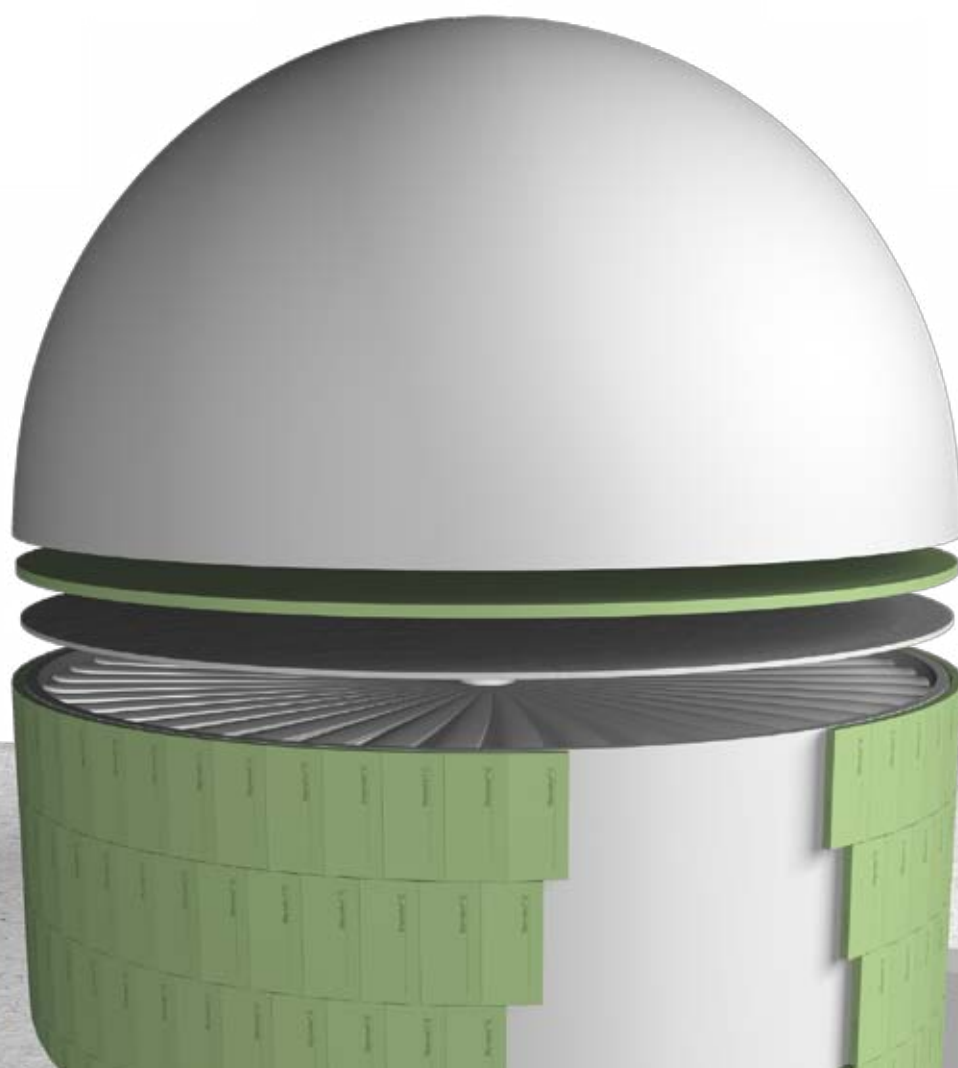


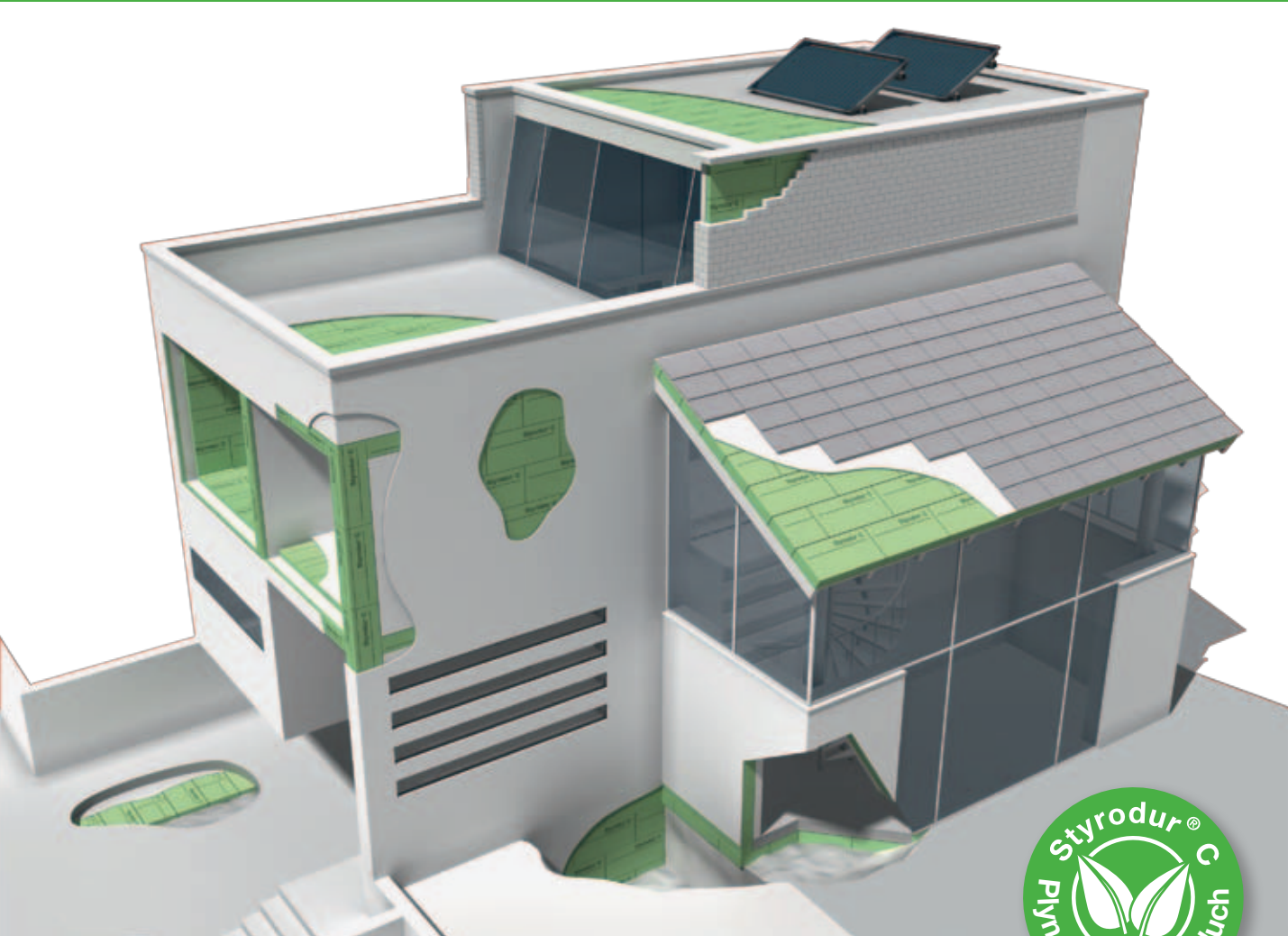
Tepelná izolace zařízení na bioplyn



1	Tepelná izolace Styrodur® C	3
2	Izolace zařízení na bioplyn	4
2.1	Tepelná izolace zařízení na bioplyn	4
2.2	Požadavky na tepelně izolační materiály u zařízení na bioplyn	4
2.3	Složení bioplynu a vhodnost materiálu Styrodur C	4
2.4	Typy konstrukce zařízení pro kvašení	4
2.5	Teploty procesu a využití materiálu Styrodur C	5
3	Použití materiálu Styrodur C	5
3.1	Oblasti použití materiálu Styrodur C u zařízení pro kvašení	5
3.2	Pokyny a informace k difuzi vodní páry	5
3.3	Tepelná izolace desky dna	6
3.4	Tepelná izolace stěny zařízení pro kvašení v půdě	7
3.5	Nalepení desek z materiálu Styrodur C a jejich montážní hloubky	7
3.6	Zásyp stavební jámy, drenážní vrstvy a vrstvy vyrovnání tlaku páry	7
3.7	Tepelná izolace s protimrazovou ochranou	8
3.8	Tepelná izolace stěny zařízení pro kvašení proti vnějšímu vzduchu	8
3.9	Tepelná izolace stropů zařízení pro kvašení při přejíždění a osázení rostlinami	8
3.10	Tepelná izolace mezi zařízeními pro kvašení a krytem plynu fólií	9
3.11	Stavebně fyzikální pokyny a informace k vnitřní izolaci betonových stavebních dílů u zařízení na bioplyn	9
4	Vlastnosti materiálu Styrodur C	9
4.1	Chování při požáru	9
4.2	Ochrana proti ultrafialovým paprskům	9
5	Pomůcky k dimenzování tepelné izolace	10
6	Technické údaje Styrodur C	11

Je nutno respektovat:

