

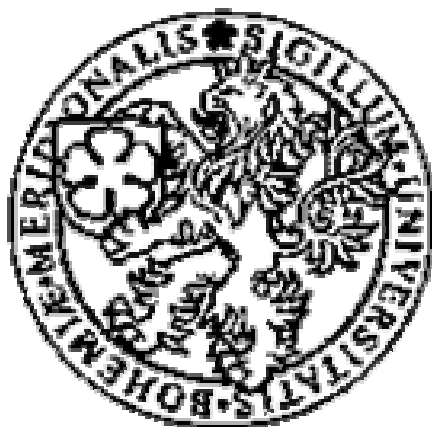
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra zemědělské techniky a služeb

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský obor



Možnosti využití travní hmoty

Vedoucí diplomové práce
doc. Ing. Alois Peterka, CSc.

Autor
Daniel Koberna

České Budějovice 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal.

V Českých Budějovicích dne

.....

autor

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Aloisu Peterkovi, za odborné vedení a metodickou pomoc při vypracování závěrečné práce.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Daniel KOBERNA**

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský obor

Název tématu: **Možnosti zužitkování travní hmoty**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

Charakteristika problému:

V rámci zemědělské politiky EU dochází k regulaci zemědělské výroby. Intenzivní výroba na orné půdě se soustřeďuje do oblastí s vysokou půdní úrodností. V horských, podhorských a v oblastech s nízkou bonitou půdy jsou plochy dříve zorněné zatravňovány. Trvalé travní porosty je nutno sklízet a udržovat tak, aby byla zajištěna jak funkce produkční, tak funkce krajinytvorná a ekologická. Ne vždy však je možné tyto funkce optimálně kombinovat. Zpravidla se objevují jak problémy povahy technické (vhodná mechanizace), tak problémy jak biomasu využít.

Cíl práce:

- 1) Vypracujte přehled možností ekonomického využití travní hmoty.
- 2) Formulujte hlavní zásady, sestavte návrh technologického zařízení.
- 3) Stanovte potřebu pomocných (přídavných) materiálů.
- 4) Proveďte jednoduchá ekonomická vyhodnocení

Rozsah práce: 50 - 60 stran

Rozsah příloh: dle potřeby

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Odum, E. P.: Základy ekologie. Praha, Academia, 1977.

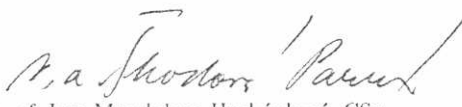
Petr, J., Dlouhý, J.: Ekologické zemědělství. Praha 1992.

Salašová, A.: Vplyv odpadového hospodárstva v APK na tvorbu krajiny.

In: Odpadové hospodárství v APK a tvorba krajiny.

Seminář Techagro 98 Brno, 1998.

Vedoucí diplomové práce:	doc. Ing. Alois Peterka, CSc. Katedra zemědělské techniky a služeb
Datum zadání diplomové práce:	25. ledna 2006
Termín odevzdání diplomové práce:	30. dubna 2008


prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


Ing. Milan Fríd, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 21. února 2006

OBSAH

1. ÚVODNÍ SLOVO.....	9
2. BIOMASA JAKO ZDROJ ENERGIE.....	10
2.1 Historie a současnost.....	10
2.2 Fotosyntéza a produkční schopnost rostlin.....	12
3. TRAVNÍ HMOTA JAKO ZDROJ PALIVA.....	16
3.1 Materiál a metodika Spalovací zkoušky.....	16
3.2 Spalování dřevní štěpky	17
3.3 Spalování psinečku.....	17
3.3 Příklad trav využitelné pro energetické účely.....	19
3.3.1 Svěrec bezbranný.....	19
3.3.2 Ovsík vyvýšený	24
3.3.3 Pšiček veliký.....	28
3.3.4 Kostřava rákosovitá.....	31
4. EKONOMIKA A KONKURECESHOPNOST ENERGETICKÉ PRODUKCE.....	32
4.1 Pro posouzení ekonomiky energetické produkce byly vybrány následující technologie.....	35
4.2 Tuhá biopaliva ve formě briket a pelet	37
5. OŠETŘOVÁNÍ TRVALÝCH TRAVNÍCH POROSTŮ MULČOVÁNÍM.....	41
6. BIOPLYN.....	49
6.1 Co je to bioplyn?.....	49
6.2 Jak vzniká bioplyn.....	49
6.3 Z jakých materiálů se bioplyn tvoří.....	52
6.4 Charakteristika bioplynu	52
6.5 Vlastnosti bioplynu a jeho složení.....	55
6.6 Základní technické údaje a vlastnosti metanu.....	57
6.7 Výpočet množství vyrobeného bioplynu.....	58
6.8 Využití bioplynu k energetickým účelům.....	64
6.9 Kogenerace (plynový motor, resp. turbína + generátor elektrického proudu).....	66
6.10 Pohon mobilních energetických prostředků.....	66
6.11 Nový trend využití bioplynu - zdroj vodíku (H ₂).....	68
6.12 Způsob financování investice.....	68
6.13 Výkupní ceny el. energie z bioplynu.....	70

7. KOMPOSTOVÁNÍ	71
7.1 Technologie kompostování.....	71
7.2 Receptura zakládky.....	72
7.3 Výpočet poměru C:N.....	73
7.4 Faktory ovlivňující proces kompostování.....	76
7.4.1 Poměr uhlíku a dusíku (C : N).....	76
7.4.2 Vlhkost.....	77
7.4.3 Zrnitost a homogenita substrátu.....	78
7.4.4 Teplota.....	79
7.4.5 Hodnota pH.....	80
7.4.6 Obsah fosforu.....	80
7.4.7 Další přídatné látky v kompostech	81
7.5 Biomasa ze zemědělsky nevyužívaných ploch.....	81
7.6 Tráva z údržby travníkových ploch.....	82
7.7 Uplatnění logistiky při výrobě kompostu.....	82
7.7.1 Převážná vzdálenost.....	83
7.7.2 Materiálový tok.....	84
7.7.3 Logistické řetězce.....	85
7.7.3.1 Znaky logistického řetězce zbytkové biomasy.....	86
7.7.3.2 Provozní požadavky v logistickém řetězci.....	87
7.7.3.3 Optimalizace logistického řetězce	88
7.8 Ekonomické hodnocení provozu kompostárny.....	88
8. TRAVNÍ HMOTA PRO KRMNÉ ÚČELY	93
9. HODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI ZAKLÁDÁNÍ TTP, ÚDRŽBY TTP A ZPRACOVÁNÍ ZBYTKOVÉ BIOMASY Z TTP	96
9.1. Ekonomická efektivnost návratnosti investice.....	96
9.2. Ceny prací na trhu a jejich stanovení.....	97
9.3. Ekonomický propočít	99
9.3.1 Roční fixní náklady.....	100
9.3.2. Jednotkové náklady variabilní.....	100
9.4 Srovnání nákladů technologických postupů při údržbě trvalých travních porostů.....	113
9.4.1 Materiál a metody.....	113
9.5 Ekonomika péče o trvalé travní porosty.....	119
9.5.1 Materiál a metody	119
10. Závěr	128
11. Souhrn	130
12. Přehled použité literatury	132

REJSTŘÍK

- SEZNAM TABULEK A GRAFŮ
- SEZNAM OBRÁZKŮ
- SEZNAM ZKRATEK
- SEZNAM PŘÍLOH

1. Úvodní slovo

Česká republika patří k několika málo státům, které mohou ještě stále využívat své nesmírné přírodní bohatství, tj. zásob fosilních paliv - relativně levného uhlí a nejsou tak zcela závislé na dovozu. Z toho důvodu se, kromě jiného, výrazně zpomaluje rozvoj využívání tzv. obnovitelných energií. Nemáme sice významné zásoby ropy nebo zemního plynu, ale přes intenzivní těžbu v posledních 40 letech, nám zůstává v zemi ještě bezmála polovina původního množství uhelných zásob, ovšem již mnohem obtížněji těžitelných. Podíl uhelných paliv na zajišťování energetických potřeb státu klesl z původních 80 % na cca 55 %. Uplatnila se jaderná energetika a podstatně vzrostl dovoz ušlechtilých paliv ropy a zemního plynu. Spotřeba energie však stále roste. S ohledem na situaci na světovém trhu fosilních paliv nelze předpokládat další razantnější zvyšování tohoto dovozu. Stejně tak se musí počítat s postupným útlumem těžby uhlí a růstem jeho ceny. Vedle nezbytných radikálních úspor všech druhů energie je třeba přistoupit k účinným opatřením, která by zajistila zvýšení využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE).

Problematice OZE bylo v posledních 20 až 30 letech věnováno hodně úsilí. Byly vydány desítky publikací, článků, uskutečněny semináře a dokonce vydána vládní usnesení, vyhlášky a zákony. Byla úspěšně vyřešena řada výzkumných úkolů, vznikly specializované výrobní závody na technická zařízení umožňující využívat biomasu k energetickým účelům. Jedná se zejména o techniku pro výrobu tepla a v poslední době i na výrobu elektřiny. Za úspěch je možno označit uplatnění venkovských výtopen centrálního vytápění obcí a více než 50 000 moderních kotlů na biomasu.

2. Biomasa jako zdroj energie

Fytomasa je organická hmota rostlinného původu, vznikající na Zemi fotosyntézou z CO_2 v ovzduší, vody a minerálních látek a vázáním části dopadající energie ze Slunce. V palivech představuje nejdůležitější složku obnovitelných energií, které lidstvo může využívat ke krytí svých energetických potřeb. Dřevní hmota stromů a stébla jednoletých i víceletých rostlin mohou být po usušení a úpravě využívány jako ekologická náhrada některých druhů hnědého uhlí s výhřevností 12 až 16 MJ/kg. Objemem v biopalivech zcela převažují. Využívání pevných biopaliv s výhřevností od 8 MJ/kg do 18 MJ/kg je mnohem víc rozšířené, než využívání biopaliv kapalných jako je etanol, bionafta a rostlinné oleje s výhřevností až 38 MJ/kg, či plynná biopaliva jako je dřevní plyn s výhřevností kolem 5 MJ/m³ či bioplyn s výhřevností kolem 22 MJ/m³.

