

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



## Jaký typ stanice pro jakou oblast využití?

Toto je rozhodující otázka pro každého zemědělce, který se rozhodne zřídit si bioplynovou stanici (viz kap. 3). Výběr stanice je odvislý od několika faktorů.

*Zásobníková zařízení* najdou uplatnění tam, kde lze stávající jímky přebudovat na fermentory. Nevýhodou tohoto konstrukčního typu jsou vysoké náklady na izolaci a silně kolísající výroba plynu: málo plynu při malém množství kejdy, mnoho plynu při velkém množství kejdy. Kvůli této nevýhodě se tato varianta neprosadila.

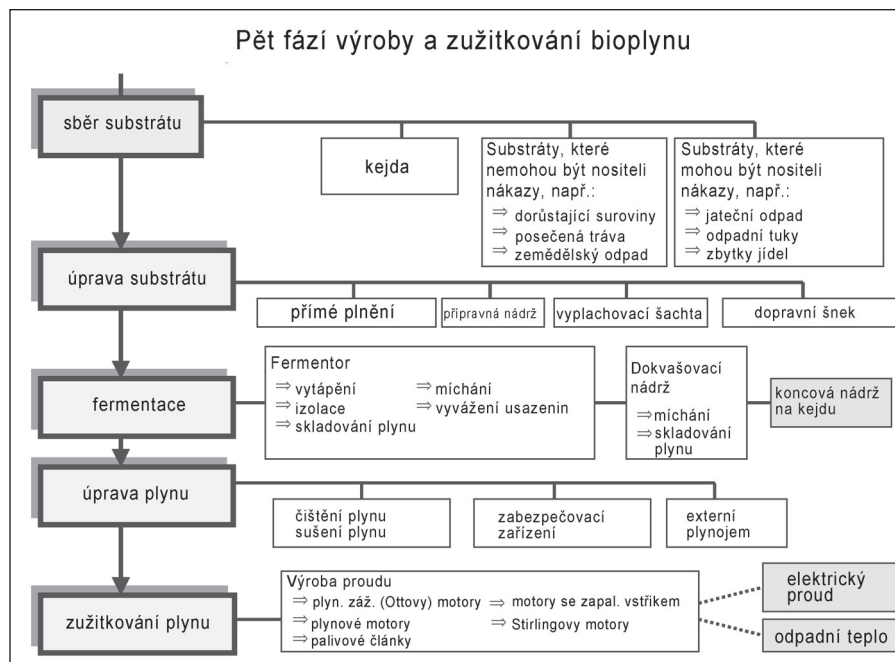
*Průtoková zařízení* s přizpůsobenou dobou kontaktu jsou vhodná tam, kde není nutno zřizovat dodatečný skladovací prostor a kde má být použita jen malá nádrž (málo místa, nízké náklady na izolaci, energii zaváděnou do procesu a investice). Jakožto fermentory o objemu do cca 100 m<sup>3</sup> se převážně užívají použité benzinové cisterny. Právě tento typ stanice lze pořídit s malými náklady, neboť stavba je realizována s využitím použitých součástí a ve velkém rozsahu svépomocí. Při době kontaktu 25 dní jsou tato zařízení vhodná pro zemědělské provozy s maximálně 80 kusy dobytka (množství kejdy bez přísad).

*Průtoková zařízení se zásobníkem.* Za tímco dva výše uvedené typy stanic mají většinou nadzemní uspořádání, toto zařízení bývá instalováno pod zemí. Je zpravidla konstruováno na dobu kontaktu 50 až 80 dní, tedy se uplatní zejména tam, kde je zapotřebí zřídit dodatečný prostor na skladování kejdy.

## Využití bioplynu pro výrobu proudu – ano, nebo ne?

Ve způsobech zužitkování bioplynu došlo v poslední době k zásadním změnám. V důsledku zlepšení rámcových podmínek pro dodávky proudu je v nově zřizovaných stanicích bioplyn téměř výhradně využíván pro výrobu proudu; jen v některých případech je přímo spotřebováván spalováním. Využití pro výrobu proudu má oproti jiným způsobům využití tu výhodu, že pro generaci proudu a odpadního tepla lze zužitkovat veškerou produkci bioplynu. V jiných případech,

kdy nevzniká odpadní teplo, musí být v závislosti na místních podmínkách a konstrukčním typu fermentoru cca 35 % plynu k dispozici jako vstupní energie procesu. Nároky na teplo do procesu jsou v zimě mnohem vyšší než v létě, takže zbývající množství plynu mnohdy nestačuje pro přípravu teplé vody a vytápění obytných prostor. Na druhé straně je v létě vzhledem k chybějícím možnostem využití často nutno počítat s přebytkem bioplynu. Využitím bioplynu pro výrobu proudu je také možno pozitivně ovlivnit hospodárnost výroby bioplynu.