Údaje v tomto tištěném materiálu jsou založeny na našich současných znalostech a zkušenostech a vztahují se výhradně na náš výrobek s vlastnostmi, které měl v okamžiku zpracování tištěného materiálu. Záruku ani smluvně sjednanou jakost a vlastnosti výrobku nelze z našich údajů vyvozovat. Při použití je nutno stále brát v úvahu zvláštní podmínky konkrétního případu aplikace, zejména ze stavebně fyzikálního, stavebně technického a stavebně právního hlediska. U všech technických výkresů se jedná o principiální náčrty, které je nutno přizpůsobit případu aplikace.



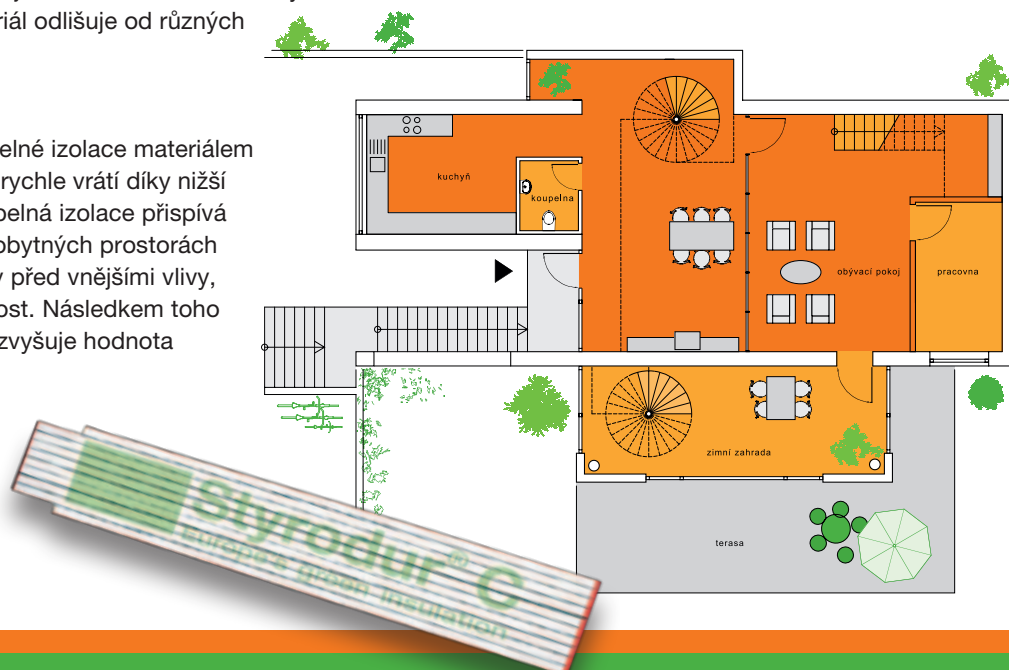
1. Tepelná izolace Styrodur® C

Styrodur® C je zelený extrudovaný polystyren firmy BASF vyráběný vytlačováním. Tato hmota neobsahuje freony, halogenované freon ani halogenované fluorovodíky a jako izolační materiál přispívá ke snížení emisí CO₂.

Díky jeho vysoké pevnosti v tlaku, nepatrné nasáklivosti vody, dlouhodobé životnosti a odolnosti proti hnití se Styrodur C v Evropě stal synonymem systému pro odborníky. Pevnost v tlaku je hlavním charakteristickým znakem, který tento materiál odlišuje od různých jiných typů polystyrenů.

Investice do optimální tepelné izolace materiálem Styrodur C se investorovi rychle vrátí díky nižší spotřebě energie. Tato tepelná izolace přispívá ke zdravějšímu klimatu v obytných prostorách a chrání konstrukci stavby před vnějšími vlivy, jako je teplo, chlad a vlhkost. Následkem toho se prodlužuje životnost a zvyšuje hodnota budovy.

Styrodur C se vyrábí v souladu s požadavky evropské normy ČSN EN 13 164 a ohledně chování při požáru je materiál zařazen do evropské třídy E dle normy ČSN EN 13501-1. Jeho kvalitu hlídá Výzkumný ústav tepelných izolací, registrovaný spolek (Forschungs-Institut für Wärmeschutz e. V.). Je schválen Německým ústavem pro techniku ve stavebnictví (Deutsches Institut für Bau-technik) pod číslem certifikátu Z-23.15-1481.



