

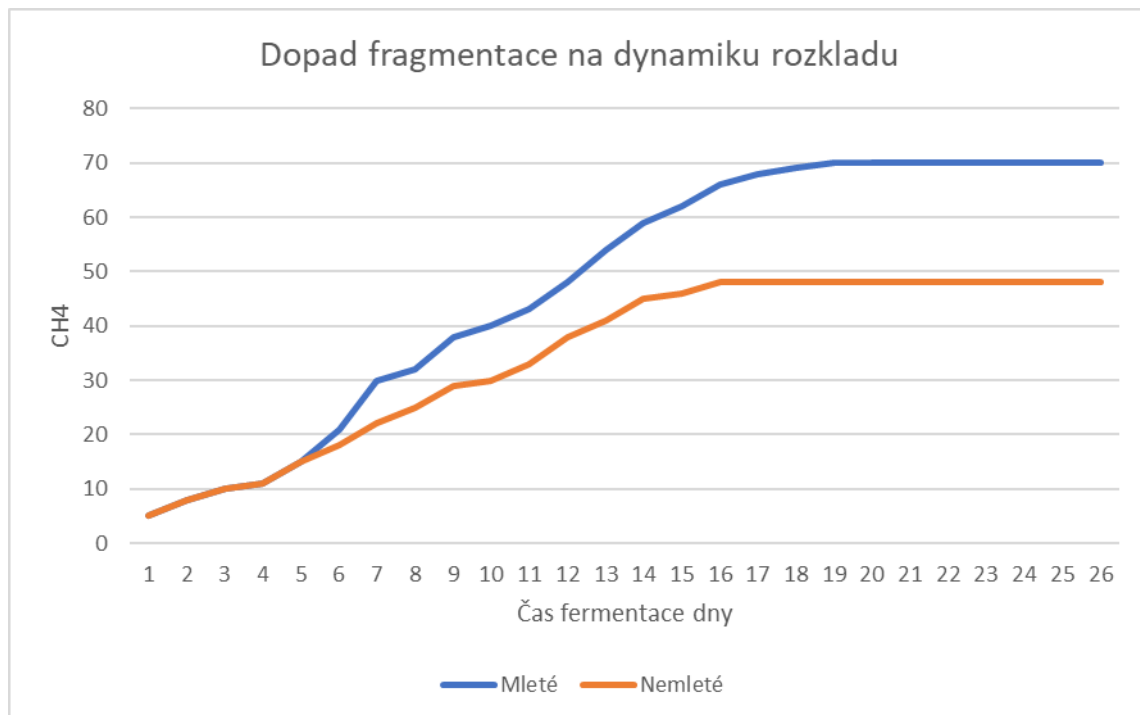
## Jak provádět správnou fragmentaci a zavedení substrátu do fermentačních nádrží.

Ing. Libor Baraňák Ph.D., doc. Miroslav Bačiak Ph.D.

V první části článku, byly představeny informace o počátečních fázích nakládání se substrátem pro zavedení do zařízení na výrobu bioplynu. Podrobně byly popsány problémy související s dodávkou, skladováním a hygienizací materiálů. V tomto článku popíšu další fáze.

### Mletí

Mletí je jedním z klíčových stupňů přípravy substrátů pro proces fermentace metanu. Cílem tohoto procesu je zvětšit povrchovou plochu materiálu dostupného pro fermentační bakterie, což zase ovlivňuje produkci metanu. Dosud provedený výzkum ukazuje, že jak se zvyšuje stupeň fragmentace substrátů, zvyšuje se také jejich rychlost rozkladu (obr. 1).