2.1 Historie a současnost

Lidé umí využívat oheň již více než 400 tisíce let spalování dřevních polínek pro rodinné domky, realizaci několika velkých tepláren, které spalují biopaliva. Avšak více než 90 % vyrobených zařízení, zejména automatické kotle na spalování dřevních pelet stejně jako vyrobené pelety bylo vyvezeno. Naše spotřeba pelet, tohoto perspektivního paliva, se dá odhadovat na tisíce tun ročně, zatím co v okolních státech se jedná o statisíce tun. Tam ovšem, nahrazují peletami drahá ušlechtilá paliva - my zatím ještě levné uhlí. Výzkumný ústav zemědělské techniky úspěšně pracuje v oblasti obnovitelných zdrojů energie, zejména tuhých, kapalných a plyných biopaliv již nejméně 20 let. V rámci restrukturalizace zemědělské výroby bude těžiště výroby a prvotního zpracování biopaliv na zemědělských závodech. Půjde o to, aby v rámci podstatných změn v zemědělské produkci nebyly zemědělci jen ztrátovými dodavateli laciných surovin, paliv, ale i spoluvlastníky a spoluprovozovateli výrobních závodů a energetických zařízení. Podrobnější znalost problematiky je proto nezbytná.

Teprve v posledních 250 letech byly obnovitelné zdroje energie jako je biomasa a živá síla, doplněné energií vody a větru, postupně nahrazovány novým fenoménem - fosilními palivy. Česká republika při těžbě uhlí ve výši cca 55 - 60 mil. tun ročně, má využitelné zásoby na 30 40 let. Vlastní ropa a zemní plyn kryjí sotva 1 % potřeby. Dnešní skutečné plýtvání energetickými zdroji jde nejen na účet budoucích generací, ale i na úkor životního prostředí současné generace.

Český venkov byl historicky vždy energeticky téměř soběstačný. Po 1. a hlavně po 2. světové válce byla lidská a potahová síla postupně nahrazována stroji poháněnými ropnými palivy nebo elektřinou. Dřevo a stébelniny jako zdroj tepla byly nahrazovány levným hnědým uhlím. Naše vesnice se tak za inverzí v zimním období stávaly skutečnými plynovými komorami zahalenými do dýmu.

Současný roční energetický potenciál biopaliv našeho venkova, odhadovaný na 5 - 7 mil. tun by již dnes mohl krýt veškeré potřeby v teple v sídlech do 10 000 obyvatel. Výhledově by mohla být část produkce biopaliv uplatněna i na trhu paliv. Relativně levné hnědé uhlí, podílející se na energetickém zajištění republiky více než 50 %, umožňuje i levnou výrobu elektřiny a nepřímou tak plýtvání energií.

Měrná spotřeba energie na jednotku výroby je u nás v porovnání s ostatními vyspělými státy Evropy více jak dvojnásobná.

Situace se však postupně začíná měnit. Naši výrobci dodali na náš trh více než 50 tisíc speciálních dřevo zplyňujících kotlů na dřevo s tepelným výkonem od 20 do 100 kW. Jsou určeny pro rodinné domky a menší objekty. U podniků dřevozpracujícího průmyslu a v obcích je v provozu řada kotlů na dřevní odpad a slámu s tepelným výkonem od 100 kW do 10 MW. V poslední době již podíl biopaliv v ČR stoupl z 0,5 % na cca 2 % (v některých evropských státech je to až 10 krát více).

Přesto dál v lesích zůstávají (nebo se po těžbě částečně spalují) desítky mil. M³ dřevního odpadu. Piliny z pil se již na skládky nevyvážejí, ale na polních stozích hnije až 25 % sklizené slámy a další sláma obilovin a olejnin se po sklizni zrna s malým hnojivým efektem zaorává. Sláma jako hnojivo má cenu asi 250 Kč/t, jako palivo kolem 1000 Kč/t.

Příčin, proč se u nás energetické využívání biopaliv nerozvíjelo dosud tak jako v sousedním Rakousku, Německu nebo Dánsku či Švédsku, je několik.

Mezi hlavní patří:

- neobjektivní ceny domácího hnědého uhlí, které je dodávané pod úrovní skutečných nákladů, bez reálného zatížení externalitami a ekologickými daněmi,
- státem dotovaná plošná plynofikace a elektrické přímotopy,
- značná rozmanitost forem biomasy a z ní plynoucí větší skladovací, dopravní i užívací náročnost při jejím využívání,
- složitost zavádění nových technologií pěstování, sklizně, zpracování včetně sušení a tvarování - lisování, vyžadující značné přídatné investice,
- nezbytnost investic do nových zařízení na spalování biopaliv, nebo alespoň doplňkových zařízení ke stávajícím kotlům,
- neexistence trhu pevných biopaliv,
- nedostatek finančních prostředků v zemědělství pro realizaci podnikatelských záměrů,
- nízké daně k ochraně před emisemi,
- nedostatečné podchycení celé oblasti využívání obnovitelných zdrojů v celostátní koncepci energetické politiky, která je stále určována uhelnými, elektrárenskými, plynovými a naftovými společnostmi,
- konzervatismus většiny zemědělských podniků, jejichž vedení lpí na tradiční výrobě potravin, rušení přidružené výroby u zemědělských podniků,
- nedostatek vyšlechtěných (nebo geneticky modifikovaných) speciálních, výkonných rostlin pro využívání v energetice. Pokrokem je, že výzkumně vývojová základna, s podporou řady nevládních institucí občanů připravila pro praxi řadu řešení, která v budoucnu určitě najdou široké uplatnění. Projevuje se to zejména v oblastech pěstování, sklizně, sušení, zpracování a spalování pevných, kapalných i plyných biopaliv. Bohužel, jejich uplatnění v praxi postupuje z výše uvedených důvodů velmi pomalu.

2.2 Fotosyntéza a produkční schopnost rostlin

Fotosyntéza umožňuje rostlinám pomocí chlorofylu růst a ukládat do organických sloučenin celulózu, cukry, škroby, lignin, tuky a bílkoviny - 0,5 až 6,5 % dopadající sluneční energie. U kulturních plodin se pohybuje využití sluneční energie asi do 2,5 %, u některých subtropických a tropických rostlin je schopnost využití sluneční energie vyšší.

Do druhé skupiny budou patřit právě perspektivní energetické rostliny. Výnosy dnešních kulturních rostlin se u nás pohybují kolem 10 t suché hmoty po hektaru, u energetické křídlatky (*Reynoutria bohemica*), je to dnes již 15 t/ha, ale u starších porostů v optimálních podmínkách i 20 t/ha. A to nás genetické šlechtění ještě čeká. K těmto hodnotám se již dnes přibližují různé druhy šťovíků či rákosovitých travin. U dřevin - topolů a vrby se dosahuje v přepočtu na sušinu jen 10 - 15 t/ha/rok. Sláma řepky dosahuje 6 - 7 i více t/ha. Současné sklizňové technologie, stejné jako u obilovin, způsobují vysoké sklizňové ztráty (vysoké strniště, drť, propad), takže se prakticky sklízí pouze asi 3 t/ha. U lesního těžebního odpadu je to v průměru jen asi 2 t/ha. V USA byly už zkušebně dosaženy výnosy přes 60 t suché biomasy z hektaru hnojivově zavlažované plochy (u košíkářské vrby a u prosa).

Celoročně se váže do organické hmoty na zemi asi 100 miliard tun CO_2 , což je asi 1/7 obsahu CO_2 v ovzduší a dalších 100 miliard pouze rostlinami proběhne jako energetický zdroj pro zachování jejich života. Veškerý CO_2 vázaný v rostlinách se však opět dříve nebo později do ovzduší vrátí - ať již spálením nebo tlením. Rostlinná hmota zetlí buď přímo nebo po průchodu přes živočichy, jimž tak předává část živin a energie. Průměrná perioda života rostlin, tvořených převážně stromy, je asi 10 let. Celkový potenciál organické hmoty rostlin na Zemi je asi desetinásobek ročního nárůstu a opětné likvidace hmoty. Část hmoty rostlin je energeticky nevyužitelná (kořeny, slabé větvičky, listy, jehličí) a tak lze počítat s tím, že využít lze cca 50 % ročně narostlé hmoty. I to však je 6 až 7 krát více, než lidstvo potřebuje ke krytí svých energetických potřeb. Asi 2 % narostlé organické hmoty se využívají k výživě lidí a zvířat a 1 % k průmyslovému zpracování (např. k výrobě papíru). K energetickým účelům se ve světě využívá asi 2 miliardy tun fytomasy, což kryje asi 10 % světové potřeby primární energie.

Jímání sluneční energie a produkce hmoty a kyslíku rostlinami lze popsat rovnicemi:



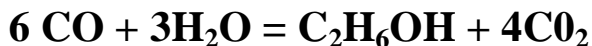
(Biomasa: cukry, škroby, oleje, bílkoviny, lignin + nerostné látky) Výdej energie, vody a kyslíku uhličitýho a vznik popela z rostlin při spalování:



(Spaliny: kyslík uhličitý (uhelnatý) + voda + popel) Zjednodušený průběh rozkladu biomasy na bioplyn (metan a kyslík uhličitý)



Zjednodušený průběh katalytické syntézy bioetanolu ze zplynované biomasy:



(Technologie katalytické syntézy bioetanolu ze zplynované biomasy byla vyvinuta v USA).

Tab.2.1 - Vývoj struktury spotřeby energetických zdrojů na světě

Zdroj	Podíl	Rok				ČR
		1700	1800	1900	2000	1995
Dřevo	(%)	80	75	35	5	0,5
Zemědělské odpady	(%)	20	20	10	5	0
Uhlí	(%)	-	5	55	25	63,0
Ropa	(%)	-	-	-	25	14,9
Zemní plyn	(%)	-	-	-	20	11,1
Jademá energie	(%)	-	-	-	10	9,4
Vodní energie	(%)	-	-	-	8	1,1
Solární a vítr	(%)	-	-	-	2	0
CELKEM	(%)	100	100	100	100	100,0

Zdroj: Energetické využití pevné biomasy

Tab.2.2 - Možný potenciál pevných fytopaliv v ČR, úroveň 2005 až 2010

Palivo	Zdroj	Množství (t/r)
Dřevo	40 % lesní těžby, zpracovatelský odpad	2 600 000
Sláma obilovin (400 000 ha)	25 % ploch - (4 t/ha)	1 600 000
Sláma řepky (300 000 ha)	100 % -(3 t/ha)	900 000
Travniny (400 000 ha)	20 % ploch - 2 t/ha	800 000
CELKEM (současný stav)		5 900 000
Využitelný domovní odpad, dřevní šrot, papír, obaly	města i venkov ČR	6 000 000
Energetické rostliny po roce 2010 (400 000 ha)	až 10 t/ha	4 000 000
Fytopaliva po roce 2010	přibližně celkem	16 000 000

Poznámka: V přepočtu na energetickou hodnotu se jedná o cca 15 - 20 % všech paliv v ČR. Podle předpokladů by mohlo být po roce 2020 dosaženo roční spotřeby až 20 mil tun.