2. Izolace zařízení na bioplyn s materiálem Styrodur® C

2.1 Tepelná izolace zařízení na bioplyn

Předkládaná brožura si klade za cíl projektantům, výrobcům a provozovatelům zařízení na bioplyn poskytnout některé pomůcky a související informace k použití materiálu Styrodur® C v zařízeních na bioplyn.

Při chovu dobytka vznikají velká množství močůvky, z nichž se v relativně jednoduchých a hospodárných procesech kvašení dají vyrobit bioplyny využitelné k výrobě energie nebo tepla. Optimální provozní teploty procesu k výrobě bioplynu z močůvky se pohybují nad teplotou okolního prostředí. Při procesu kvašení samotném vzniká teplo.

Aby s ohledem na výtěžnost bioplynu bylo možné proces udržovat při optimální provozní teplotě, je účelné snížit odvod tepla z nádrží pro kvašení. K tomuto účelu se na stěnách, dnech a střepech nádrží používají izolační materiály.



Obr. 1: Tepelná izolace z materiálu Styrodur® C na stěně zařízení pro kvašení zhotovené z železobetonu.

2.2 Požadavky na tepelně izolační materiály u zařízení na bioplyn

Při požadavcích na robustní konstrukci:

- zatížení vysokým tlakem
- mechanické namáhání vlhkostí
- styk s kyselinou huminovou
- atmosféra bioplynu

je potřeba robustní tepelně izolační materiál. Extrudovaný polystyren (XPS) Styrodur C splňuje tyto požadavky při vynikajícím poměru ceny a výkonu.

2.3 Složení bioplynu a vhodnost materiálu Styrodur C

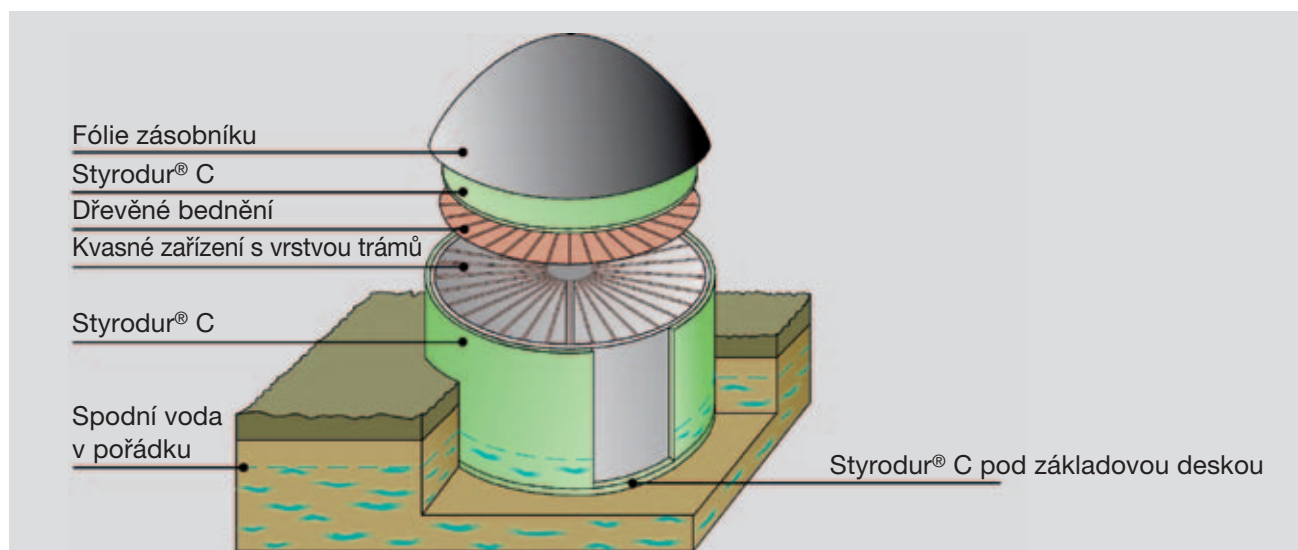
Bioplyn označuje směs různých plynů v různých poměrech smíšením.

- 50 až 80 objemových % metanu
- 20 až 50 objemových % kyslíčnicku uhličitého
- 0,01 až 4 objemová % sirovodíku
- stopová množství:
 - čpavek
 - vodík
 - dusík
 - kyslíčnicku uhelnatý

Materiál Styrodur C je odolný vůči atmosféře s plyny tohoto složení.

2.4 Typy konstrukce zařízení pro kvašení

Zařízení pro kvašení jsou v zásadě konstruována jako svislá stojící nebo vodorovná ležící. Instalují se nad povrchem země, částečně zapuštěná do půdy nebo úplně zapuštěná v zemi.



Obr. 2: Schematické znázornění zařízení pro kvašení s krytem z fólie.

Na základě toho mohou být vytvořena i jako zařízení, která se dají přejíždět. Jednou z nejčastějších forem je typ konstrukce ve tvaru stojící nádrže válcovitého tvaru s krytem z fólie.

Tepelná izolace je u všech variant v ideálním případě umístěna na vnější straně. Výjimkou je izolace stropu zařízení pro kvašení zhotoveného ze dřeva. Zde je zařízení pro kvašení otevřené směrem nahoru překryto vrstvou trámů, je upevněno dřevěné bednění a uložena izolace z materiálu Styrodur® C. Nad touto vrstvou je napnut kryt plynu fólií.

2.5 Teploty procesu a využití materiálu Styrodur® C

V závislosti na jejím složení směs substrátu a močůvky zůstává v zařízení pro kvašení v různě dlouhých časových intervalech, přitom hnilobné procesy probíhají při teplotách v rozsahu od 20 °C do 55 °C. Materiál Styrodur C je termoplastická hmota, jejíž fyzikální vlastnosti se mění s existující teplotou. Mezní teplota aplikace materiálu Styrodur C je okolo 75 °C. Při tepelné izolaci zařízení na bioplyn je tato teplota trvale výrazně nižší.

S klesající teplotou klesá tepelná vodivost materiálu Styrodur C a tím v zimě zlepšuje tepelné izolační schopnosti desek. Při výpočtu potřeby tepelné energie tato fyzikální vlastnost výrobku snižuje množství přívodu energie k zachování teploty probíhajícího procesu v močůvce.

Tabulka 1: Závislost tepelných vodivostí materiálu Styrodur® C.