Obr. 7.1

Pět fází výroby a zužitkování bioplynu

## **Povolovací řízení**

Pro stavbu bioplynové stanice a jejich součástí neexistují v současnosti žádné specifické předpisy, to znamená, že pro jednotlivé druhy prací platí normy a směrnice příslušného oboru. Plynové a vodovodní instalace proto musí být provedeny podle předpisů platných pro tento obor, rovněž elektroinstalace uvnitř a vně fermentoru musí být provedeny podle příslušných předpisů.

Žádost o stavební povolení se podává na příslušném obecním či městském úřadě a je nutno ji doložit projektovými podklady. Úřad přezkoumá, zda stavební záměr odpovídá stavebním plánům a předpisům obce (stavební předpisy, umístění stavby vzhledem k okolí atd.). Jsou-li splněny všechny předpoklady, předají se podklady stavebnímu úřadu. Je-li vše v pořádku, vydá úřad stavební povolení.

Stavby zemědělských bioplynových stanic s tepelným výkonem ze spalování do 350 kW jsou v Německu povolovány na základě stavebního zákona, stavby zařízení o vyšším výkonu podle spolkového zákona na ochranu před imisemi. Za určitých předpokladů lze však stavbu realizovat i bez povolení. Spolkové země se v tomto ohledu velmi liší.

Při anaerobním zpracování kejdy ve spojení s biologickým odpadem a jinými druhy zemědělských

a průmyslových odpadů je rovněž třeba dodržovat nejruznější směrnice, přičemž pro provozování fermentorů platí různá povolení v závislosti na velikosti fermentoru. Jestliže budou do bioplynové stanice dováženy odpady, pak je definována jako zařízení na likvidaci odpadů a pro její provoz platí zákonná ustanovení o likvidaci odpadů (viz kap. 8).

## **Výběrové řízení a zadávání zakázky**

Při obstarávání stavebních prvků stanice, respektive při vypsání výběrového řízení na jejich dodávku je třeba mít na paměti toto: i při provádění stavby svépomocí se vyplatí nechat si předložit nabídku jednotlivých prvků a porovnat jejich výkon a cenu. Neboť nejlevnější nabídka nemusí být nakonec nejvýhodnější. Důležité je zejména prověřit přípustnost výroby a oprávněnost výrobce či dodavatele a rovněž jeho serióznost.

Mnohem obtížnější je porovnání nabídek při vypsání výběrového řízení na provedení celé stavby. Zde je třeba sledovat zejména to, do jaké míry jsou nabídky přímo srovnatelné a v kterých bodech se liší. V každém případě by k posouzení nabídek měl být přizván nezávislý odborník.

Zadat zakázku provádějícím firmám může každý zadavatel přímo sám, ovšem svěřit tuto činnost odborné projekční, re-

spektive inženýrské kanceláři má mnoho výhod, často i finančních. Důležitým hlediskem pro výběr firmy je to, jak rychle se při vzniku nepředvídaných problémů během stavby může na místo dostavit odborný pracovník firmy. Solidní projektanti proto často pracují jen na regionální úrovni, aby mohli zaručit kvalitní stavební dozor.

Provádí-li se stavby několika bioplynových stanic zároveň, lze významně ušetřit na investičních nákladech (Bremervördský model), a sice jednak organizovaným nákupem jednotlivých prvků, například čerpadel, míchadel, blokových tepláren atd., jednak také společnou organizací jednotlivých stavenišť.

## 7.2 Dimenzování bioplynové stanice

Po stanovení celkové koncepce zařízení je dalším důležitým úkonem *stanovení přibližné velikosti jeho jednotlivých prvků*. Následující pasáž uvádí 6 kroků vedoucích ke splnění tohoto úkolu, avšak v praxi není vždy možno postupovat takto rychle a jednoznačně. Provozní a prostorové podmínky a jiné okolnosti mohou vést k tomu, že se bude jevit jako vhodné jednotlivé kroky několikrát zopakovat se změněným vstupním zadáním, aby byly stanoveny optimální parametry.