Zdroj: Energetické využití pevné biomasy

V poslední době je stále častěji zmiňovaná problematika energií. Jejich spotřeba neustále roste a tento trend bude pokračovat i v následujících letech, alespoň tak se vyjadřují často zveřejňované vědecké studie. S rostoucí spotřebou musí pochopitelně růst i výroba a ta má v mnoha ohledech negativní vliv na životní prostředí. Jedním ze základních zdrojů energie, ať už elektrické nebo tepelné, jsou fosilní paliva. S jejich využitím se při spalování do ovzduší uvolňuje velké množství CO_2 , ten se však nestačí zpětně vázat v chemických reakcích, a tak se jím obohacují horní vrstvy zemské atmosféry, kde působí negativně. Častěji a častěji zmiňovaná hrozba globálního oteplování je způsobována právě zvyšujícím se obsahem tohoto plynu, ve vyšších vrstvách atmosféry. Tam působí proti úniku odraženého slunečního záření dopadajícího na zemský povrch, tzv. skleníkový efekt. Pravdou je, že již jsou využívány i jiné zdroje energie. Ty však v celkovém objemu zaujímají jen malý podíl a ne vždy je možné jimi nahradit spalování fosilních paliv, nemožňuje to například geografická poloha, nebo by provoz takového zdroje znamenal mnohem vyšší cenu výsledného produktu. Ne pokaždé také musí být zařízení na výrobu (resp. přeměnu) energie z jiného než fosilního zdroje výhodné z hlediska produkce CO_2 . Výroba takového zařízení je mnohdy velmi komplikovaná a energeticky náročná. Proto "investice CO_2 " do něho vložená při výrobě nemusí přinést žádoucí efekt, tj. snížení produkce tohoto plynu. Jednou z možných cest je produkce CO_2 neutrální energie, kdy sice v procesu spalování takové suroviny tento plyn vzniká, ale v průběhu její tvorby je zpětně spotřebováván. Takovou surovinou je B I O M A S A, hmota vytvořená rostlinami. Energie v biomase uložená poslouží k přeměně na jinou formu energie při procesu termochemické reakce spalováním.

Protože zásoby fosilních paliv jsou omezené, musí se lidstvo zabývat hledáním náhrady jejich energetického potenciálu. Využití biomasy se tak jeví být jako velmi perspektivní oblast. Vzhledem k produkčním možnostem zemědělské půdy a současné nadvýrobě potravin, bude v následujících letech možné využívat půdu dříve určenou k produkci potravin právě k pěstování biomasy.

V uplynulých letech byly budovány sítě rozvodu plyných paliv. Jejich využití v energetickém hospodářství s sebou přineslo celkové snížení emisí ostatních škodlivých plynů produkovaných zejména individuálními jednotkami vytápění na tuhá fosilní paliva, ne však rostoucí produkci CO_2 z fosilních paliv jako takových. Tato problematika se týká především venkovského prostoru. Na venkově jsou k dispozici četné plochy zemědělské půdy, které jsou vzhledem k omezení zemědělské výroby a půdo ochranným opatřením uváděny do klidu a nemají proto smysluplné využití. Tím zároveň přichází venkovské obyvatelstvo o zdroj obživy. V současné době již existují strategie Evropské unie na využívání zdrojů z biomasy. Do budoucna by tak měl vzrůstat její podíl na výrobě energie. Evropská unie přímo vydala závazné podmínky pro plnění národohospodářských strategií na zvyšování využití alternativních zdrojů určených k výrobě energie.

V České republice se stále výrazněji projevuje přebytek zemědělské půdy, která není potřebná pro produkci potravin. To se projevuje zvyšováním výměry travních porostů. Výrazný pokles objemu živočišné výroby a omezení využití produkce z trvalých travních porostů. (TTP) pro krmení činí z této produkce postupně zbytkovou biomasa a vyvolává problém jejího racionálního využití. Jednou z možností je produkce sena a jeho energetické využití spalováním. Výměra trvalých travních porostů se od roku

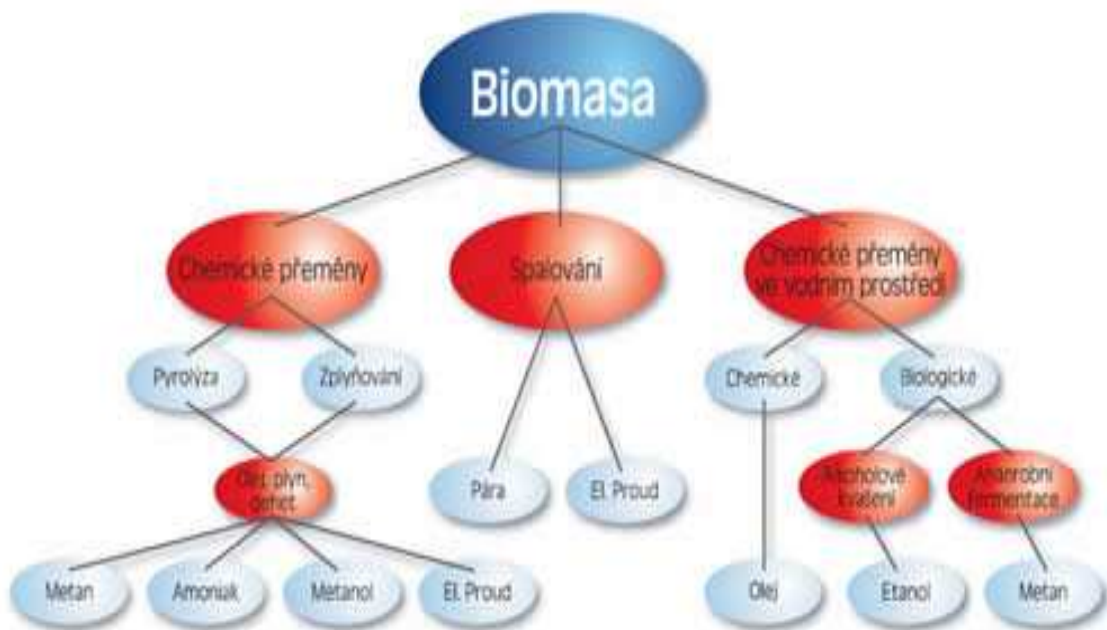
1990 zvýšila o více jak 150 tis. ha a podle statistického šetření za rok 2004 je současný stav a objem produkce:

- výměra TTP na seno - 858 tis. ha
- průměrný výnos - 3,23 t/ha
- celková produkce - 2 769 tis.t

Dalším významným zdrojem obdobné biomasy je produkce z narůstající plochy travních porostů na orné půdě (různé formy zatravnění jsou podporovány dotacemi). Významně začíná narůstat i objem zbytkové a odpadní biomasy z údržby krajiny a veřejné zeleně v obcích a městech.

Travní hmota lze využít následujícím způsobem:

- krmivo pro dobytek
- mulčování
- kompostování
- palivo
- zdroj bioplynu



Obr.2.1 - Možnosti využití biomasy

3. Travní hmota jako zdroj paliva

Hledání alternativních zdrojů energie se stává celosvětovou záležitostí. V souvislosti se stoupající úrovní a produktivitou zemědělství se zvyšuje plocha půdy, která nemá využití pro produkci potravin. Vedle produkce píce plní travní porosty oproti ostatním porostům nezastupitelné mimo produkční funkce. Mezi významné patří: vodohospodářská - zadržování dešťové vody; protierozní - ochrana půdy před vodní a větrnou erozí; ochranná ve vztahu k hydrosféře - kořenový systém omezuje znečištění podzemních vod; estetická - travní porost jako krajinný prvek udržuje vzhled krajiny; hospodářská a sociální - vytvoření pracovních příležitostí pro obyvatele marginálních oblastí. V případě uvedení orné půdy do klidu, kdy je vhodné zatravnění, potřebují i tyto plochy obhospodařovat sečením. Zvýšený ekonomický tlak na rentabilitu zemědělské produkce je dalším důvodem, proč klesá obhospodařovaná plocha, zvláště v marginálních oblastech. Lze předpokládat, že podobně jako v Německu či Rakousku, bude vzrůstat společenský tlak na majitele pozemků zvláště v turistických oblastech, aby prováděli pravidelnou údržbu veškerých travních ploch.

Možnosti energetického využití travní biomasy jsou dvě. U suché hmoty je to spalování a u vlhké je vhodné zpracování těchto organických materiálů anaerobní fermentací s následným energetickým využitím bioplynu.

Využívání tvarově upravených paliv v energetických zařízeních lze rozdělit dle tepelných výkonů. U zařízení do 50 kW je využívání těchto paliv ve formě např. peletek u automatických topidel či briket u topidel s ručním přikládáním již téměř standardem. Jedná se však zejména o paliva především na bázi dřeva, dřevní kůry a minimálně jsou využívána další směsná fytopaliva. U velkých zařízení je snaha používat palivo s co nejmenšími nároky na úpravu. Jedná se zejména o rozdruženou slámu či dřevní štěpku a minimálně je využívána např. štěpka ze šťovíku či rozdružené seno. Tyto paliva se často používají ve směsích.

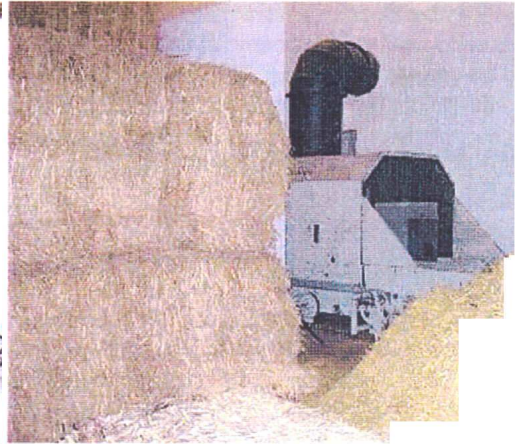
3.1 Materiál a metodika Spalovací zkoušky

V souladu s programem zkoušek byly na kotli 1800 kW v kotelně Bouzov provedeny spalovací zkoušky s dřevní štěpkou, psinečkem ve dvou stupních zralosti a šťovíkem uteuša. Palivo pro zkoušky bylo dodáno v proschlém stavu při volném skladování v přístřešku.

Kotel Vemer o výkonu 1800 kW je v kotelně Bouzov používán především pro spalování dřevní štěpky. Na toto palivo je kotel seřízen a vykazuje nejlepší výsledky při spalování tohoto paliva.