Příklad: Styrodur 3035 CS, tloušťka desky 50 mm

Teplota [°C]	Tepelná vodivost v W/(m·K) Styrodur® C
-20	0,030
0	0,032
10	0,033
20	0,034
30	0,035
40	0,036
50	0,037

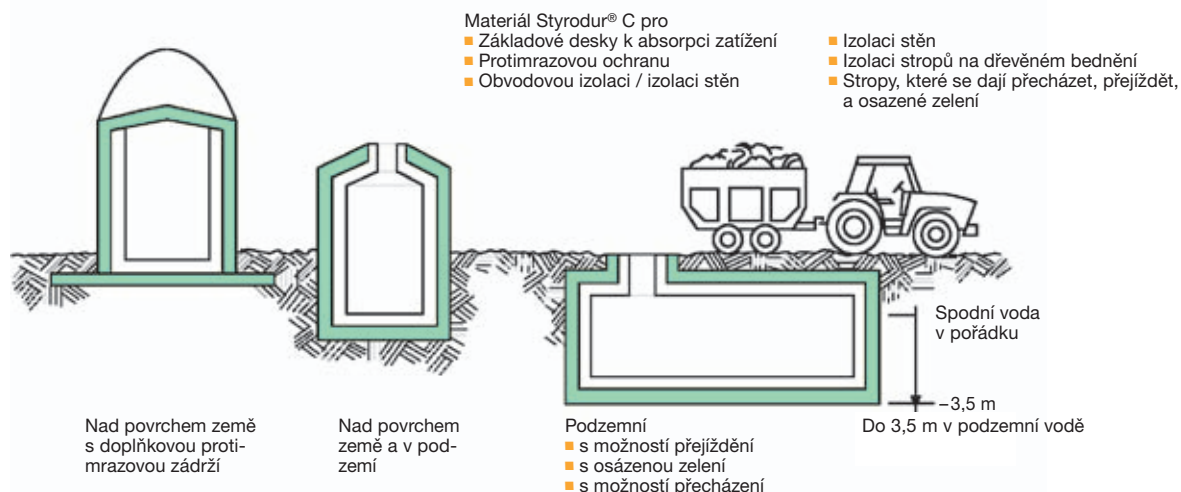
3. Použití materiálu Styrodur C

3.1 Oblasti použití materiálu Styrodur C u zařízení pro kvašení

Zařízení pro kvašení by měla být izolací opatřena přednostně z vnější strany a tak, aby bylo izolací obaleno celé těleso stavby. V závislosti na typu konstrukce a na hloubce napojení do půdy vznikají různé konstrukce s odlišnými statickými a stavebně fyzikálními požadavky na izolační materiál. Tyto požadavky musejí být konstruktéry zohledněny v projektu nosné konstrukce a podchyceny v technických výpočtech difuze.

Konstrukce zařízení pro kvašení nenapojené do základu stavby a instalované nad povrchem země mohou být tepelnou izolací ve formě zádrže proti mrazu chráněny proti vychladnutí podkladu a případným zdvižením povrchu mrazem. Zařízení pro kvašení zapaštěná do půdy je třeba opatřit obvodovou izolací tak, jak je taková izolace obvyklá u vytápěných obytných prostor ve sklepech budov. Skrytě úplně do základu stavby zapaštěné konstrukce překryté půdou nebo konstrukce, které se dají přejíždět, se proti ztrátám tepla chrání rovněž obvodovou izolací tak, aby byly izolací úplně obaleny.

Tepelná izolace s materiálem Styrodur® C obalující všechny strany zařízení na bioplyn v závislosti na typu instalace do 3,5 m hluboko v podzemní vodě



Obr. 3: Tepelná izolace s materiálem Styrodur® C u různých zařízení pro kvašení.

3.2 Pokyny a informace k difuzi vodní páry

Styrodur® C je extrudovaný polystyren s uzavřenými komůrkami. Vodu ve formě kapek prakticky nevsakuje. Z technického hlediska difuze však vytlačované pěny nejsou parotěsnými stavebními materiály. Plynné molekuly vody jsou schopné proniknout materiálem. Jako hnací síla k difuzní přepravě vodní páry stačí dílčí tlak vodní páry (parciální tlak) závislý na teplotě a relativní vlhkosti. Příslušné vyrovnávání potenciálu probíhá vždy ve směru z vyšší k nižší úrovni.

Zařízení na bioplyn mají ve vnitřním prostoru pro kvašení téměř po celý rok vyšší dílčí tlak vodní páry než vzduch ve venkovní atmosféře. V procesu vyrovnávání tlaku páry musí být zajištěno, aby odpory proti prostupu vodní páry byly v každé dílčí vrstvě směrem ven stále menší. Není-li tomu tak, může docházet k hromadění vodní páry v té vrstvě, která má vyšší odpor. Jestliže teplota podél dráhy difuze klesne pod teplotu rosného bodu, jak je tomu u enzymů, ve vrstvě s vyšším odporem dojde k hromadění vodní páry a výsledkem je tvorba zkondenzované vody z rosení.

U mezofilních zařízení na bioplyn v létě může být venkovní teplota stejná jako teplota v zařízení pro kvašení. Vyšší obsah vlhkosti v zařízení pro kvašení a na základě toho vyšší dílčí tlak vodní páry mají však za následek pohyb vodní páry směrem ven, aby se vyrovnal potenciál vlhkosti.

U částí stavebního objektu zapuštěných do půdy (dno a stěna) může přiléhající půda zabránit úniku páry. To může být případ u vlhkých tuhých a soudržných půd s vysokými podíly hmoty s jemnou zrnitostí. I zde může v izolačním materiálu docházet k výslednému vytváření zkondenzované vody: Při projektování zařízení pro kvašení je nutno vzít v úvahu technické chování při difuzi tak, aby správné uspořádání vrstev brzdících páru minimalizovalo možné difuzní proudění nebo mu zabránilo. Přitom je třeba, aby vrstva blokující průnik vodní páry byla vložena vždy na teplé straně tepelně izolačních desek směrem k zařízení pro kvašení. V **tabulce 2** jsou uvedeny odpory proti difuzi vodní páry u materiálu Styrodur C v závislosti na tloušťce vrstvy.

Tabulka 2: Koeficient odporu proti difuzi vodní páry v závislosti na tloušťce materiálu Styrodur® C.

Tloušťka vrstvy v mm	Koeficient odporu proti difuzi vodní páry [-]
20	200
40	150
60	100
80	100
100	100
120	80
140	80

Při nesprávném technickém dimenzování v závislosti na vlhkosti může docházet k hromadění vody v izolačním materiálu. Přitom je nutno dát pozor na to, že při 1 objemovém procentu přírůstku vlhkosti vzroste ve vytlačované pěnové hmotě tepelná vodivost v průměru o 2,3 procenta.