### 1. Získávání substrátu a výpočet objemu fermentoru

Pro dimenzování bioplynové stanice je prvořadým měřítkem, jaké množství hnoje, respektive kejdy a rovněž kofermentátů má být zpracováno. Odhad předpokládaného množství kejdy lze provést pomocí hodnot uvedených v *tab. 2.4*. Kvůli závislosti výtěžku plynu na druhu zvířat a formě chovu je nutno množství kejdy od jednotlivých druhů započítávat odděleně. Kromě toho je třeba ověřit, zda a v jakém množství mají být zpracovávány také přísady, jako například tuhý hnůj, tráva nebo jiné organické materiály.

[1] Denní produkce kejdy = počet zvířat . denní produkce odpadů podle druhu zvířat

[2] Objem fermentoru = denní produkce kejdy . střední doba kontaktu

#### **Příklad**

*100 dobytčích jednotek – chov mléčného skotu*

*Denní množství kejdy = 50 l / (den . dobytčí jednotka) . 100 dobytčích jednotek = 5000 l / den = 5 m<sup>3</sup> / den*

*Objem fermentoru při teplotě vyhřívacího prostoru 35 °C:*

■ *Průtokové zařízení:*

*Objem = 5 m<sup>3</sup> . 20 až 30 dní =  
= 100 až 150 m<sup>3</sup>*

■ *Průtokové zařízení se zásobníkem:*

*Objem = 5 m<sup>3</sup> . 50 – 80 dní =  
= 250 – 400 m<sup>3</sup>*

### 2. Zjištění obsahu sušiny a organické sušiny

Pro odhad očekávaného množství bioplynu je nutno stanovit obsah sušiny a organické sušiny ve fermentovaném materiálu. Abychom se vyhnuli převozdům, jsou v následujícím rozboru kvašení kejdy údaje v litrech totožné s údaji v kilogramech.

[3] množství organické sušiny = obsah organické sušiny . množství kejdy

Stanovení obsahu sušiny a organické sušiny je popsáno v kapitole 3.8.

#### **Příklad:**

*Obsah sušiny v kejdě 10,65 %*

*Při 78 % organické sušiny v sušině obsahuje kejda 8,3 % organické sušiny, tzn. 1 m<sup>3</sup> kejdy obsahuje 83 kg sušiny.*

*U výše uvedeného chovu mléčného skotu s počtem 100 dobytčích jednotek (čemuž odpovídá 5 m<sup>3</sup>/den kejdy) se denní množství sušiny vypočítá takto:*

■ *množství organické sušiny =  
83 kg/m<sup>3</sup> . 5 m<sup>3</sup>/den = 415 kg/den organické sušiny*

### 3. Výpočet denní produkce plynu

Ze zjištěného množství kejdy a příslušné velikosti obsahu organické sušiny lze vypočítat očekávané množství bioplynu, je-li znám denní výnos plynu na 1 kg organické sušiny, respektive lze-li použít odpovídající hodnotu z tab. 2.5. Znásobíme-li číslo udávající množství organické sušiny číslem udávajícím očekávaný objem vyrobeného plynu na 1 kg organické sušiny, dostaneme číslo udávající denní produkci bioplynu.

[4] Denní množství plynu = denní množství organické sušiny . specifický výnos plynu

Rovnice platí přirozeně jen tehdy, když je výroba plynu plynulá a rovnoměrná.

#### Příklad:

*denní množství bioplynu = 415 kg org. sušiny/den . 0,32 m<sup>3</sup> plynu/kg. org. sušiny = 132,8 m<sup>3</sup>/den*

*Z toho lze odvodit specifickou výrobu bioplynu o průměru 1,328 m<sup>3</sup> na dobytčí jednotku a den.*

### 4. Objem jímky na kejdu

Celková kapacita nádrže má vystačit na 180 až 200 dní; vzhledem k tomu by pro provoz se 100 dobytčích jednotek produkujících denně okolo 5 m<sup>3</sup> kejdy měl být k dispozici skladovací prostor o objemu 900 až 1000 m<sup>3</sup>.

U průtokových zařízení se zásobníkem může být objem fermentoru s malými srážkami (na zbytkové množství kejdy pro očkování nové dávky) započítán do objemu skladovacího prostoru. Právě při anaerobním zpracování kejdy má do-

statečný skladovací prostor rozhodující význam, neboť při bioplynové technologii vzrůstá podíl rychle působícího dusíku, takže s kejdou je nutno zacházet zcela cíleně, aby se zabránilo vyplavování dusičnanů.