Obr.2.2 - Měřený kotel Verner 800 kW



Obr.2.3 - Pohled na rozdrůžovadlo balíků

3.2 Spalování dřevní štěpky

Emise CO se při spalování dřevní štěpky pohybovaly kolem $50 \text{ mg.m}^{-3} \text{ N}$ při 11 % ve spalinách. Tato hodnota je velmi příznivá a svědčí o velmi dobře seřízeném spalovacím režimu. Tuhé emise při spalování dřeva byly $142 \text{ mg.m}^{-3} \text{ N}$ při 11 % O_2 ve spalinách. Tato hodnota je ovlivněna použitým typem odlučovače a nevypovídá příliš o spalovacím procesu. Z hlediska spalování je proschlá dřevní hmota pro kotle tohoto typu ideálním palivem. Emise NO_x byly $168 \text{ mg.m}^{-3} \text{ N}$ při 11 % O_2 ve spalinách. Tato hodnota je příznivě nízká a svědčí o seřízeném spalovacím procesu s nízkým přebytkem vzduchu. Doprava paliva do kotle probíhala bez problémů šneková doprava je schopna tento materiál zpracovat bez poruch a výpadků. Problémy dělají pouze cizí předměty typu kov a kamení, které se vlivem technologické nekázně v palivu občas vyskytují. V těchto případech dochází k výpadkům dopravy a nutnosti dopravní cesty rozebrat a vyčistit.

3.3 Spalování psinečku

Pro dopravu psinečku do kotle byla použita druhá část na stébelniny a vlákny. Při této zkoušce se zároveň projevil vliv výrazně menší objemové hustoty paliva při dopravě i při spalování ve spalovací komoře kotle. Spalovací komora byla výrazně více zaplněna načechraným palivem (v různém stupni vyhoření) než při spalování dřevní štěpky. Spalovací komora z keramických materiálů byla podstatně studenější, což v konečném důsledku ovlivnilo tvorbu emisí CO a následně i emise tuhých částic. Vyhoření paliva na roštu bylo poměrně dobré a nedopaly v popelu na roštu se pohybovaly kolem 12% což je hodnota velmi dobrá. Emise CO se při spalování psinečku pohybovaly kolem $596 \text{ mg.m}^{-3} \text{ N}$ při 11 % O_2 ve spalinách. Tato hodnota je výrazně vyšší než při spalování dřevní štěpky. Spalování probíhalo při nižším výkonu kotle s výrazně vyšším přebytkem vzduchu, který následně ovlivnil výsledné emise přepočtené na referenční stav. Tuhé emise při spalování psinečku byly $514 \text{ mg.m}^{-3} \text{ N}$ při

11 % O₂ ve spalinách, obsah spalitelných látek v popílku byl cca 13 %. S ohledem na typ odlučovače se převážně jednalo o saze s jemným popílkem. Emise NO_x byly 308 mg,m⁻³ N při 11 % O₂ ve spalinách. Neprojevil se vliv různého času sklizně psinečku.

Z hlediska dosažených výsledků se jeví spalování stébelnin v porovnání se dřevní hmotou jako horší. Je však nutno poznamenat, že každý kotel je konstruován přednostně na určitý typ paliva. Kotel Verner 1800 kW je konstruován na dřevní hmotu a je schopen spalovat i jiná biopaliva. Pokud bude kotel konstruován na stébelniny typu sláma a podobně, a navíc bude vybaven účinnějším odlučovacím zařízením, lze očekávat, že výsledky naměřených emisí budou podobné jako při spalování dřevní hmoty. Spalovacími zkouškami bylo prokázáno, že v kotli Verner 1800 kW lze spalovat různé typy biomasy, dřevní štěpky a stébelnin.

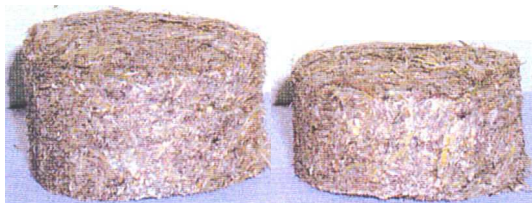
Biomasa je vyhláškou 352/2002 Sb. Definována jako rostlinný materiál, který lze použít jako biopalivo, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo potravinářského průmyslu, z výroby buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu obsahující halogenové sloučeniny nebo těžké kovy. Čistá průmyslovým zpracováním neznečištěná biomasa je považována z hlediska termického využití za účelem výroby tepla a elektrické energie za produkt rovnocenný palivu a není považována za odpad. Dosavadní pokusy se spalováním čistých energetických plodin a čistých biopaliv ve stávajících energetických spalovacích zařízeních potvrdily možnost spalování tohoto paliva bez nutnosti výraznějších úprava investic.



Obr.2.4 - Kotel Verner 25 kW při zkouškách

Provedené spalné zkoušky prokázali, že traviny lze na vybraných spalovacích zařízeních spalovat při dodržení emisních limitů. Prokázalo se, že vhodným palivem je psineček a kostřava. Pro účely spalování je vhodné provádět sklizeň co nejpozději po technické zralosti na semeno a ne před. Vliv velikosti ok při šrotování psinečku před lisováním briket nemá vliv na emise, ale pouze na kvalitu briket. Jako méně vhodné palivo se ukazuje Ovsík. V průběhu dalšího řešení budou odzkoušeny směsy, sveřep a chrastice. Spalování travin naráží ještě na legislativní problém a to, že kotel smí spalovat pouze to palivo na které je odzkoušen a schválen. Zatím jsou však velké kotle

schváleny pouze na spalování dřeva a slámy a mále kotle pouze dřevo. Výjimkou je pouze automatický kotel A25 na spalování pelet, který je schválen i na obilní peletky .



Obr.2.5 - Brikety vyrobené z psinečku velikého (síta 10mm)



Obr.2.6 - Brikety vyrobené z psinečku velikého (síta 20mm)

3.3 Příklady trav využitelné pro energetické účely

3.3.1 Sveřep bezbranný (*BROMUS INERMIS LEYSS.*)

Sveřep bezbranný se v současné době využívá jako krmná plodina, podobně jako jiné trávy. V poslední době se u nás začíná doporučovat i pro energetické účely kvůli svému vysokému vzrůstu, hrubému stéblu a relativně vysokému výnosu suché hmoty.

Charakteristika plodiny

Sveřep bezbranný je statná, vysoce vzrůstná vytrvalá výběžkatá tráva. Má růstové schopnosti obdobné žitu, což je zárukou vysoké tvorby výnosů celkové nadzemní hmoty. Tyto vlastnosti jsou nespornou výhodou pro jeho využívání ve fytoenergetice.

Botanické zařazení a popis plodiny

Sveřepy (*Srornus* spp.) jsou zařazeny v rámci čeledě Poaceae do podčeledi Pooiceae. Vzhledem k jejich výrazně zaobleným škrobovým zrnům jsou zařazeny do nově vytvořené skupiny Bromeae, která se více blíží k obilninám než travám. Sveřep bezbranný je jedním z přibližně 150 druhů přirozeně rozšířených v mírných pásmech severní i jižní polokoule, v Evropě jich je nejvíce ve Středomoří. Většina jednoletých sveřepů je považována za plevely, ale právě vytrvalý sveřep bezbranný (*Srornus inermis*) byl již v 19. století pěstován jako kultura v euroasijských stepích a později se

rozšířil do celého světa. Za kvalitní pícninu je považován i sveřep horský - *S. marginatus*. Sveřepy jsou přirozeně rozšířené např. v Americe, odkud se pak začaly šířit do celého světa (přes Austrálii, Nový Zéland, Afriku). Do Evropy se dostaly jako introdukovaný materiál v 19. století. Některé druhy importované do ČR, nebo i zavlečené, jsou zajímavé jako kvalitní pícniny. Jejich zavedení do kulturního pěstování je významné i proto, že se jedná o rostliny relativně suchovzdorné, schopné odolávat i vlivům zvyšujících se průměrných teplot na Zemi.

Sveřep bezbranný je statná tráva s listy světle zelené až šedozelené barvy, intenzivně rostoucí s dlouhými podzemními výběžky, které koření až do hloubky 20 cm. Čepele listů jsou až 45 cm dlouhé, mladé listy jsou v pochvě stočené. Sveřep bezbranný vytváří četné sterilní výhony vysoké až 30 - 50 cm. Plodná stébla jsou bohatě olistěná a dosahují výšky až 120 cm. Květenství je mohutná lata, jednostranná, dlouhá až 10- 15 cm. Obilka je bezosinná, dlouhá 10- 15 mm. Sveřep bezbranný má mnoho variabilních znaků, podle nichž byly vytvořeny dvě skupiny: luční pro vlhčí stanoviště a stepní, vhodná pro jižní sušší oblasti. Mezi nimi je přechodná forma lesostepní. Tato tráva je vzrůstná, vyznačuje se vysoce vyvinutou schopností vegetativního rozmnožování, což jí zajišťuje spolehlivou vytrvalost i velký význam při protierozní ochraně. Tento sveřep (odrůda Tabrom) metá pouze v první seči, má výrazný, téměř výlučně ozimý charakter. Plodná stébla dosahují výšky až 140 cm. Plný vývoj nastává ve druhém a třetím roce, ale na stanovišti vydrží i po dlouhou řadu let.

Nároky na stanoviště

Vyšlechtěné formě sveřepu bezbranného (Tabrom) se dobře daří v hlubších půdách s vyšší zásobou živin. Vhodnější jsou sušší lokality, které nejsou podmáčené a kde není příliš vysoká hladina spodní vody. V těchto podmínkách netrpí holomrazy, ani jej nepoškodí dlouho ležící sníh. Z jara dobře obrůstá, začíná kvést zpravidla až v červnu. Dobře snáší i značný přísušek, a to díky bohatě rozvinutému členitému kořenovému systému. V současné době se sveřep bezbranný uplatňuje zejména v sušších oblastech v lučních porostech a polním pícninářství. Do pastevních porostů se příliš nehodí, neboť trpí sešlapáváním i intenzivním spásáním.

Povolené odrůdy

U nás je známa jediná odrůda Tabrom, česká registrace v r. 2002. Sveřep bezbranný - odrůda Tabrom, byl vyšlechtěn z vybraných ekotypů získaných sběrem z okolí Tábora a Veselí n. Lužnicí. Odrůda vznikla záměrným křížením a následným výběrem zaměřeným na výnos a na odolnost proti chorobám. Jiná odrůda není mimo Českou republiku známa, neboť sveřep bezbranný nebyl nikde jinde šlechtěn.

Osevní postup

Předplodinou porostu sveřepu bezbranného mohou být plodiny, které příliš nevyčerpají živiny z půdy. Vhodná je např. řepka, luskovino-obilné směsky nebo i brambory. Důležité je, aby byla půda řádně odplevelená.