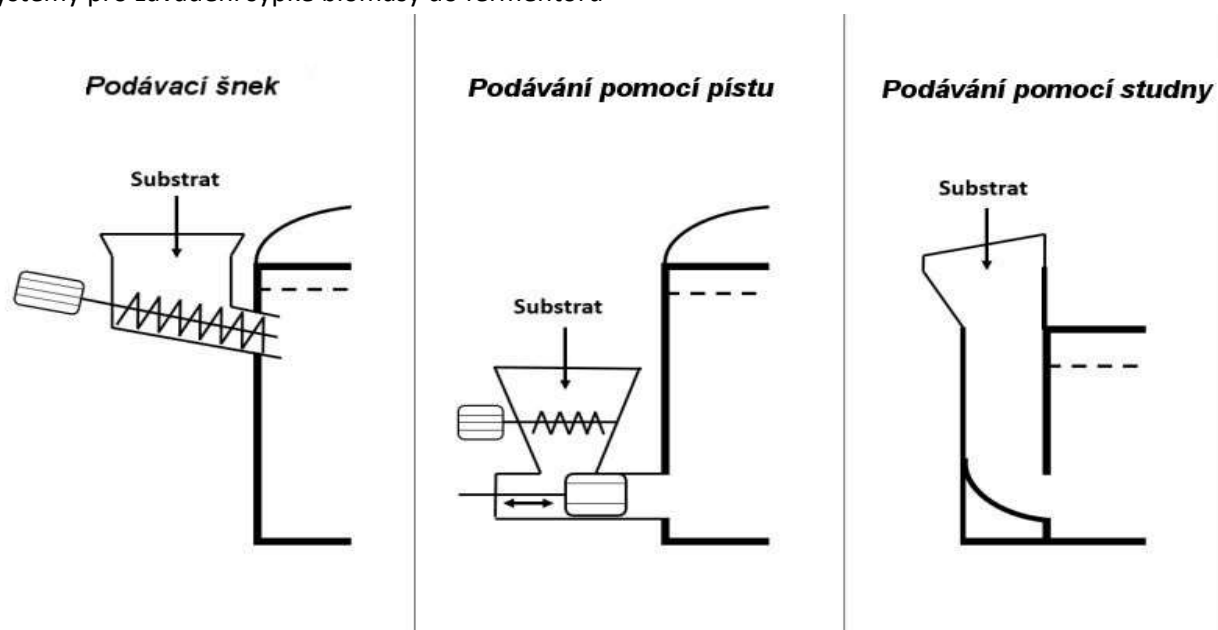
Obrázek 1 Dopad fragmentace na dynamiku rozkladu a proces produkce metanu

Je však třeba si uvědomit, že použití tohoto procesu neznamená vždy současné zvýšení produkce bioplynu a metanu, protože produkce plynu během fermentace metanu závisí také na dalších procesních

parametrech. Proto je velmi důležité používat vhodné mlecí techniky, které díky své vysoké energetické účinnosti budou také ekonomicky životaschopné.

Systémy pro míchání a mletí pevných substrátů mohou být instalovány před zařízeními, která je přímo převádějí do fermentačních nádrží. Stále více je však pozorováno spojení frézování a přenosu substrátu v jednom systému a některé společnosti také nabízejí řešení kombinující oba procesy do jednoho agregátu. Tato zařízení jsou obvykle poháněna elektrickým motorem a v případě jeho poruchy je možné k nim připojit hnací hřídel traktoru, což snižuje riziko zastavení výroby bioplynu kvůli nedostatku dodávaného substrátu.