### 5. Objem plynoměru

Při použití plynu k výrobě proudu má plynomej na rozdíl od využití plynu k přímému spalování význam podružný, neboť objem plynu zužitkovaného v blokové teplárně lze sladit s objemem vyráběného plynu. Jako mezisklady se obvykle užívají plastové vaky o objemu 50 až 150 m<sup>3</sup>.

### 6. Stanovení výkonu blokové teplárny

Při výběru vhodné blokové teplárny je velmi důležité přizpůsobení jejího výkonu výrobě plynu, jednak proto, aby bylo možno zužitkovat objem výroby pokud možno v plném rozsahu, jednak proto, aby motor, respektive motory nemusely pracovat na velmi nepříznivý částečný výkon. V praxi se používají dva rozdílné způsoby. V prvním případě je agregát sladěný s výrobou plynu tak, že pracuje téměř 24 hodin denně. V tomto případě postačuje jen relativně malý objem plynoměru. V druhém případě, především u velkých stanic, jsou instalovány dvě blokové teplárny, přičemž jedna pracuje ve 24hodinovém provozu a druhá ve špičkách odběru proudu (dojení, příprava šrotu, provoz dmýchadla atd.). Zde je však nutný mnohem větší mezisklad plynu.

#### Příklad:

*Výpočet elektrického výkonu blokové teplárny*

*Zadání: Výkon má dostačovat k tomu, aby ve 24hodinovém provozu byla zužitkována výroba plynu ve stanici dimenzované na 100 dobytčích jednotek*

- *Denní výroba plynu =*  
*= 132,8 m<sup>3</sup> bioplynu/den*
- *Činitel využití bioplynu k výrobě proudu:*  
*2,0 kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup> bioplynu*
- *Denní výroba proudu =*  
*= 132,8 m<sup>3</sup>/den . 2,0 kWh/m<sup>3</sup> =*  
*= 265,6 kWh<sub>el</sub>/den*
- *Elektrický výkon blokové teplárny=*  
*= 265,6 kWh<sub>el</sub>/den : 24 hod./den =*  
*= 11,1 kW*

*V praxi se v tomto případě – aby byla zaručena dostatečná rezerva – užívá blokových tepláren o výkonu 12 až 17 kW.*

**Pro přibližnou kalkulaci lze použít následující empirické pravidlo:**

- Na 12 až 15 m<sup>3</sup> bioplynu/den je třeba počítat 1 kW výkonu blokové teplárny.
- Na 1 kW instalovaného výkonu je u blokových tepláren o výkonu 13 až 50 kW (plynové zážehové motory, respektive motory se zapalováním vstříkem) třeba počítat s pořizovacími náklady ve výši 500 až 750 €.

## 7.3 Stavebně technická příprava

Po stanovení koncepce, výběru typu zařízení (zásobníkové, průtokové, průtokové se zásobníkem) a dimenzování stanice započne stavebně technická příprava. Zejména při zamýšleném nadzemním uspořádání těles stanice je nezbytné včas vstoupit v jednání s úřady (případně vznést předběžný dotaz). Jelikož v mnoha případech je s výrobou bioplynu spojena nutnost rozšířit prostory na skladování kejdy, upřednostňují se v současnosti převážně průtoková zařízení se zásobníkem. Tato zařízení jsou instalována hlavně pod zemí, mají pojezdny strop, venkovní izolaci a jsou vybavena podlahovým vytápěním, jakož i oběhovým čerpadlem kejdy.

### Zařízení pro oblast manipulace se substráty

Jak už bylo uvedeno, hrají vnitřní provozní předpoklady pro zavedení výroby bioplynu rozhodující roli. Zatímco podzemní nádrže lze přizpůsobit stávajícímu provozu většinou bez nároků na nový prostor, pro nadzemní nádrže (fermentor, dokvašovací nádrž, koncová nádrž na kejdu) je nutno vyčlenit potřebné plochy. Například pro stojící kruhovou nádrž o objemu 200 m<sup>3</sup> (průměr 8 m, výška 6 m) je nutná základová plocha o rozloze minimálně 50 m<sup>2</sup>, instalace ležícího cisternového zařízení opatřeného pláštěm může vyžadovat plochu ještě mnohonásobně větší.