Při úvahách o ekonomické efektivnosti variant může být v jednotlivém případě výhodnější smířit se s hromaděním vlhkosti během dlouholetého provozu zařízení pro kvašení. K působení proti nahromadění kondenzační vody o 10 až 20 objemových procent může být potřeba nezbytnou tloušťku izolačního materiálu zjištěnou výpočtem zvětšit např. o 25 až 50 procent.

3.3 Tepelná izolace desky dna

U aplikací s vysokým trvale působícím zatížením jsou v závislosti na zatížení k dispozici materiály Styrodur C typů 3035 CS, 4000 CS a 5000 CS s rozdílnou pevností v tlaku. Desky z vytlačované pěnové hmoty lze přitom použít i v oblastech s nepřetržitým nebo dlouhotrvajícím působením vody (spodní vody) pod tlakem, desky přitom smějí být ponořeny maximálně 3,5 m ve vodě.

Pro tyto účely lze použít tepelnou izolaci k absorpci zatížení pod základovými deskami.

K prokázání stability lze počítat s následujícími hodnotami přípustného trvalého tlakového pnutí:

Styrodur 3035 CS:	$\sigma_{přip} = 130 \text{ kPa}$
Styrodur 4000 CS:	$\sigma_{přip} = 180 \text{ kPa}$
Styrodur 5000 CS:	$\sigma_{přip} = 250 \text{ kPa}$

Při dimenzování betonové nádrže lze jako projektovanou dimenzovanou hodnotu f_{cd} použít tlakové pnutí působící v jedné ose na desku dna dle DIN 1045-1 přenášené na izolaci a podklad, a to dle typu materiálu Styrodur C následovně:

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

Zadrž páry v oblasti desky dna

Z technických důvodů difuze by nad deskami tepelné izolace měly být uloženy dvě vrstvy polyetylenové (PE) fólie, každá s tloušťkou alespoň 0,1 mm, a se vzájemným překrytím v rozsahu poloviny šířky pásu. PE fólie zabrání rovněž proniknutí cementového mléka do styčných spár desek z materiálu Styrodur C při procesu zalévání betonem. Pro difuzní proudění vodní páry fólie působí jako dostatečná zábrana jejího průniku.

3.4 Tepelná izolace stěny zařízení pro kvašení v půdě

V mnoha případech je výhodné desky z materiálu Styrodur® C s raženým povrchem souběžně vložit již do bednění pro betonovou stěnu a upevnit je přídržnými hřebíky na dřevěné bednění. Jestliže technické prověření difuze ukáže, že je to problematické, lze stěnu zařízení pro kvašení na vnitřní straně opatřit nátěrem zamezujícím průnik páry.

Zadržení páry na vnitřní straně zařízení pro kvašení

Difuzi vodní páry z vnitřního prostoru zařízení pro kvašení směrem ven lze při použití materiálu Styrodur 2800 C v bednění pro beton snížit výhradně pomocí vrstvy na vnitřní straně zadržující páru.

Hodnota s_d pro difuzi ekvivalentní tloušťkou vrstvy vzduchu minimálně 200 m v souladu s důkazní metodou dle Glasera stačí k tomu, aby izolační materiál udržela bez kondenzátu.

Při zadržení páry uložené na vnitřní straně lze desky izolačního materiálu i dodatečně z vnější strany nalepit na beton stavebního objektu lepidlem naneseným v bodech anebo v oblasti spodní vody (do hloubky ponoření max. 3,5 m) v celé ploše.

Zadržení páry na vnější straně zhotovená ze silných vrstev živice

Při tomto způsobu stavby a konstrukce je možné vrstvu zadržující páru nanést na vnější stranu zařízení pro kvašení. Silná nanesená vrstva živice např. prostředku PCI Pecimor 2N při tloušťce vytvrzené vrstvy 4 mm poskytuje hodnotu s_d o něco vyšší než 200 m. Silné nanesené vrstvy se dají zpracovat výhradně na suchém podkladu. U staveb zařízení pro kvašení je to proto případ pouze nových zařízení před jejich uvedením do provozu.

Po vytvrzení silné nanesené vrstvy živice (zpravidla po dvou dnech) lze desky z materiálu Styrodur C nalepit 5 až 8 body naneseného lepidla na vrstvu zadržující páru např. prostředkem PCI Pecimor 2N. Toto přilepení při montáži drží desky tepelné izolace na stěně až do okamžiku zasypání stavební jámy.

V oblasti spodní vody a dlouhodobě se hromadící a stoupající prosakující vody musí být nalepení provedeno v celé ploše tak, aby bylo vyloučeno zatečení za izolační desky. K tomuto účelu se používá např. prostředek PCI Pecimor DK. Před přístupem vody musí být lepidlo úplně vytvrzené.

Zadržení páry na vnější straně zhotovená z živických za studena samolepicích pásů

U zařízení, která jsou již v provozu a kde je třeba provést izolaci dodatečně, se musí povrch betonu na vnější straně nechat vyschnout za příznivého počasí. Živickým za studena samolepicím pásem, např. PCI Pecithene lze pak rovněž docílit účinku zadržení páry o tloušťce cca 200 m. K nalepení desek z materiálu Styrodur C při montáži se v tomto případě používá oboustranně samolepicí pás z butylového kaučuku PCI Pecithene.

3.5 Nalepení desek z materiálu Styrodur® C a jejich montážní hloubky

V závislosti na průměru zařízení pro kvašení lze u kruhových nádrží desky z materiálu Styrodur C uložit svle v celé šířce desek nebo je nutné je rozdělit na segmenty nebo udělat výřezy a upínacími pásy je přitlačit ke stavebnímu objektu. V závislosti na montážní hloubce lze použít různé typy materiálu Styrodur C.

Tabulka 3: Maximální montážní hloubky typů materiálu Styrodur® C.

Oblast aplikace	Montážní hloubky v m pro typy materiálu Styrodur® C			
	2800 C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Bez spodní tlakové vody	9	9	17	24
Se spodní tlakovou vodou	–	3,5	3,5	3,5

3.6 Zásyp stavební jámy, drenážní vrstvy a vrstvy vyrovnání tlaku páry

Stavební jámu je třeba zasypávat ve vrstvách, u kterých je nutné ztuhnutí. Při variantě realizace s materiálem Styrodur 2800 C v bednění a při přímém zabetonování nesmí být materiál zásypu tuhý a soudržný. Je třeba použít materiály s velkou zrnitostí odvádějící vodu, např. směsi šterku s pískem. Existuje také možnost před desky z materiálu Styrodur 2800 C umístit např. pás s výstupky nebo vlnitě uložené rohože s vrstvou obkladaček jako vrstvu k vyrovnání tlaku páry a k odvodu tvořící se kondenzační vody.