Hnojení

Pro základní hnojení se doporučují živiny v těchto dávkách: N - 100 až 120 kg, P - 30 až 40 kg, K – 60 až 80 kg/ha. Dávky živin se korigují podle obsahu živin v půdě. Toto základní hnojení je třeba zajistit hned po sklizni krycí plodiny v pozdním létě. V jednotlivých užitkových letech se pak hned po hlavní sklizni doporučuje hnojení 50 kg N ve formě LAVA pak v září přibližně 30 kg kombinovaného hnojiva NPK. Přihnojování, zejména P a K se řídí podle aktuálního obsahu těchto živin v půdě.

Agrotechnika

Zakládání a ošetřování porostu sveřepu bezbranného je u nás v současné době stanoveno pro účely semenářské, nebo na zelenou píci. Pro potřeby energetického využití nejsou zatím speciální agrotechnické zásady zpracovány. Vzhledem k tomu, že je třeba pro energetické účely sklízet porosty co nejsušší, tedy dostatečně vyztřelé, lze tyto porosty zakládat zatím obdobně jako semenářské kultury. Rozdíl ale bude zejména v tom, že pro energetické účely se seje do užších řádků, přibližně 12,5 cm nebo 25 cm širokých, aby se vytvořil dostatečně hustý, plně zapojený porost. Tato doporučení je ale třeba urychleně ověřit v provozních podmínkách, aby se pěstování sveřepu bezbranného mohlo ve fytoenergetice plně a co nejefektivněji uplatnit.

Založení porostu sveřepu bezbranného se provádí na jaře, seje se zpravidla do krycí plodiny se sníženým výsevem. Množství osiva se pohybuje od 14 do 18 kg/ha, podle šířky řádků. Pro energetické účely se doporučují řádky užší, proto se výsevek bude blížit spíše horní hranici, tj. 18 kg/ha. Jako krycí plodina se nejlépe hodí jarní pšenice s výsevem 100 - 120 kg/ha. V případě jarního ječmene je třeba výsev snížit až na 80 kg/ha, neboť je jako krycí plodina méně vhodný než pšenice. Tabrom se seje mělce, jen do 1 - 2 cm a to kolmo, nebo šikmo na řádky krycí plodiny, aby byly vzcházející travní rostlinky co nejméně zastíněny. Po zasetí se doporučuje pozemek uválet, nejlépe vrubovým cambridge válcem, aby se zlepšila kapilarita i vztlínání vody k semenům. Současně se tak zatlačí případně se vyskytující kameny, což usnadní následné sklizně. Po sklizni krycí plodiny se ihned odstraní sláma. Pokud bude porost sveřepu po sklizni krycí plodiny intenzivně obrůstat, může se koncem září nebo v říjnu posekat, aby nebyl úkrytem hrabošů, nebo příčinou výskytu houbových chorob, což by mohlo porost významně poškodit.

Jarní ošetření spočívá v podstatě jen na přihnojení, případně na ochraně proti plevelům, viz dále. K plnému dozrávání dochází v našich podmínkách zpravidla ve druhé polovině července, kdy je vhodný ke sklizni na semeno. Pro sklizeň na semeno je třeba počkat, až semena ztmavnou do hnědofialová a při zmáčknutí v ruce se uvolňují. Semena normálně drží poměrně pevně v latě, což je výhoda pro sklizeň celkové nadzemní hmoty pro energetické účely, když se semeno nevydroluje. Termín pro sklizeň na energetickou biomasu může být i časnější než na semeno, kdy není třeba, aby se uvolňovalo z laty, ale naopak. Tím se téměř úplně zabrání sklizňovým ztrátám semene i ztrátám celkovým.

Po hlavní letní sklizni je třeba sklizenou hmotu odstranit z pole. V případě sklizně na semeno se odstraní sláma, při sklizni biomasy pro energetické účely je nutné rovněž co nejdříve celkovou hmotu odklidit, aby se porost nepoškodil a mohl dále spolehlivě obrůstat. Po sklizni pak následuje přihnojení dusíkem.

Ochrana rostlin

Při vzcházení porostu, když mají rostliny krycí plodiny zpravidla 2 - 3 pravé lístky, lze podle potřeby porost ošetřit proti širokolistým plevelům. K tomu účelu je vhodný např. Lontrel + Starane v dávce 0,5 + 0,5 l/ha, nebo levnější varianta Mustang v dávce 0,6 l/ha. Pokud se na podzim vyskytnou trávovité plevele, jako např. chundelka metlice, je vhodné použít herbicid Stomp 330 E v dávce 4 l/ha. Při pěstování semenářské kultury je nezbytné dbát zejména na likvidaci pýru plazivého, jehož semena se nese snadno odstraňují a osivo sveřepu bezbranného se pak velmi obtížně čistí. Použití herbicidů v dalších uživatelských letech se pak může opakovat podle potřeby a stavu porostu. Ošetření fungicidy či insekticidy se zpravidla nepoužívá, neboť, jak bylo uvedeno, odrůda Tabrom byla vyšlechtěna tak, aby byla odolná vůči chorobám a škůdcům.

Sklizň a posklizňové ošetření

Při pěstování na objemnou píci určenou ke krmení hospodářských zvířat se porost sklízí v době metání. V té době má ještě dobrou krmivářskou kvalitu, později poměrně rychle stárne.

Semenářské porosty se sklízí v plné zralosti, kdy se semeno již dostatečně uvolňuje z laty, což bývá zpravidla koncem července. Sklízí se běžně kombajnem i přesto, že sveřep bezbranný mívá velké množství slámy. Aby nedocházelo ke ztrátám semene, je třeba otáčky ventilátoru správně seřadit. Pak se nemusí sláma znovu mlátit.

Výnosy osiva se pohybují podle podmínek pěstování od 0,3 do asi 0,7 t/ha semene.

Po sklizni je nutné osivo dopravit na sušárnu a aktivním větráním dosušit, aby nedošlo ke ztrátě klíčivosti a tím k poškození osiva. Po výmlatu je nutné slámu z pole co nejdříve odstranit. S výhodou se tato sláma může využít jako palivo v biokotelně.

Při pěstování sveřepu bezbranného pro účely energetiky se sklízí celá nadzemní hmota včetně semene. Výnos celkové nadzemní hmoty se pohybuje od 10 až do 15 t/ha, což je pro fytoenergetiku příznivé. Uvedené údaje jsou zatím odvozeny především ze sklizní ze semenářských kultur, pro sklizně speciálně určené pro energetickou biomasu bude nutné tyto výsledky ověřit v provozních podmínkách na porostech zakládáných přímo pro tyto účely. Sklízí se téměř v plné zralosti, aby byla biomasa co nejsušší. Ke sklizni lze využít běžnou zemědělskou mechanizaci. Sklízí se posekáním na řady s následným slisováním do balíků, nebo se biomasa sebere sklízecí řezačkou. Balíky jsou vhodné pro odvoz na větší vzdálenosti, řezanka se používá tam, kde je biokotelna v dosahu pěstitelské plochy (alespoň do vzdálenosti 5 - 10 km). Manipulace se sklizenou biomasou sveřepu bezbranného je shodná jako v případě ostatních energetických trav, včetně chrastice rákosovité, proto není třeba ji zde podrobně popisovat.

Využití produktu

Sveřep bezbranný se v současné době využívá jako objemná píce, nebo se pěstuje na semeno. V poslední době se ukazuje, že biomasa této statné trávy může být vhodná i pro účely fytoenergetiky. Z tohoto hlediska má sveřep bezbranný i příznivé vlastnosti složení popela, neboť obsahuje méně chloru i drasla (než např. kostřava rákosovitá), což snižuje nebezpečí spékání popel a při spalování v prostorách kotle (Kocourková a kol., 2004). Pro přímé spalování ji lze využívat ve formě velkých balíků

- hranatých nebo i válcových, případně z ní vyrábět i topné peletky, které jsou vhodné pro automatické přikládání do kotlíků a kamen. Obecně je známo, že vlastnosti této suché travní hmoty se nijak zvlášť neliší od ostatních trav využívaných pro účely energie.

Ekonomika

Ekonomické parametry pěstování sveřepu bezbranného - odrůdy Tabrom jsou dosud známy jen při využívání produktu jako objemné píče nebo osiva. Ekonomický efekt při produkci osiva se podle víceletých zkušeností pohybuje kolem 15 000 Kč/ha. Při využívání biomasy sveřepu Tabrom pro energetické účely dosud nejsou ekonomické ukazatele k dispozici, protože zatím nebyly tyto porosty velkoplošně zakládány speciálně pro tyto účely.

Závěr

Sveřep bezbranný, odrůda Tabrom je svými vlastnostmi vhodný pro využívání ve fytoenergetice, jak o tom svědčí některé dosud získané výsledky. Pro zajištění podrobných pěstelských technologií a především ekonomických parametrů ale musí být tato plodina odzkoušena velkoplošně v provozních podmínkách. Vlastnosti této robustní trávy se silným stéblem jsou pro energetické využívání slibné, a proto je toto provozní ověřování bezesporu potřebné. Sveřep bezbranný tak může být rovněž praktickým příspěvkem k rozšíření sortimentu energetických bylin, což je z hlediska biodiverzity využívaných druhů vždy vítané.



Obr.3.1 - Sveřep bezbranný

3.3.2 Ovsík vyvýšený (*ARRHENATHERUM ELATIUS L*)

Biomasa ovsíku vyvýšeného se tradičně využívá ve směsích víceletých i krátkodobých lučních porostů. Vzhledem k vysokému hrubšímu stéblu, středně poléhavému má dobré předpoklady využití i v energetice, pro přímé spalování nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu.

Charakteristika plodiny

Ovsík vyvýšený je víceletá vysoce vzrůstná tráva, využívaná tradičně jako kvalitní pícnina. Dorůstá až do výšky 150 cm, proto má dobré předpoklady i pro využití k energetickým účelům. Jedná se o travu domácího původu, proto se jí v našich podmínkách dobře daří.

Botanické zařazení a popis plodiny

Ovsík vyvýšený je volně trsnatá, vysoká tráva jarního charakteru. Plodonosná stébla ovsíku dosahují 120 - 150 cm. Trs je vzpřímený, středně hustý, v průměru je vysoký 80 - 130 cm. Stéblo je hrubší, středně poléhavé se středním olistěním. Listy jsou široké, dlouhé, typicky převíslé, řídce ochmýřené. Má delší latu, semeno je osinaté. HTS je 2,8 až 3,4 g. Ovsík vyvýšený má široce rozvětvenou kořenovou síť pronikající většinou hluboko do půdy, takže dobře odolává i přísuškům. Je středně odolný vůči chorobám. Ovsík poměrně dobře obrůstá, ale nesnáší sešlapávání. Jedná se o travu víceletou, vydrží na stanovišti tři roky (až 5 let).