Teplná izolace je zpravidla provedena jako venkovní izolace. U nadzemních nádrží, zejména u ležících cisteren, se jako izolační materiál užívá většinou minerál-

ní vlna, kterou je třeba chránit před povětrnostními vlivy; neboť provlhnutí nebo provětrávání izolační vrstvy může izolační účinek významně zhoršovat. Fermentory z litého betonu zapuštěné do země jsou izolovány převážně z vnější strany extrudovaným polystyrénem, to znamená, že izolace se nanese na beton před obsypáním nádrže zeminou. Jen při přestavbě stávajících jímek na kejdu a rovněž ve stropní části se teplná izolace provádí na vnitřní straně nádrže.

Potřeba ploch, respektive prostor pro instalaci vytápěcí techniky je malá a při plánování stavby hraje podružnou roli. Pouze pro vyrovnávací zásobník, který u blokové teplárny odnímá odpadní teplo, je třeba vytvořit dostatek místa. Tyto nádrže o objemu až 5 m<sup>3</sup> bývají umístěny v bezprostřední blízkosti teplárny. Ohřívání kejdy probíhá u cisternových zařízení převážně působením míchací hřídele nebo topného registru u stěny, nové betonové nádrže jsou vybaveny podlahovým vytápěním, které je ve spodní části nádrže často ještě doplněno vytápěním ve stěnách.

Při zpracování organických odpadů, jako jsou travní seč, výpalky, tuky atd., je nutno zřídit pro ně mezisklady odpovídající velikosti. Je třeba mít na paměti, že odpady je možno přijímat bezprostředně a že určité látky nepříjemně páchnou. Proto by kapalné substráty jako kapalina vylisovaná z vnitřností, tuky z lapačů tuku apod., které se přivážejí v cisternách, měly být do meziskladových nádrží přečerpávány přes uzavřené hadice, respektive potrubí. S ohledem na možnost kolísání

dodávaného množství odpadů je vhodné volit nádrže, které pojmu minimálně 1,5násobek průměrného objemu jednotlivé dodávky. Především při kofermentaci tuků je nutno dbát na to, aby substrát byl pneumaticky nebo mechanicky promícháván, čímž se zabrání hrudkovatění substrátu. Tuky z lapačů tuku stejně jako řada jiných látek musejí být před fermentací také podrobeny hygienizaci (viz kap. 8 a 9), to znamená, že za stálého míchání jsou po dobu 1 hodiny zahřívány na teplotu 70 °C. Hygienizační zařízení by mělo být umístěno ve stejné budově jako předepsané záznamové zařízení pro proces hygienizace; pro tento účel je zapotřebí minimálně 10 m<sup>2</sup> plochy.

### Plynovodní potrubí

V případě plyné směsi vznikající ve fermentoru se jedná o „mokrý“ plyn, který na cestě k motoru (tzn. do blokové teplárny) musí být vycištěn a „odvlhčen“. Aby nebylo nutno pořizovat nákladné čističky a sušičky plynu, je třeba zajistit, že během této cesty bude plyn ochlazován. Plynovodní potrubí je proto třeba zčásti vést dostatečně chladnou zónou, kde vlhkost v plynu bude kondenzovat; tuto část potrubí je třeba uložit ve spádu a v nejhlubším místě opatřit odlučovačem kondenzátu. Celá trasa plynovodu s bezpečnostním zařízením, plynoměrem, dávkovacím vzduchovým čerpadlem pro odsířování plynu atd. se zpravidla nachází ve stejné budově jako bloková teplárna, přičemž odvodňovací zařízení má být instalováno na začátku této trasy.



## Zužitkování bioplynu

Bioplyn se dnes zpracovává především pro výrobu proudu. Jelikož provoz motorů není bezhlučný (zvuk šířící se vzduchem a zvuk šířící se pevným materiálem), je nutné umístit blokovou teplárnu tak, aby nerušila ani sousedy, ani samotného provozovatele stanice (hlukem, ale i zplodinami). K dispozici musí být odlehlý obestavěný prostor. Doporučuje se zvolit dostatečně velký prostor, aby vedle motoru, generátoru, rozvaděče a výměníku tepla sem bylo možno umístit jeden nebo více vyrovnávacích zásob-

níků a rovněž trasu plynovodu. Zde také zpravidla dochází k rozdělování odpadního tepla do jednotlivých spotřebičů, jako je předhřívání kejdy, vytápění fermentoru aj.