Typy stavby a konstrukce s vrstvami zadržujícími páru umístěnými na betonové nádrži z technických důvodů difuze nekladou žádné zvláštní nároky na zásyp stavební jámy.

3.7 Tepelná izolace s protimrazovou ochranou

U základu stavby choulostivého na mráz a v krajích s obdobími dlouhého a silného mrazu lze riziko zdvžení stavebního objektu vytvářenými ložisky ledu snížit tak, že se při příliš malé hloubce základů uloží tak zvaná protimrazová zábrana z desek Styrodur® C po obvodu okolo stavebního objektu. Desky se ukládají vodorovně s mírným sklonem 2 procenta směrem ven a překrývají se například betonovými dlaždicemi uloženými do šterkového lože. Protimrazová zábrana snižuje vychladnutí základu stavby a tím i nebezpečí zamrznutí celého stavebního objektu.

3.8 Tepelná izolace stěny zařízení pro kvašení proti vnějšímu vzduchu

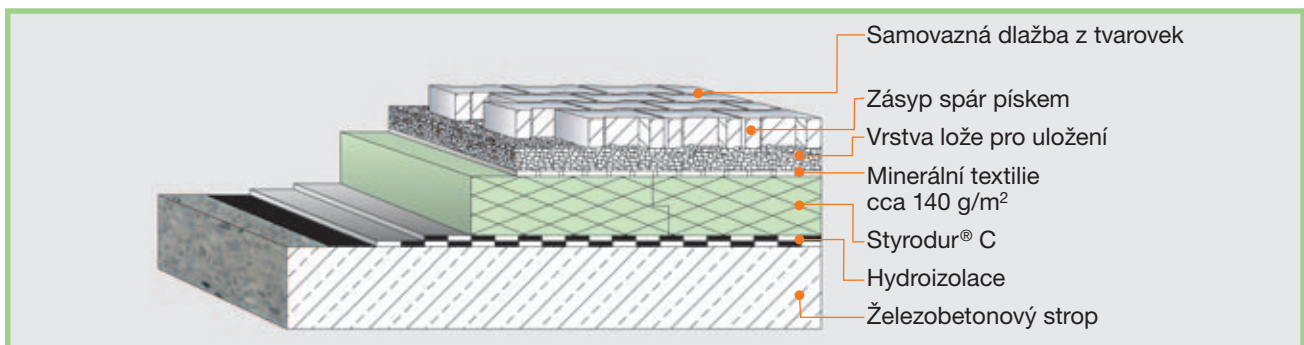
Tepelná ochrana stěny zařízení pro kvašení proti vnějšímu vzduchu nad půdou se dá nejlépe realizovat deskami z materiálu Styrodur 2800 C vloženými do bednění. Tepelná izolace se přitom hřebíky přibíjí na dře-

věné bednění a při zalití betonem se celoplošné a téměř nerozebratelné spojí s betonovou stěnou.

Pak se povrch desek z materiálu Styrodur 2800 C s raženou strukturou může obezdít systémem omítky a nebo např. překrýt dřevěnými nebo kovovými výztužemi se zadním větráním.

3.9 Tepelná izolace stropů zařízení pro kvašení při přeježdění a osázení rostlinami

Úplně skrytě do stavebního základu zapuštěná zařízení pro kvašení i jiná tělesa staveb s vnější izolací deskami z materiálu Styrodur C lze překrýt a využívat různými způsoby. Překrytí půdou, osázení zelení, povrchové vrstvy pro přeježdění atd. lze realizovat při respektování konstrukčních pravidel pro inverzní střechu. K tomuto účelu jsou v brožurě „Izolace střechy“ uvedeny pokyny a informace k projektování. Brožura je k dispozici k bezplatnému stažení na adrese www.isover.cz.



Obr. 4: Konstrukce střechy pro parkoviště se samovaznou dlažbou z tvarovek uloženou na vrstvu lože.

Tabulka 4: Pomůcka k dimenzování aplikací s materiálem Styrodur® C u konstrukci dna nebo střechy vystavených mechanickému namáhání tlakem při provozu vozidel.

Vozidlo				Existující tlakové pnutí při zatížení dopravním provozem v N/mm ²							
				Konstrukce vrstev bez výztuže Tloušťka vrstvy nad izolační deskou v mm				Beton s výztuží Statická výška v mm			
Typ	Hmotnost v t	Zatížení kola v kN	Styčná plocha pneumatiky v mm x mm	180	200	220	240	90	100	110	120
SNA	30	50	200 x 400	0,20	0,18	0,17	0,14	0,23	0,20	0,19	0,18
NA	12	40	200 x 300	0,19	0,17	0,16	0,15	0,22	0,20	0,18	0,17
NA	9	30	200 x 260	0,16	0,14	0,13	0,12	0,18	0,16	0,15	0,14
NA	6	20	200 x 200	0,12	0,11	0,10	0,09	0,14	0,13	0,10	0,10
NA	3	10	200 x 160	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05
SV	7	32,5	200 x 200	0,20	0,17	0,16	0,14	0,22	0,20	0,18	0,17

SNA – speciální nákladní NA – nákladní vozidla GS – speciální vozidla

Tabulka 5: Přípustná tlaková pnutí pro typy materiálu Styrodur C při zatížení dopravním provozem.

Typ Styrodur® C	Dimenzování typu Styrodur® C			
	2800 C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Přípustná tlaková pnutí při zatížení dopravním provozem v N/mm ²	0,10	0,13	0,23	0,30

Důležitý pokyn: Pomůcky pro dimenzování jsou nezávaznými pomůckami pro projektování. Nenahrazují odborné projektování a projektování nosné konstrukce prováděné odborným inženýrem.

Nejdůležitějším konstrukčním pravidlem je přitom to, že po deskách z materiálu Styrodur® C pod povrchovými uživatelskými a ochrannými vrstvami jako první vždy musí následovat vrstva otevřená pro difuzi a schopná zajistit drenážní odvod vody, dříve než bude uložena vlastní povrchová vrstva ve formě osazení zeleně nebo zpevnění, které je možno přejíždět. V závislosti na působení zatížení a konstrukční výšce struktury se přitom používají následující typy materiálu Styrodur C.

3.10 Tepelná izolace mezi zařízením pro kvašení a krytem plynu fólií

U zařízení pro kvašení s krytem plynu fólií je na vrstvě krokvi uloženo uzavřené dřevěné bednění. Dřevěné krokve vykazují nepatrný sklon 2 až 5 procent směrem ven a k okrajům nádrže mají určitý odstup, aby bioplyn ze substrátu mohl stoupat nahoru do plynového zásobníku.