Nároky na stanoviště

Ovsík vyvýšený se hodí do oblastí spíše mírnějšího klimatu, neboť nesnáší příliš drsné podmínky. Vyhovují mu i mírně sušší stanoviště, neboť se díky svému bohatě rozvinutému kořenovému systému dokáže poměrně dobře zásobovat půdní vláhou. Vhodnější je jeho pěstování v lučních porostech určených ke sklizni, než na pastvinách, kde trpí sešlapáváním.

Osevní postup

Nejvhodnější před plodinou pro založení porostu ovsíku vyvýšeného jsou brambory (případně i další plodiny, ke kterým byla aplikována organická hnojiva). V případě založení semenářské kultury je nutné, aby na pozemku nebyly minimálně po tři poslední roky pěstovány žádné druhy trav na semeno. Dále musí být zachována minimální vzdálenost 100 m od jiných odrůd ovsíku vyvýšeného.

Hnojení

Hnojení P a K se řídí zásobou těchto živin v půdě. Zpravidla se ale doporučuje hnojit P v dávce as i 40 kg a K 50 kg/ha. Toto hnojení se provede hned v roce založení, tedy již v prvním roce vegetace, přibližně v polovině září. Ve stejném termínu se v prvním roce porost přihnojí též dusíkem a to v dávce 50 kg N/ha. Zbytek požadované dávky N (z celkové dávky do 80 - 100 N/ha) se aplikuje příští rok, brzy z jara. Pokud se i tato zbývající dávka (30 - 50 kg N/ha) rozdělí na dva termíny, je nutné poslední přihnojení dusíkem zajistit nejpozději do začátku sloupkování. Ve druhém roce (a

dalších letech) se doplňuje P a K rovněž podle obsahu v půdě a dusíkem se hnojí v dávce 90 - 100 kg N/ha. Dusík se zpravidla aplikuje částečně v září a pak na jaře, podle stavu porostu.

Agrotechnika

Porost ovsíku vyvýšeného se zakládá zpravidla brzy na jaře, nejdéle do konce dubna. Lze jej ale založit i v létě a to do poloviny července. Seje se do krycí plodiny, nejvhodnější k tomu je jarní pšenice. V zájmu co nejnižšího zastínění travního porostu je nutné výsev krycí plodiny snížit o 20 - 40 %. Výsev ovsíku vyvýšeného se musí provádět speciálním secím strojem, jehož výsevní ústrojí je opatřeno kartáči, které umožní správné uvolňování semen ze secího stroje. Je to nutné proto, že semeno ovsíku vyvýšeného má osinu, která brání pravidelnému vypadávaní semene z běžného secího stroje, což není problém u semen z běžného secího stroje, což není problém u semen hladkých bez osin.

Výsevek se pohybuje od 27 do 30 kg/ha (případně i méně - jen 22 kg/ha). Hloubka setí se doporučuje do 3 - 4 cm. Šířka řádků se řídí účelem pěstování. Širší řádky se volí pro semenářské kultury - 25 (až 45) cm, užší řádky pro založení lučních porostů - 20 (25) cm. Pro účely energetické lze volit ještě užší řádky, v zájmu docílení co nejhustšího porostu, tj. 15 - 20 cm.

V průběhu jarního období nevyžaduje porost ovsíku vyvýšeného zpravidla další mechanické ošetření. Pouze v případě výskytu nežádoucích plevelů nebo chorob se použije chemické ošetření, viz dále.

Ochrana rostlin

Postřik porostů se provádí vždy podle konkrétní situace či výskytu jednotlivých škodlivých činitelů. V případě zaplevelení širokolistými plevely lze s úspěchem použít např. Lontrel 300 v dávce 0,3 - 0,5 l/ha nebo Starane 250 EC v dávce 0,4 - 1 l/ha. Z dalších přípravků lze použít Mustang (0,6 l/ha), Aminex Pur (3 l/ha), Agritox 50 SL (1,5 l/ha), dále pak Astix 60 SL (1,5 - 1,75 l/ha), Duplosan KV (1,5 - 1,81 l/ha), Sluprop (3 - 3,5 l/ha)

Sklizení a posklizňové ošetření

Ovsík pěstovaný na semeno dozrává zpravidla již začátkem července a v té době je vhodné jej sklízet i pro využití k energetickým účelům. Po výmlatu semene lze suchou slámu slisovat do hranatých balíků a použít jako otop v biokotelně.

Výnos semene se pohybuje od 0,3 až do 0,6 (1) t/ha. Pro účely výlučně energetické se sklízí celková nadzemní hmota, kde se uvádí průměrné výnosy kolem 7 až 9 t/ha. Těmito údajům přibližně odpovídají údaje zjištěné v r. 1999 v Zubří: ve variantě hnojené bylo získáno 8,77 t/ha suché hmoty a nehnojené 6,39 t/ha suché hmoty. Termín sklizně je nejvhodnější volit těsně před plným dozráním, aby se semena při sklizni co nejméně vysemenila a zamezilo se tak ztrátám na biomase. Tento způsob sklizně před plným dozráním je vhodné dodržovat, protože ovsík vyvýšený je poměrně značně náchylný k vysemeňování.

Sklizeň zralého porostu určeného na osivo se provádí kombajnem se správně seřízeným mláticím ústrojím. Zbylá sláma se odklízí buďto slisováním do balíků, nebo se sebere řezačkou. Obdobně se sklízí i celková nadzemní hmota včetně semene, když

je určena speciálně pro účely energetiky. Pokud se podaří sklídit tuto biomasu v dostatečně suchém stavu (kolem 20 % vlhkosti), lze ji přímo uskladnit, nejlépe ve skladech se spodním prouděním vzduchu. Není-li biomasa dostatečně vyschlá, je třeba ji uskladnit v prostorách, kde se může dále dosušet. Porost se sklízí běžnými postupy, zpravidla sušením na seno, nebo se zpracovává na senáž. Nedožrálou zelenou hmotu lze sklízet obdobným způsobem i jako biomasu využitelnou jako přídavek do fermentoru k výrobě bioplynu.

Využití produktu

Slámu lze po sklizni osiva využívat pro energetické účely, převážně k přímému spalování a to ve formě balíků, řezanky nebo i tvarovaných fytopaliv (peletky, brikety). Celková nadzemní hmota se používá pro energetické účely zpravidla suchá pro přímé spalování, nebo i zelená na senáž nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu. Tento způsob využití zelené hmoty pro energetické účely je ale závislý na bioplynových stanicích, kterých zatím u nás není dostatek. Produkce osiva je dalším důležitým produktem, který je pro množitele významnou aktivitou.

Ekonomika

Náklady na produkci energetické biomasy z ovsíku vyvýšeného i dalších energetických trav byly poměrně podrobně zjišťovány v Osevě PRO, s. r. o., o. z. VST Zubří. Veškeré kultivační práce od zakládání porostu až po čtvrtý užitkový rok jsou vyjádřeny v tab. 3.1

Tab.3.1 - Finanční náklady na pěstování energetických trav (Kč/ha)

Podmítka a orba spontánních úhorů	2560
Zakládání nové kultury – energetické trávy- rok založení	12 440
1.a 2. užitkový rok – lisování hmoty do balíku	13 997
1.a 2. užitkový rok – řezání a odvoz z pole	14 697
1.a 2. užitkový rok – lisování hmoty do balíku	12 647
1.a 2. užitkový rok – řezání a odvoz z pole	13 347

Zdroj: Energetické plodiny

Náklady jsou vypočteny na 1 ha a na jednu seč za každý vegetační rok. V tomto modelu se počítá v prvních dvou užitkových letech se sklízí trávy na semeno. V prvním roce se v nákladech promítá i sklizeň a prodej zrna krycí plodiny v částce 3750 Kč. Pokud by se tato sklizeň nevyužila a neprodala, náklady by se v roce založení zvýšily na 16 190 Kč/ha. V roce zakládání travního porostu nejsou obecně vyjádřeny náklady na ochranu rostlin, neboť jejich podíl se může značně lišit podle stavu konkrétního pozemku. Ve třetím a čtvrtém roce se celková nadzemní hmota využije pro energetické účely. Náklady na sklizeň jsou vyjádřeny pro dvě varianty, z nichž vyplývá, že při sklizni řezačkou jsou vyšší než při lisování hmoty do balíků. Zjištěné náklady jsou bez posklizňové úpravy a bez dopravy, kde se předpokládá, že by se mohly navýšit přibližně o 20 %. Podrobnější vyjádření nákladů je rozpracováno dále v tab. 3.2, kde jsou náklady uvedeny speciálně jen pro hnojení a ochranu rostlin.

Tab.3.2 - Podíl nákladů na hnojení a ochranu rostlin ve 2. a 3. užitkovém roce v procentech z celkových nákladů na 1 ha

Rok	Celkový náklady (Kč)	Hnojení a ochrana (Kč)	% z celk.náklady
Založení porostu	12440	5200	41,80
1. a 2. už. rok - balíky	13 997	7687	54,92
1. a 2. už. rok - řezanka	14697	7687	52,30
3. a 4. už. rok - balíky	12647	7687	60,78
3. a 4. už. rok - řezanka	13 347	7687	57,59

Zdroj: Energetické plodiny

V průběhu 2. až 4. užitkového roku by mohlo dojít k určitým úsporám nákladů. Výše uvedené položky předpokládají, že jsou půdy na úhorech poměrně silně zapleveleny a významně ochuzeny o živiny, takže se musí dokonale ošetřit. Všechny půdy ale nemusí být vždy v tak špatném stavu, a proto nemusí být uvedené náklady beze zbytku vynaloženy.

Celkové náklady na pěstování energetických trav mohou být významně ovlivněny kombinovaným využitím porostů: sklizeň na semeno a na energetickou biomasu, jak uvádí zmíněný model. Produkce osiva a jeho prodej tak velmi významně přispívá ke zlepšení ekonomického efektu, jak je zřejmé z připojené tab. 3.3.

Tab.3.3 - Prodej osiva trav (výkupné cena z r. 2004)

Plodina	Průměr č. výnos (kg)	Cena za 1 kg (Kč)	Realizace celkem (Kč)
Psineček veliký	200	55	11 000
Ovsík vyvýšený	200	50	10 000
Kostřava rákosovitá	300	30	9 000

Zdroj: Energetické plodiny

Z celkového hodnocení nákladů na produkci energetické biomasy z travních porostů vyplývá, že náklady na 1 t ve formě balíků jsou v prvním a druhém užitkovém roce 1400 Kč. ve třetím a čtvrtém roce 1265 Kč/t. Pro tento výpočet se předpokládá výnos 10 t/ha suché hmoty. Prodej osiva v prvních dvou letech tak nesporně výrobní náklady sníží. Výkupní cena energetické biomasy není samozřejmě dána jen výpočty nákladů. Stanovení konkrétní ceny prodeje energetické biomasy bude vždy záležet na dohodě producenta a spotřebitele, podle nabídky a poptávky. Uvedené vyjádření ekonomického efektu produkce energetické biomasy se netýká pouze ovsíku vyvýšeného, ale lze jej použít pro psineček veliký a kostřavu rákosovitou, viz dále.