Dále platí, že teplo nespotřebované jako teplo vstupující znovu do procesu je třeba také patřičně zužitkovat. V tomto smyslu se teplo využívá zejména pro přípravu teplé vody a pro vytápění obytných budov provozovatele stanice. V mnoha provozech vzniká dokonce takový přebytek tepla, že se používá k sušení zemědělských produktů, a to jak vlastních, tak

od jiných producentů (například sušení vagonů s obilím, krmnou kukuřicí atd.). Vzduch pro sušení je v tomto případě ohříván ve výměníku tepla voda – vzduch.

Jelikož v prostoru, kde je umístěna bloková teplárna, je vlivem odpadního tepla motorů většinou velmi teplo, nabízí se i zde možnost sušení produktů, například řeziva apod.

*Shrnutí:* Když už se pro blokovou teplárnu staví objekt, měl by být z prostorového hlediska řešen velkoryse.

## 7.4 Projektování technologie

### Prvky pro manipulaci s kejdou

#### Čerpací zařízení

Po stanovení typu zařízení je nutno vyřešit zapojení bioplynové technologie do stávajícího provozu. Prvořadým úkolem je naplánovat přepravu kejdy ze stáje přes přípravnou nádrž do fermentoru a odtud do koncové skladovací nádrže tak, aby byla zvládnuta s co nejmenším počtem čerpadel. Kromě toho je třeba zohlednit, zda a v jakém rozsahu budou zpracovávány organické odpady.

V tomto případě musí být přípravná nádrž provedena tak, aby v ní bylo možno smíchávat kofermenty (tuhý hnůj, travní seč, substrát získaný při čištění roštových stání atd.) s kejdou.

#### Míchací zařízení

Vedle čerpací techniky je pro hladký provoz zařízení určujícím prvkem především míchací technika. Musí být zajištěno promíchávání v přípravné nádrži, ve fermentoru i ve skladovací nádrži. Výškově nastavitelná vrtulová míchadla s rychlým chodem bezpečně odstraní usazeniny a plovoucí vrstvy. Míchadla s pomalým chodem instalovaná v cisternových zařízeních, jakož i míchání vtlačováním plynu u dna fermentoru s cíleným přívodem kejdy mohou na druhé straně zaručit dostatečnou hygienizaci při přidávání domovních odpadních vod.

#### Vytápění

Vytápění je třeba plánovat tak, aby bylo dosaženo žádané fermentační teploty. Zpravidla se doporučuje světit dimenzování topného obvodu a otopných ploch odborníkovi. Pro ohřev kejdy na fermentační teplotu se využívá hlavně odpadního tepla motoru bioplynové teplárny, které se kumuluje ve vyrovnávacím zásobníku. Nadměrnému kolísání teploty ve fermentoru při jednotlivých dodávkách kejdy je možno zabránit například tím, že se častěji přičerpává menší množství kejdy.

## Tepelná izolace fermentoru

Abyste zabránili velkým tepelným ztrátám, je nutno fermentor dobře izolovat. Užitek z tepelné izolace (úspora tepelné energie) musí být v rozumném poměru k nákladům na její provedení. Izolace je důležitá především proto, že právě v zimním období je nutno tepelné ztráty bioplynové stanice snižovat, aby byl zajištěn dostatek přebytečného tepla pro vytápění obytných prostor.

U bioplynových stanic se studeným (psychrofilním) procesem (provozní teplota 15 °C) by hodnota k tepelné izolace nádrže neměla překročit 0,6 W/m<sup>2</sup>K, při fermentaci v mezofilní oblasti (35 °C) by hodnota k měla činit 0,3 W/m<sup>2</sup>K a při fermentaci v termofilní oblasti (55 °C) by měla dosahovat 0,2 W/m<sup>2</sup>K nebo méně.

Na základě těchto údajů by na bioplynových stanicích, kde se teplota ve vyhřívacím prostoru pohybuje od 35 °C do 40 °C, měla vrstva izolace mít tloušťku 10 až 12 cm, na menších stanicích s fermentorem o objemu < 200 m<sup>3</sup> by to mělo být ještě více. Souvislost mezi tepelnými ztrátami a prostupem tepla u různých teplotních stupňů, jakož i výslednou tloušťku izolace lze vyčíst z obr. 7.2. Čím více přebytečného tepla pro různé účely je k dispozici, tím příznivěji se tento faktor projeví v ekonomické bilanci.