Ke zdokonalení tepelné izolace krytu nádrže se na dřevěné bednění ukládá tepelná izolace z desek z materiálu Styrodur C. Obvyklé jsou tloušťky v rozsahu od 5 do 10 cm. Jelikož u této aplikace není nutné klást žádné zvláštní požadavky na pevnost v tlaku, stačí materiál Styrodur C typu 2500 C. Má rovněž uzavřené komůrky a je vhodný pro vysoký stupeň zatížení vlhkostí. V zásadě lze ale použít i jiné typy jako např. Styrodur 3035 CS a Styrodur 3035 CN.

3.11 Stavebně fyzikální pokyny a informace k vnitřní izolaci betonových stavebních dílů u zařízení na bioplyn

Jelikož u zařízení na bioplyn na základě podmínek teploty a vlhkosti stále probíhá pohyb vodní páry směrem ven, firma BASF pro nádrže močůvky doporučuje výhradně vnější izolace. Pouze v oblasti vrstvy z trámů s dřevěným bedněním u zařízení pro kvašení s krytem plynu fólií je materiál Styrodur C vhodný i ve vnitřní oblasti. Atmosférické podmínky okolního prostředí zde vycházejí přibližně stejně a na základě toho jsou výše popsané hnací síly difuzního pohybu vodní páry relativně malé.

Jestliže je z nezbytně nutných důvodů potřeba vnitřní izolace, musí se zabránit provlhnutí materiálu izolace vřazením vrstvy blokující difuzi vodní páry na vnitřní stranu. Přitom je nutno respektovat odolnost vůči močůvce, chemickou snášenlivost s materiálem Styrodur C a pokyny výrobce vrstvy zadržující páru k jejímu ukládání.

Vnitřní izolace s materiálem Styrodur C nepředstavuje žádnou ochranu betonu vůči agresivním složkám z močůvky. Styčné spáry desek nejsou těsné. Desky izolace podléhají délkové změně v závislosti na teplotě, která je v podélném směru cca 0,08 mm/(m·K) a v příčném směru cca 0,06 mm/m·K.

4. Vlastnosti materiálu Styrodur® C

4.1 Chování při požáru

U chování při požáru všechny typy a tloušťky materiálu Styrodur C splňují požadavky dle evropské třídy E. Podle staré nomenklatury materiál Styrodur C odpovídal požadavkům na obtížně zápalné / hořlavé stavební materiály třídy stavebních materiálů B1 dle DIN 4108.

Dle Barbary Ederové a Heinze Schulze: Praxe bioplynu, ökobuch Verlag (nakladatelství ekologické literatury), vydání 2006 má být tepelná izolace ukládaná nad povrchem země minimálně normálně zápalná / hořlavá dle třídy stavebních materiálů B2. Na základě toho je materiál Styrodur C z technického hlediska protipožární ochrany vhodný pro izolaci zařízení bioplynu.

4.2 Ochrana proti ultrafialovým paprskům

Materiál Styrodur C je tvrdý pěnový polystyren, který z dlouhodobého hlediska musí být chráněn proti ultrafialovým paprskům slunce stejně jako většina plastů. Povrch izolačního materiálu může být zakryt např. obložení ze dřeva nebo z kovu, systémy omítky nebo předem určeným zdivem.

V této souvislosti je nutno dbát na to, že k zabetonování a k omítání se hodí výhradně materiál Styrodur 2800 C. Pouze Styrodur 2800 C má drsnou raženou strukturu povrchové plochy, jež může vytvořit těsně soudržný spoj s betonem a maltou a dosahuje hodnot odolnosti proti odtržení cca 200 kPa. Všechny ostatní typy materiálu Styrodur C mají hladké povrchové plochy a nejsou vhodné k zabetonování, k trvalému lepení minerálními lepicími maltami a k omítání.

5. Pomůcky k dimenzování tepelné izolace

Ke snížení tepelných ztrát a kolísání teploty v zařízení pro kvašení s vrstvami tepelné izolace jsou k dispozici empirické hodnoty. U mezofilního kvašení (cca 35 °C) se doporučuje součinitel prostupu tepla (hodnota U) ve výši 0,3 W/m²·K. U termofilního kvašení (cca 50 °C) je přiměřená hodnota součinitele prostupu tepla ve výši 0,2 W/m²·K.

Z toho vyplývají tloušťky vrstev izolace v rozsahu cca 10 až 18 cm. V následující tabulce jsou vypočteny hodnoty součinitele prostupu tepla v závislosti na tloušťce vrstvy izolace, tepelné vodivosti izolačních desek bez ohledu na stěnu betonové nádrže a s hodnotami odporu při přestupu tepla (tepelného přechodového odporu). Při začlenění betonových stěn různé tloušťky u zařízení bioplynu se hodnoty koeficientu propustnosti tepla ještě dále nepatrně sníží.

Tabulka 6: Hodnoty součinitele prostupu tepla v závislosti na tepelné vodivosti a tloušťce vrstvy izolace.

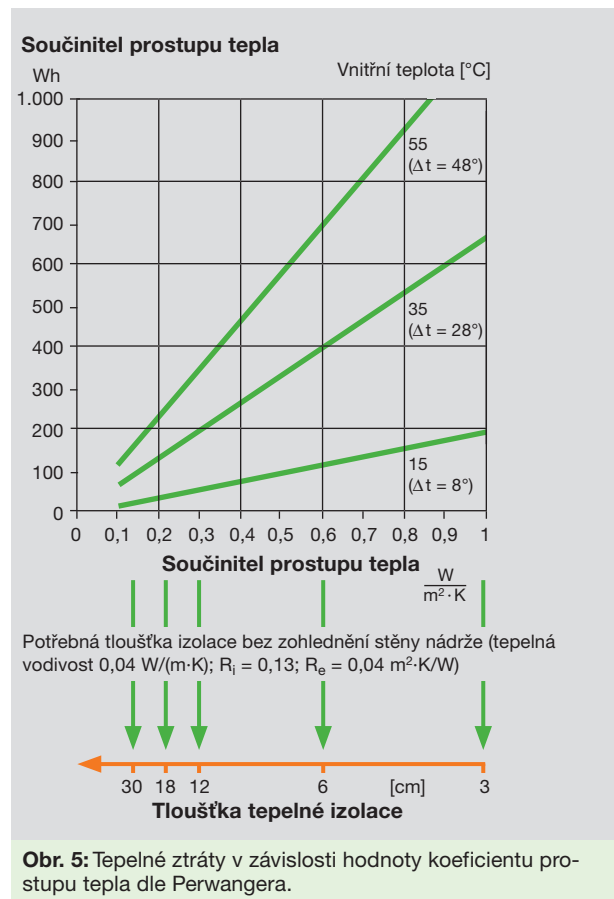
Hodnoty součinitele prostupu tepla W/m ² ·K pro různé tloušťky vrstvy izolace a tepelné vodivosti					
Tloušťka vrstvy izolace [mm]	Deklarovaná tepelná vodivost λ_D ve W/(m·K)				
	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040
80	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50
100	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
120	0,27	0,28	0,30	0,32	0,33
140	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

Deklarovaná tepelná vodivost λ_D materiálu Styrodur® C odpovídá stavu k časovému okamžiku tisku této brožury a lze se na ni kromě všech ostatních informací podívat na internetu na adrese www.styrodur.de, www.isover.cz.