Závěr

Ovsík vyvýšený je jednou z možností, jak přispět k zabezpečení požadovaného množství energetické biomasy. Výhodou těchto víceletých vzrůstných trav je možnost jejich pěstování i v marginálních oblastech, kde se plošně, nijak nevyhraněné zatravňování může nahradit cíleným pěstováním těchto vybraných druhů, které mají jinak stejné ekologické výhody obecného zatravňování. Pro reálné uplatnění cíleného pěstování ovsíku vyvýšeného se nabízí i jeho kombinované využívání, jak je

znázorněno v ekonomickém vyhodnocení: produkce osiva v kombinaci s produkcí energetické biomasy.

3.3.3 Psineček veliký (*AGROSTIS GIGANTEA ROTH.*)

Psineček veliký je jednou ze tří nejvýznamnějších druhů trav využitelných i pro energetické účely, kterému se věnují v Osevě PRO, s. r. o., o. z. Výzkumné stanici travinářské Rožnově-Zubří. Běžně se používá jako tradiční pícnina. Pro své dosti hrubé stéblo a středně vysoký vzrůst se jeví vhodný i jako energetická biomasa.

Charakteristika plodiny

Psineček veliký je víceletá tráva ozimého charakteru. Je to tráva spíše pozdního typu, na jaře roste středně rychle, i obrůstání po sečích je střední. V tradičním pícninářstvím se uplatňuje jako doplňkový druh.

Botanické zařazení

Psineček veliký (*Agrostis gigantea* Roth.) byl v minulosti označován jako psineček bílý (*Agrostis stolonifera* subsp. *gigantea*). Tato víceletá tráva ozimého charakteru má podzemní výběžky, ale jen krátké. Vytváří vzpřímené až polovzpřímené trsy, středně vysoké, dosahující výšky 80 - 100 cm, barvy světle zelené. Stéblo je hrubší, dobře olistěné, středně poléhavé. Listy jsou středně dlouhé až dlouhé, většinou převislé. Lata je delší, po odkvětu je stažená. Má velmi drobné semeno, HTS je 0,1 až 0,2 g.

Nároky na stanoviště

Psineček veliký se volně v přírodě vyskytuje spíše na vlhčích travnatých místech (případně i na písčinách). Při záměrném pěstování nemá nijak vyhraněné požadavky na stanoviště, ale v souladu s jeho přirozeným výskytem se mu daří dobře na vlhčích stanovištích. Uplatňuje se tradičně jako doplňkový druh i v extenzivních trvalých lučních a pastevních porostech, zvl. na těžších půdách. Dobře se vyvíjí i ve vyšších polohách a marginálních oblastech, neboť netrpí sníženými teplotami a vymrzáním.

Povolené odrůdy

Psineček veliký - Rožnovský, registrace v r. 1940 - byl vyšlechtěn v bývalé Zemské výzkumné stanici pícninářské v Rožnově pod Radhoštěm z ekotypů rozšířených v přirozených lučních porostech vyskytujících se na Valašsku.

Osevní postup

Pro založení porostu psinečku velikého se jako předplodina nejlépe hodí okopanina, organicky vyhnojená. Půda v této tzv. staré síle je pak zárukou dobrého vývoje a růstu nově založeného psinečkového porostu. Pokud se zakládá porost jako semenářská kultura, musí být zvolen pozemek, kde nebyly nejméně tři předchozí roky pěstovány žádné trávy na semeno. Musí být rovněž zachována izolační vzdálenost nejméně 100 m od jiných druhů psinečků.

Hnojení

Hnojení porostu psinečku velikého je podobné jako ovsíku vyvýšeného. Hnojení P a K se řídí zásobou těchto živin v půdě. Zpravidla se doporučují dávky 40 kg P/ha a 50 kg K a to hned v roce založení porostu, přibližně v polovině září. Rovněž se v té době pohnojí dusíkem v dávce asi 50 kg/ha. Zbytek požadované dávky N (celkem do 80 - 100 kg N/ha) se aplikuje příští rok, brzy zjara. Při rozdělení této zbývající dávky při jarním hnojení je třeba druhý termín zajistit nejpozději v době sloupkování. Ve druhém roce (a dalších letech) se doplňuje P a K rovněž podle obsahu v půdě a dusíkem se hnojí v dávce 90 až 100 kg N/ha. Dusík se zpravidla aplikuje částečně v září a na jaře, buďto jednorázově, nebo v dělených dávkách jako v prvním roce.

Agrotechnika

Založení porostu psinečku pro energetické účely lze zajistit podobně jako při pěstování na semeno, neboť i v tomto případě je výhodná sklizeň dostatečně suché hmoty, což je při semenářských kulturách nezbytné. Setí se provádí brzy na jaře, nejdéle do konce dubna. Doporučuje se setí do krycí plodiny. Nejvhodnější je jarní pšenice se sníženým výsevem, asi o 20 až 40 %, aby mladé rostlinky psinečku netrpěly přílišným zastíněním (příp. i houbovými chorobami). Osivo se ukládá do půdy jen mělce, zpravidla do hloubky 1 cm. Doporučený výsev je 10 až 12 kg/ha. Pro semenářské účely se volí řádky 20 - 25 cm široké, pro účely fytoenergetiky jsou vhodnější i řádky užší, aby byl vytvořen hustý, plně zapojený porost s předpokladem co nejvyšších výnosů celkové nadzemní hmoty. Pokud se kombinuje využití energetické biomasy s produkcí osiva, pak jsou podmínky založení porostu shodné s požadavky této trávy jako pro semenářskou kulturu.

Ochrana rostlin

Ochrana porostů proti škodlivým činitelům spočívá především v odstraňování nežádoucího plevele. Podle výskytu konkrétních druhů plevelných rostlin se pak volí následující herbicidy: Aminex Pur (3 l/ha), Agritox (1,5 l/ha), Starane 250 EC (0,4 - 1/ha), Lontrel 300 (0,3 - 0,5 l/ha), Astix 60 SL (1,5 - 1,7 l/ha), Duplosan KV (1,5 - 1,8 l/ha), Sluprop (3 - 3,5 l/ha), Duplosan DP (1,5 - 2 l/ha).

Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň zelené hmoty se provádí tradičním způsobem, buďto sušením, nebo konzervováním formou senáže. Semeno psinečku dozrává nejčastěji až ve druhé polovině měsíce srpna. Výnos semene se pohybuje od 0,3 do 0,5 (0,7) t/ha. Pro účely fytoenergetiky se jeví perspektivní pro své hrubší, střední až poměrně vysoké stéblo. Slámu po výmlatu semenářských kultur lze slisovat do hranatých či válcových balíků a uložit do skladů poblíž kotelny. Balíky je možné uskladnit také ve stohu, ale tento způsob je spíše nouzový. Pokud se vytvoří plně kompaktní stoh, lze krátkodobě i tento způsob uskladnění použít. Při cíleném pěstování psinečku velikého pro účely energetiky se sklízí celková nadzemní hmota včetně semene. Způsob sklizně i zpracování je obdobný jako slámy po sklizni semenářské kultury. Výnosy celkové suché hmoty se pohybují od 8 do 9 t/ha. Tyto údaje dobře korespondují s výsledky výnosových zkoušek provedených v Zubří (Rožnov p. R.), kde v roce 1999 byly získány výnosy 10,17 t/ha suché hmoty ve hnojené variantě a 8,77 t/ha suché hmoty ve variantě nehnojené.

Tyto údaje bude však třeba ještě ověřit ve více lokalitách a zejména přímo v provozních podmínkách.

Využití produktu

Tradičně se psineček veliký využívá jako součást objemné píce ke krmení hospodářských zvířat. Zelená hmota nebo i senáž se může dobře uplatnit i jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu, pokud je takovéto zařízení v ekonomické vzdálenosti od pěstitelské plochy. Pro energetické účely se v současné době doporučuje využívat suchou biomasu k přímému spalování. Jedná se jak o slámu po výmlatu semene, tak o celkovou nadzemní hmotu pěstovanou záměrně pro energetické účely. Důležitým produktem je osivo, které velmi významným způsobem zlepšuje ekonomické parametry pěstování psinečku velikého a to i v případě jeho cíleného pěstování jako energetickou biomasu.

Ekonomika

Vyhodnocení nákladů a efektu pěstování psinečku velikého je vyjádřeno zcela shodně s pěstováním porostů ovsíku vyvýšeného a kostřavy rákosovité, jak vyplývá z údajů z roku 2002 (Frydrych a kol). Toto zhodnocení je podrobně uvedeno výše při popisu pěstování ovsíku vyvýšeného a není proto třeba jej opakovaně uvádět při pěstování psinečku velikého (stejně jako v případě kostřavy rákosovité - viz dále).

Závěr

Psineček veliký není v rámci různých druhů pěstovaných krmných píceňin řazen mezi výslovně obzvlášť kvalitní druhy. Jak vyplývá z dosavadního hodnocení, může se ale dobře uplatnit jako cíleně pěstovaná energetická plodina a to zejména pro hrubší stéblo a vysoký nárůst celkové nadzemní hmoty. Podle Frydrycha, 2002, dosahuje nejvyšších výnosů ze všech tří výše zmiňovaných trav. Záměrné pěstování psinečku velikého v širším rozsahu, než tomu je dosud, může mimo jiné přispět i k posílení druhové biodiverzity a tím i k větší ekologické stabilitě v krajině.



Obr.3.2 - a,b ,c Psineček veliký, Kostřava rákosovitá, Ovsík vyvýšený

3.3.4 Kostřava rákosovitá (*FESTUCA ARUNDINACEA* L. SCHREB.)

Kostřava rákosovitá je vytrvalá tráva s vysokým výnosovým potenciálem. Má význam v trvalých travních porostech, ale také v jetelotravních směsích na orné půdě. Pro krmné účely je třeba ji používat v mladé fázi vývoje. Rychle stárnoucí pletiva proto předurčují tuto travu jako vhodnou pro energetické využití.

Charakteristika plodiny

Tato tráva je vzrůstná, výběžkatá, vytvářející poměrně vysoké výnosy celkové nadzemní hmoty. Je tolerantní k půdně-klimatickým podmínkám, takže může mít značně široké uplatnění.