Systémy pro zavádění syké biomasy do fermentoru

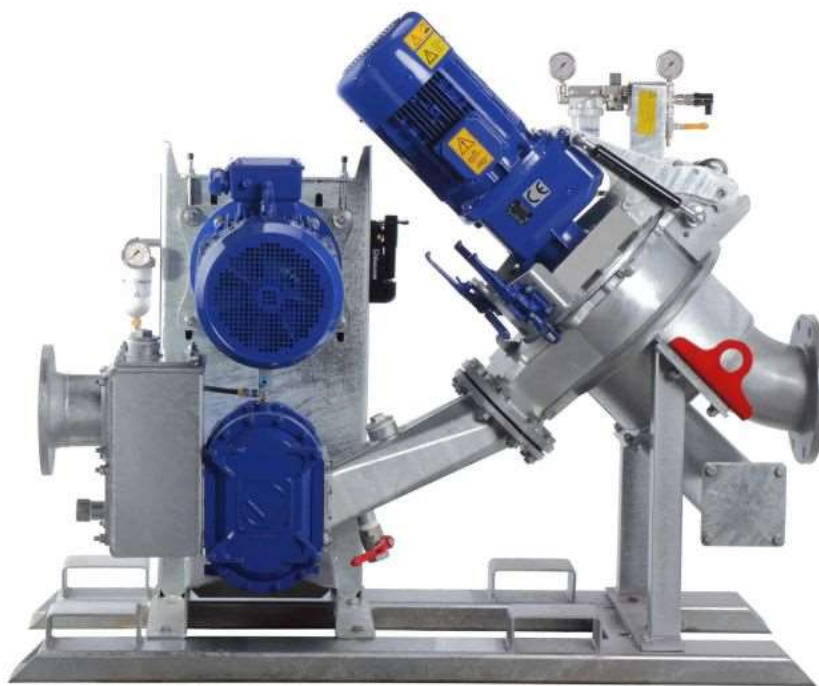


Obrázek 2 Nejčastější systémy na dávkování

## Drtiče

V současné době jsou jednotlivé agregáty dostupné na trhu schopny pracovat s kapacitou cca 50 t materiálu denně. Nejčastěji se používají k rozdrčení typické siláže z kukuřice a trávy, hnoje, jakož i rostlinného a ovocného odpadu atd. Mezi nejdůležitější výhody plynoucí z použití jednotlivých drtících agregátů patří možnost zpracování velkého množství materiálů a nekomplikovaný systém jejich plnění (nejčastěji pomocí kolového nakladače).

Navíc aktuálně používaná řešení umožňují plnou automatizaci systému pro drčení a dávkování substrátů do fermentačních nádrží. Je však třeba si uvědomit, že v případě vážnější selhání agregátu je nutné zbytkový materiál ručně odstranit.



Obrázek 3 Drtič Vogelsang

Pokud jde o čerpatelné substráty s vysokým obsahem vody, dochází k rozmělnění surovin před nebo ve vstupní nádrži a v čerpacím systému před nebo přímo v tlakovém čerpadle. Pracovní účinnost těchto systémů se pohybuje od 180 do 750 m<sup>3</sup> / h, zatímco výkon drtičů se pohybuje od 1,5 kW do 15 kW a je vybírán v závislosti na substrátech používaných v bioplynové stanici. Rovněž stojí za to dodat, že nejnovější čerpací a mlecí zařízení vám umožňuje připravovat rmut s obsahem sušiny nad 16 %.

### Přeprava čerpatelných substrátů

Čerpadla poháněná elektrickými motory se používají k přepravě čerpatelných substrátů a fermentačních kapalin mezi nádržemi. Jsou spouštěny ovládacími hodinami a v nejnovějších modelech mikroprocesory, díky nimž může být tento proces částečně nebo plně automatický. Kromě toho je možné systém vzdáleně spustit z řídicí stanice pomocí počítače a někdy i smartphonu. V případě mnoha zařízení na výrobu bioplynu v Německu se veškerá přeprava substrátu provádí pomocí jednoho nebo dvou čerpadel umístěných nejčastěji v centrálním místě čerpací stanice nebo velínu. V takových řešeních se při čerpání substrátů a fermentační buničiny mezi nádržemi používá další řídicí systém ventilů. Zde by mělo být dodáno, že již ve fázi plánování zařízení na výrobu bioplynu by měla být zvážena možnost připojení dalšího systému pro zavádění nebo odstraňování kapalin z nádrží. Tím se zabrání nepříjemným finančním důsledkům v případě selhání nebo ucpání hlavního systému. Kromě toho je velmi důležité zajistit dostatečný přístup a prostor k čerpacímu systému. To vám umožní rychle opravit nebo odstranit neočekávané zablokování. Kromě toho jsou zařízení používána k přepravě kapalných substrátů v zařízení na výrobu bioplynu, která pracují pod velkými náklady, vystavena mechanickému opotřebení. Je proto nutné umožnit výměnu těchto prvků během provozu zařízení na výrobu bioplynu. Dva typy čerpadel se používají hlavně v technice přepravy kapalných substrátů v bioplynové stanici: oběžná kola nebo objemová čerpadla, která se běžně používají pro dopravu kalu.