V poslední době se mnohé firmy zabývající se betonovými stavbami a výrobky začaly specializovat na výrobu plynotěsných nádrží. Pokud má být provedení nádrže zadáno takovému výrobcí, je vhodné tuto firmu kontaktovat již ve fázi projektové přípravy, neboť izolování podlahy a stropu bioplynové stanice musí být zohledněno již při výrobě nádrže. Také

v tomto případě je nejlepší nechat si předložit nabídky výrobců.

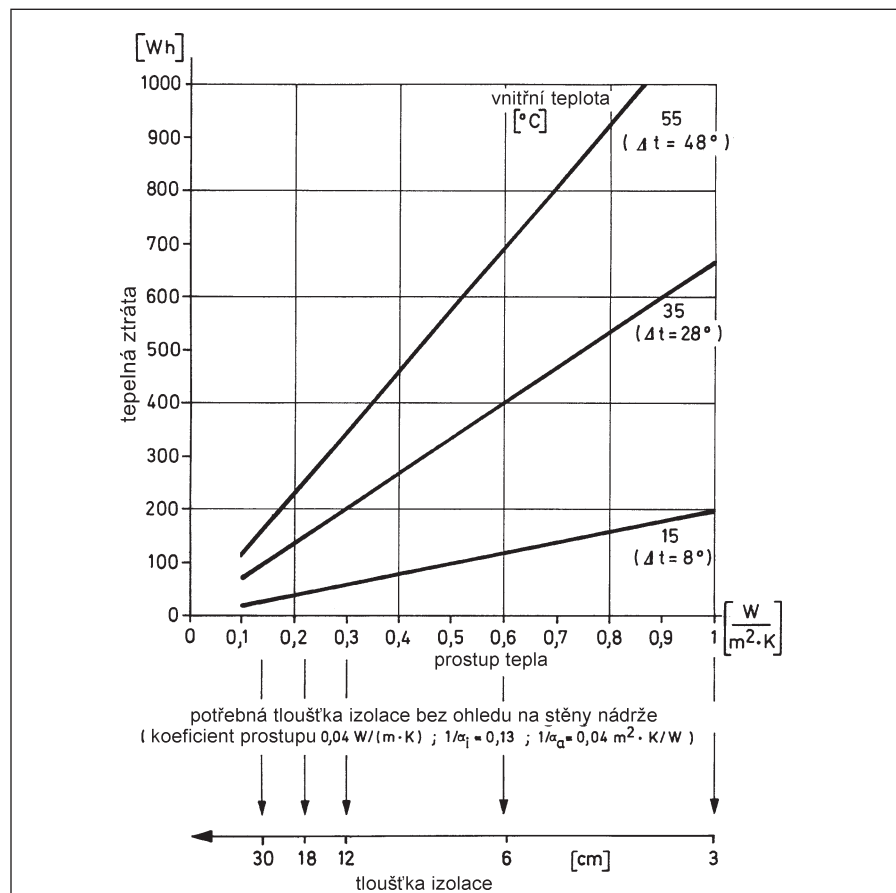
### Příklad:

Má být postaven fermentor o objemu 200 m<sup>3</sup> (průměr 8 m, hloubka 4 m). Tloušťka izolace na vnější straně stěny a na stropě má činit 10 cm, na dně 2 × 5 cm.

- Izol. mat. pro venkovní izolaci stěny: 10 m<sup>3</sup>
- Izol. mat. pro izolaci stropu: 5 m<sup>3</sup>
- Izol. mat. pro izolaci dna: 5 m<sup>3</sup>

Potřeba izol. mat. celkem: cca 20 m<sup>3</sup>

Při specifických nákladech na izolaci ve výši 150 až 250 €/m<sup>3</sup> (pro polystyrén bez zpracování) činí celkové materiálové náklady cca 3000 až 5000 €.