Vzájemný vztah tepelné ztráty na čtvereční metr plochy nádrže a dne a součinitele prostupu tepla, hodnotě U je znázorněna na následujícím **obrázku 4** (dle Perwanger). Ve výpočtu pro potřebnou tloušťku izolačního materiálu se stěna nádrže nebere v úvahu. Tepelná vodivost izolačního materiálu byla zvolena 0,04 W/m·K a je udržována konstantní.

U stěny zařízení pro kvašení jsou nad močůvkou vůči venkovnímu vzduchu brány v úvahu tepelné přechodové odpory $R_i = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ a $R_e = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Deklarovaná tepelná vodivost λ_D desek z materiálu Styrodur C v závislosti na tloušťce izolačního materiálu je uvedena v **tabulce 7**.



Desky z materiálu Styrodur C mají různé hodnoty součinitele tepelné vodivosti v závislosti na příslušné tloušťce desky.

Tabulka 7: Deklarované hodnoty tepelné vodivosti λ_D dle tloušťky desky.

Tloušťka desky v mm	Deklarovaná hodnota tepelné vodivosti λ_D in 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. Technické údaje Styrodur® C

Vlastnost	Jednotka ¹⁾	Číselný kód značení dle ČSN EN 13164	2500 C		2800 C		3035 CS		3035 CN		4000 CS		5000 CS		Norma
Profil hrany															
Povrch			hladký		ražený		hladký		hladký		hladký		hladký		
Délka x šířka	mm		1250 x 600		1250 x 600		1265 x 615		2515 x 615 ²⁾		1265 x 615		1265 x 615		
Objemová hmotnost	kg/m ³		28		30		33		30		35		45		ČSN EN 1602
Součinitel tepelné vodivosti	λ_D [W/(m·K)]		λ_D		λ_D		λ_D		λ_D		λ_D		λ_D		ČSN EN 13164
Tepelný odpor vrstvy	R_D [m ² ·K/W]		R_D		R_D		R_D		R_D		R_D		R_D		
Tloušťka			0,030	0,65	0,030	0,65	–	–	–	–	–	–	–	–	
	20 mm	–	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	–	–	
	30 mm	–	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	
	40 mm	–	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	
	50 mm	–	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80	0,034	1,80	
	60 mm	–	–	–	0,035	2,35	0,035	2,35	0,035	2,35	0,035	2,35	0,035	2,35	
	80 mm	–	–	–	0,037	2,80	0,037	2,80	–	–	0,037	2,80	0,037	2,80	
	100 mm	–	–	–	0,038	3,30	0,038	3,30	–	–	0,038	3,30	0,038	3,30	
	120 mm	–	–	–	–	–	0,038	3,70	–	–	0,038	3,70	–	–	
	140 mm	–	–	–	–	–	0,038	4,20	–	–	–	–	–	–	
	160 mm	–	–	–	–	–	0,040	4,55	–	–	–	–	–	–	
	180 mm	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Pevnost v tlaku při 10 % stlačení (kPa)		CS(10\Y)	200		200		300		250		500		700		ČSN EN 826
Pevnost v tlaku pro trvalé zatížení 50 let a stlačení < 2 % (kPa)		CC(2/1,5/50)	80		80		130		100		180		250		ČSN EN 1606
Naměřená hodnota napětí v tlaku pod základovými deskami (kPa)	$\sigma_{pov.}$	–	–		–		130 ³⁾		–		180		250		DIBT Z-23.34-1325
	f_{cd}	–	–		–		185		–		255		355		
Přilnavost k betonu (kPa)		TR 200	–		> 200		–		–		–		–		ČSN EN 1607
Modul pružnosti (kPa)	Krátkodobý E	CM	10.000		15.000		20.000		15.000		30.000		40.000		ČSN EN 826
	Dlouhodobý E50		–		–		5.000		–		10.000		14.000		
Stabilita rozměrů 70 °C; 90 % rel. vlhkost.	%	DS(TH)	≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		ČSN EN 1604
Deformační chování: Zátěž 40 kPa; 70 °C	%	DLT(2)5	≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		≤ 5 %		ČSN EN 1605
Součinitel tepelné roztažnosti. Podélný směr (mm/(m·K))		–	0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		0,08		DIN 53752
	Příčný směr	–	0,06		0,06		0,06		0,06		0,06		0,06		
Třída reakce na oheň (Evropská třída)		–	E		E		E		E		E		E		ČSN EN 13501-1
Dlouhodobá nasákavost při ponoření (Objem. %)		WL(T)0,7	0,2		0,3		0,2		0,2		0,2		0,2		ČSN EN 12087
Navlhavost při difuzi (Objem. %)		WD(V)3	≤ 3		≤ 5		≤ 3		≤ 3		≤ 3		≤ 3		ČSN EN 12088
Faktor difuzního odporu (závisí na tloušťce)		MU	200 – 100		200 – 80		150 – 50		150 – 100		150 – 80		150 – 100		ČSN EN 12086
Absorpce vody po střídavém namáhání mrazem/roztáváním (Objem. %)		FT2	≤ 1		≤ 1		≤ 1		≤ 1		≤ 1		≤ 1		ČSN EN 12091
Nejvyšší teplota použití (°C)		–	75		75		75		75		75		75		DIN EN 14706

¹⁾ N/mm² = 1 MPa = 1.000 kPa

²⁾ Tloušťka 30 a 40 mm: 2510 x 610 mm

³⁾ Pro vícevrstvé položení: 100 kPa

Informace k materiálu Styrodur® C

- **Brožura o výrobku: Europe's Green Insulation**
- **Aplikace**
 - Izolace suterénů
 - Tlakem namáhané konstrukce a izolace podlah
 - Tepelná izolace zdí
 - Střešní izolace
- **Zvláštní témata**
 - Sanace a modernizace
 - Tepelná izolace zařízení na bioplyn
- **Technická data**
 - Doporučené použití a technické údaje
- **Styrodur® C: Složka pro projektování**
- **Webová stránka: www.styrodur.com, www.isover.cz**

BASF SE

Performance Polymers Europe
67056 Ludwigshafen
Německo

www.styrodur.com