## Rotorová čerpadla

V oběžných čerpadlech je prvkem zvyšujícím rychlost kapaliny kolo oběžného kola, které je umístěno ve stacionárním tělese a pracuje většinou s konstantním počtem otáček. Výsledné zvýšení rychlosti ve výtakovém portu čerpadla se převede na výtlačnou výšku nebo výtlačný tlak, který může dosáhnout hodnoty až přibližně 20 barů. Spotřeba energie tohoto typu čerpadla závisí na typu použitého substrátu a obsahu sušiny ve směsi a může se pohybovat od přibližně 3 kW při kapacitě 2 m<sup>3</sup> / min do 15 kW při kapacitě 6 m<sup>3</sup> / min. Je také vhodné dodat, že tento typ čerpadla nepatří do samonasávací skupiny, proto je nutné umístit zařízení pod hladinu nasávané kapaliny. Je také velmi důležité, aby se oběžná čerpadla používala k přepravě kapalin s nízkým obsahem sušiny.

## Objemová čerpadla

Pro dopravu hustých kapalin, například rmutu pro fermentaci nebo fermentační buničiny mezi tanky, se používají hlavně vytlačovací čerpadla. U tohoto typu čerpadla je možné upravit objem přiváděného materiálu změnou počtu otáček. To umožňuje přesnější dávkování substrátů. Ve srovnání s oběžnými čerpadly patří objemová čerpadla do skupiny samonasávacích čerpadel, díky nimž jsou stabilnější v tlaku a množství čerpaného substrátu je méně závislé na výbojové výšce. Jejich největší nevýhodou je bohužel jejich vysoká náchylnost k poškození způsobenému kameny a silnějšími frakcemi substrátů. Nejvýhodnějším řešením je proto použití drtičů nebo separátorů v systému k ochraně čerpadel před selháním.

Mezi pozitivní objemová čerpadla používaná v bioplynových zařízeních se rozlišují jednooběžná šroubová čerpadla a čerpadla s rotačními píсты. První typ zařízení má vývrtkovitý rotor (extrudovaný s vysokou přesností z nerezové nebo tvrzené oceli), který se otáčí ve statoru vytvořeném z pružného elastomeru. V důsledku rotace rotoru se vytvoří volný prostor, který je vyplněn „pohyblivým“ substrátem. Šroubová čerpadla mají výtlačný tlak až asi 25 barů, zatímco spotřeba energie je silně závislá na vlastnostech použitého substrátu (od přibližně 7,5 kW při 0,5 m<sup>3</sup> / min do dokonce 55 kW při 4 m<sup>3</sup> / min).

Druhým typem objemových čerpadel jsou čerpadla s rotačními písty, která mají dva protiběžné písty v oválném krytu. Oba písty se valí s malou axiální a radiální vůlí, ale aniž by se vzájemně dotýkaly nebo tělesa čerpadla. Tyto písty byly vyrobeny tak, že v každé poloze byl sací prostor oddělen od vypouštěcího prostoru. V důsledku rotace je volný prostor vyplněn substrátem a poté přenesen do vypouštěcí části. Maximální vypouštěcí tlak pro tento typ čerpadla je 16 bar. Ve srovnání se šroubovými čerpadly tato zařízení umožňují přenos materiálů s větším zrnem. Rovněž stojí za to dodat, že čerpadla s rotačním pístem jsou standardně vybavena možností změny směru dodávky.

ENRESS

Bank details:  
Account No.  
IBAN:  
SWIFT:

Raiffeisenbank, Bělohorská 71, Prague 6, Post Code 16900, Czech Republic  
5066336036/5500  
CZ8755000000005066336036  
RZBCCZPP



## Plnění pevných substrátů do fermentačních nádrží

Aby se omezila další práce, hromadně uložené substráty se nejčastěji přivádějí přímo do fermentačních komor a obcházejí primární nádrže. Díky tomu lze pevné substráty plnit bez ohledu na tekuté materiály. V této souvislosti se rozlišují tři hlavní způsoby zavádění sypké biomasy: prostřednictvím podávacího šroubu, transportního pístu nebo plnicí hlavy.

## Podávací šnek

Jednou z běžně používaných metod dávkování pevných materiálů do fermentačních nádrží je použití přiváděcího šroubu. V tomto řešení je materiál „tlačen“ pomocí pracovních šroubů a zaváděn do fermentoru pod hladinu fermentační kapaliny, díky čemuž je omezena možnost úniku bioplynu ven. Vstupní materiál však musí být přepravován na vrchol fermentační nádrže.