Obr. 7.2

Tepelná ztráta na 1 m<sup>2</sup> plochy stěny a den v závislosti na prostupu tepla (podle Perwangera)



Tab. 7.1

Specifická potřeba energie pro proces vyrovnání tepelné ztráty při rozdílných velikostech vyhřívacího prostoru; hodnota  $k$  izolace =  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; venkovní teplota  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  (podle Perwangersa)

Specifický otopný výkon pro vyrovnání tepelné ztráty u fermentoru		
Objem fermentoru $\text{m}^3$	Povrch fermentoru $\text{m}^2$	Specifický otopný výkon $\text{W/m}^3$
50	86	576
100	131	439
200	207	347
300	257	299
400	322	270
500	372	250
600	416	233

Tab. 7.2

Specifická potřeba energie pro proces ohřívání substrátu s rozdílným obsahem sušiny u procesu v mezofilní oblasti (podle Perwangersa)

Specifický otopný výkon pro vyrovnání tepelné ztráty u substrátu	
Obsah sušiny %	Specifická potřeba energie pro proces $\text{Wh/kg sušiny}$
3	1480
4	1110
5	890
6	740
7	640
8	560
9	490
10	445
11	400
12	370

### Potřeba energie vracející se do procesu

Při výrobě elektrického proudu v blokové teplárně vzniká velké množství odpadního tepla. Toto teplo se v první řadě využívá pro ohřívání čerstvé kejdy a pro vyrovnání tepelných ztrát ve fermentoru. Dle propočtu jsou pro tento účel zapotřebí cca 2 až 3,5 kWh na dobytčí jednotku a den. Zbytek lze využít pro jiné účely, například pro vytápění obytných prostor, přípravu teplé vody, sušení produktů apod.

Množství energie potřebné pro vytápění bioplynové stanice je součtem tepla potřebného pro ohřev čerstvé kejdy a tepla potřebného pro vyrovnání přenosových tepelných ztrát fermentoru. Velikost těchto ztrát silně závisí na kvalitě tepelné izolace.

Jelikož mnoho energie vyžaduje především ohřev kejdy na teplotu ve fermentoru, je nutno již ve fázi projektové přípravy pamatovat na optimální přenos energie. Někteří zřizovatelé se pokoušejí řešit konstrukci svých stanic tak, aby čerstvá kejda byla předeřívána teplem vyhřívání kejdy buď ve zvláštní rouře instalované uvnitř fermentoru, nebo ve speciálním výměníku tepla.

Ohřevem čerstvé kejdy před dodáním do fermentoru je i při větších dávkách možno zabránit velkým teplotním výkyvům ve fermentoru, a tím i poklesu produkce plynu. Tab. 7.1 slouží ke zjištění tepelné ztráty fermentoru v závislosti na velikosti fermentačního prostoru, z tab. 7.2 lze vyčíst potřebu tepla pro ohřev substrátu při rozdílném obsahu sušiny. Je vidět, že specifická potřeba energie procesu pro ohřev substrátu je tím větší, čím nižší je obsah sušiny. Následu-

jící příklady ukazují, že potřeba energie procesu k vyrovnání tepelné ztráty je oproti potřebě energie pro ohřev relativně nízká.

Ve všech následujících výpočtech se předpokládá, že  $1 \text{ m}^3$  je ekvivalentní  $1000 \text{ kg}$  (hustota vody). Ceny elektrické energie a topného oleje nemusejí odpovídat právě platným cenám ani v SRN, ani v ČR. Jedná se hlavně o předvedení výpočtu.

#### Příklad 1

Provoz bez kofermentace, 100 kusů mléčného skotu

- Objem fermentoru  $200 \text{ m}^3$ ; produkce kejdy:  $5 \text{ m}^3/\text{den}$
- Substrát: kejda s 8 % sušiny; produkce sušiny:  $5 \text{ m}^3/\text{den} \cdot 80 \text{ kg/m}^3 = 400 \text{ kg/den}$
- Vyrovnání tepelné ztráty:
 
$$Q_1 = 0,347 \text{ kWh/m}^3 \cdot 200 \text{ m}^3 = 69,4 \text{ kWh/den}$$
- Ohřev substrátu:
 
$$Q_2 = 400 \text{ kg sušiny} \cdot 0,560 \text{ kWh/kg sušiny} = 224,0 \text{ kWh/den}$$
- Celková potřeba energie pro proces =  $Q_p = Q_1 + Q_2 = 293,4 \text{ kWh/den}$
- Vypočtený výtěžek bioplynu při 100 kusích mléčného skotu =  $132,8 \text{ m}^3/\text{den}$ .
- Z toho se při obsahu metanu ve výši 60 % vypočte celkový obsah energie cca  $796,8 \text{ kWh}$ .
- Při tepelné účinnosti blokové teplárny ve výši 55 % lze pak očekávat cca  $438 \text{ kWh}_{\text{therm}}$  využitelného tepla. Pro proces je tedy zapotřebí cca 67 % využitelného tepla ( $293$  ze  $438 \text{ kWh/den}$ ).