K plnění přiváděcího šroubu se používají předběžné nádrže (s kapacitou až 40-50 m<sup>3</sup>) nebo přívodní vozy (s kapacitou 15-20 m<sup>3</sup>), které mohou být vybaveny přídatnými mlecími systémy. Takové systémy pro dávkování substrátu jsou však stále méně používány kvůli vysokému riziku tvorby spodiny ve fermentoru. Kromě toho jsou citlivé na nečistoty krmného materiálu (např. kameny) a stěny a šnekovnice podléhají otěru.

Bank details:  
Account No.  
IBAN:  
SWIFT:

Raiffeisenbank, Bělohorská 71, Prague 6, Post Code 16900, Czech Republic  
5066336036/5500  
CZ8755000000005066336036  
RZBCCZPP

## Transportní píst

Při zavádění biomasy do fermentační nádrže pomocí přiváděcího pístu je materiál směřován do hydraulického válce a poté přímo do reaktoru otvorem ve své spodní části. Použití tohoto systému snižuje riziko tvorby pěny v důsledku předchozího navlhčení substrátu fermentační kapalinou nebo tekutým hnojem. Je však třeba si uvědomit, že napájecí systém musí být důkladně utěsněn kapalinou a válec oddělený od fermentoru speciálními ventily.

Kromě toho jsou substráty před přiváděním do válce podrobeny mletí protiběžnými míchacími válci, které jsou poháněny elektricky nebo hydraulicky. Tento systém však může způsobit spékání materiálu, který brání přístupu mikroorganismů na jeho povrch, a v důsledku toho může snížit produkci bioplynu. Aby se tento účinek minimalizoval, doporučuje se použít brousící nože k broušení výsledných hrudek.

Celý systém dávkování substrátu je automatizovaný s možností instalace vah, které řídí hmotnost materiálů dodávaných do nádrže, zatímco před zásobovací nádrže mají obvykle kapacitu až 15 m<sup>3</sup>.

## Plnění volné pomocí studny

Naplňování studní, i přes nízké investiční náklady, patří k nejméně používaným systémům „zásobování“ reaktorů pevnou biomasou. Je to zejména kvůli silným plynným emisím a zápachům a riziku intenzivního okysličování fermentační kapaliny (což má zvláště negativní vliv na metanogenní bakterie). Navíc u těchto typů systémů dochází často k ucpávání, což znamená, že musí být vyprázdněny ručně a výška a velikost vstupního otvoru závisí na typu dostupné plničky.

## Závěr

Proces přípravy substrátů pro fermentační proces, počínaje fází jejich dodání a skladování, končící příslušnou fragmentací a zaváděním do fermentorů, je klíčem k vysoce účinné výrobě bioplynu a metanu. V současné době existuje na trhu mnoho zařízení určených pro brusné materiály pro použití v bioplynových stanicích. Před výběrem správného obráběcího systému byste měli pečlivě zvážit druh a vlastnosti použitých materiálů, jakož i účinnost a spotřebu energie samotného drtiče.

Před provedením tak obtížného rozhodnutí by však měly být provedeny další testy účinnosti bioplynu (ve specializované laboratoři pro bioplyn) daných substrátů před a po procesu fragmentace, které určí, zda zvýšení objemu produkovaného metanu (na tunu materiálu) může pokrýt náklady, např. zvýšená spotřeba energie samotného zařízení a náklady na jeho nákup.

V případě systémů pro přepravu a zavádění fermentačních kapalin a substrátů do nádrží je však upuštěno od použití suchého krmení fermentoru, tj. Samostatným dávkováním pevných a kapalných látek. V současné době jsou nejoblíbenější dávkovací roztoky, které umožňují současné smíchání obou typů substrátů a jejich fragmentaci. To umožňuje získat příznivý poměr účinnosti a spotřeby energie k ceně a zabrání se tvorbě silných vrstev spodiny (což je případ tradičních systémů zavádění substrátu).

Za podporu na bioplynových stanicích je ve firmě **ENRESS** zodpovědný Ing. Libor Baraňák Ph.D., email: [baranak@enress.eu](mailto:baranak@enress.eu), který Vám odpoví na Vaše dotazy.

Bank details:  
Account No.  
IBAN:  
SWIFT:

Raiffeisenbank, Bělohorská 71, Prague 6, Post Code 16900, Czech Republic  
5066336036/5500  
CZ8755000000005066336036  
RZBCCZPP