Botanické zařazení a popis plodiny

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) je statná vzrůstná tráva, která vytváří krátké podzemní výběžky. Kostřava rákosovitá (odrůda Kora - zkoušená pro energetické účely) má výrazně ozimý charakter, takže v roce výsevu a ve druhé (i další) seči v užitkových letech nemetá. Vytváří jen sterilní stébla s bohatými dlouhými listy. Trs je vzpřímený, tmavě zelené barvy, dosahuje výšky 120 - 150 cm. Listové čepele jsou 250 - 300 mm dlouhé, široké 5 - 9 mm, mírně drsné. Květenstvím je rozložitá lata, mírně převislá, dlouhá 250 - 300 mm, s 10 - 12 vedlejšími větvemi. Kratší větev každého páru laty má tři a více klásků. Semeno je světle hnědé, 7 - 9 mm dlouhé, zakončené hrotem nebo krátkou osinkou. Kořenový systém je bohatý, silně rozvinutý, dosahuje hloubky až 150 cm, takže je schopen dobře přijímat živiny i vláhu. Obrůstá velmi brzy na jaře a narůstá i v pozdním podzimu, což je výhodné pro prodloužení pastevního období. Je odolná proti poléhání a má nízkou vypadávnost semene. Kostřava rákosovitá je poměrně odolná proti houbovým chorobám. V tom se liší od kostřavy luční, která se takovouto tolerancí zpravidla nevyznačuje. Proto je také semenářství kostřavy rákosovité méně rizikové než u k. luční. Pro výše uvedené vlastnosti je tato tráva rovněž perspektivní pro energetické využití.

Nároky na stanoviště

Kostřava rákosovitá se vyznačuje vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření, daří se jí dobře i na stanovištích s vyšší hladinou spodní vody. Tuto její vlastnost lze vhodně využívat v kombinaci s jinými plodinami, které často vysokou spodní vodu nesnáší. V našich podmínkách se jí daří dobře, protože se vyznačuje spolehlivou vytrvalostí a mrazuvzdorností.

Povolené odrůdy

Odrůda Kora (od r. 1989) byla vyšlechtěna ve Šlechtitelské stanici Hladké Žitovice, s. r. o., křížením ekotypu kostřavy rákosovité z Bílovce s odrůdami světového sortimentu (Festal, Kenmont, Kentucky 31 a Kenhy).

Osevní postup

Pro založení porostu kostřavy rákosovité je třeba, aby byla půda po plodině, která ji zanechá v čistém stavu, bez zaplevelení. Je to důležité zejména pro semenářskou kulturu, kde nesmí být půda zaplevelena pýrem a v minulosti na ní neměla být

pěstována srha říznačka, která je pak v osivu neodstranitelnou příměsí.

Hnojení

Využití kostřavy rákosovité je nejčastější v trvalých travních porostech, které se přihnojují podle stavu porostu tradičním způsobem (podle potřeby, zpravidla dusíkem). Při založení porostu kostřavy rákosové ve směsi s tetraploidním jetelem se hnojí podobně jako v semenářské kultuře, ale není třeba v prvních letech dodávat dusík, neboť jej zajistí jetel vzdušnou fixací hlízkovými bakteriemi. V dalších letech stačí podzimní přihnojení dusíkem jen v dávce asi 30 kg/ha.

Porost určený na semeno se hnojí před setím dávkou 40 kg dusíku, 40 kg P a 70 - 80 kg K/ha. Po sklizni krycí plodiny a dále na podzim se porost přihnojí dusíkem, v dávce 40 kg/ha N na jaře příštího roku. V dalších užitkových letech se na jaře hnojí dávkou 40 - 60 kg/ha dusíku a po sklizni se opět dodá dusík v dávce přibližně 30 - 40 kg/ha

Využití produktu

Tradičně se využívají porosty s příměsí kostřavy rákosovité ke krmným účelům - seno, senáž, pastva. Výhodné je pěstování kostřavy rákosovité na semeno. Po výmlatu porostu lze s úspěchem využít slámu pro energetické účely. Balíky - hranaté nebo válcové - lze využít k přímému vytápění v biokotelnách, kde se jako palivo používá sláma (obilnin, řepky). Ve stejných zařízeních se může využít i řezanka, pokud byla sklizena sběrací řezačkou. Podobně se použijí balíky i řezanka z porostů záměrně pěstovaných pro energetické účely. Tato biomasa pak po zpracování na tvarovaná fytopaliva ve formě pelet nebo briket slouží pro vytápění v kotlích i kamnech s automatickým přikládáním.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň pro krmivářské účely se provádí tradičním, obecně známým postupem, proto není třeba jej zde podrobně popisovat. Zelená hmota určená pro využití k výrobě bioplynu se sklízí rovněž tradičním způsobem, ale je třeba ji konzervovat, aby byla k dispozici po delší dobu. K tomu lze využít např. senážování nebo i tradiční silážování. Porost určený na semeno se sklízí kombajnem, ale mláticí ústrojí musí být jen lehce přitaženo. Sklizená sláma se po proschnutí ještě jednou přemlátí, a tím se zajistí co nejnižší sklizňové ztráty. Kostřava rákosovitá se sklízí zpravidla v červenci při plné zralosti, což nejčastěji odpovídá i termínu sklizně pro energetické účely. Sláma se pak slisuje do balíků, hranatých nebo válcových, případně je možné ji sklídit sběrací řezačkou. Podobným způsobem se sklízí i celková nadzemní hmota, určená pro energetické využití. Výnosy celkové nadzemní hmoty kostřavy rákosovité jsou přibližně 8 - 12 t/ha suché hmoty. Tyto průměrné hodnoty odpovídají výnosům získaným v roce 1999 v Zubří: na hnojené variantě byl výnos suché hmoty 0,11 t/ha, ve variantě nehnojené 6,88 t/ha. Takovéto výnosy jsou z hlediska energetického využití uspokojivé. Výhodné je rovněž i poměrně rychlé stárnutí porostu usnadňující vysychání biomasy, což je rovněž vítané pro její využívání k přímému spalování. Pěstování kostřavy rákosovité pro energetické účely se proto jeví jako perspektivní.

Ekonomika

Viz výše uvedené druhy: ovsík vyvýšený a psineček veliký.

Závěr

Kostřava rákosovitá je podle svých vlastností vhodná jak pro tradiční krmné účely, tak i pro účely energetické. Je zajímavá i proto, že snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření a daří se jí dobře na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody, takže lze její pěstování vhodně kombinovat s plodinami, kterým tyto podmínky nevyhovují, a tím efektivně využít nejrůznější typy půd.

Souhrnný závěr (ovsík, psineček, kostřava)

Energetické trávy mají pro rozvoj fytoenergetiky nepochybně velký význam. Spočívá hlavně v jejich dostatečné vytrvalosti, poměrně stabilních výnosech a také ve všeobecné znalosti způsobu jejich pěstování u našich zemědělců. Výše popsané tři druhy trav jsou uvedeny v současné době jako nejdůležitější ze skupiny pěstovaných druhů v Zubří, ale lze oprávněně předpokládat, že se sortiment těchto trav využitelných pro energii bude perspektivně dále rozšiřovat.

4. Ekonomika a konkurenceschopnost energetické produkce

Česká republika by měla v souladu se svými mezinárodními závazky výrazněji zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na celkovém trhu s energií. Jednou z forem je využití tuhých biopaliv rostlinného původu.

Významným zdrojem biomasy pro tato pevná biopaliva jsou trvalé travní porosty. Výrazný pokles objemu živočišné výroby a omezené možnosti využití trvalých travních porostů pro krmení činí z této produkce postupně zbytkovou a odpadní biomasu. Dalším významným zdrojem obdobné biomasy je produkce z narůstající plochy travních porostů na orné půdě, které vzniká v rámci agroenvironmentálních opatření podporovaných dotacemi v rámci Horizontálního plánu rozvoje venkova (zpomalení odtoku vody zatravněním orné půdy, tvorba travnatých pasů na svažitéch půdách, biopásy apod.). V poslední době rovněž narůstá množství zbytkové a odpadní biomasy z údržby krajiny a veřejné zeleně v obcích a městech.

Dalším významným zdrojem mohou být záměrně pěstované energetické plodiny. Pěstování a produkce energetických plodin je reálnou alternativou pro postupné nahrazování části rostlinné výroby věnované dosud převážně potravinářské produkci.

Využití produkce energetických plodin pro výrobu pevných biopaliv se rozvíjí zatím jen pomalu. Příčin je celá řada včetně technických, organizačních a legislativních. Z hlediska zemědělců je jedním z hlavních důvodů pomalého rozvoje energetického využití biomasy nepříznivá ekonomika a tvrdá konkurence ostatních fosilních zdrojů energie. Technologie a ekonomika pěstování a sklizně produkce z trvalých travních porostů byla zpracována s využitím databázového modelovacího programu GROTEKIS (VÚZT Praha). Variabilní náklady jsou dány součtem nákladů na jednotlivé operace (materiálové vstupy, provoz a obsluha strojů).

Fixní náklady (daně, poplatky, úvěrové zatížení, výrobní a správní režie apod.) jsou na základě dostupných podkladů stanoveny odborným odhadem ve výši 2500 Kč/ha.

Pro pěstování travních porostů a vybraných energetických plodin bylo možno pro rok 2007 využít následující dotace:

- jednotná platba na plochu (SAPS) - zemědělské půdy (pro rok 2007 2.791,80 Kč/ha zemědělské půdy)
- doplňková platba (TOP UP) - pro vyjmenované plodiny stanovena formou sazby na 1 ha (z hodnocených plodin se týká pouze triticales), 1750 Kč na 1 ha plodiny)
- podpora LFA - vyrovnávací příspěvek na hospodaření v méně příznivých oblastech, poskytuje se pouze na kulturu "travní porost" (louky, pastviny i ostatní travní porosty) v méně příznivých oblastech, sazby pro rok 2007 byli stanoveny:
 - a. horská oblast- HA 4680Kč/ha, HB 4014 Kč/ha
 - b. ostatní méně příznivé oblasti - OA 3490 Kč/ha , OB 2820 Kč/ha
 - c. specifické omezení - S 3420 Kč/ha,
 - d. s ekologickými omezeními - E 2800 Kč/ha (území NATURA 2000)

- podpora pěstování bylin pro energetické využití (dotace dle zákona o zemědělství Č. 252/1997 Sb. – platí jen pro vybrané druhy energetických bylin a trav, sazba 2000 Kč na 1 ha orné půdy využívané pro pěstování těchto plodin.

4.1 Pro posouzení ekonomiky energetické produkce byly vybrány následující technologie:

Trvalé travní porosty - vybrána technologie bez hnojení, která vychází ekonomicky nejvýhodněji energetické plodiny víceleté - energetický šťovík (nově vyšlechtěná odrůda pro energetické účely), křídlatka Bohemica, energetické plodiny jednoleté - konopí seté, tritikale ozimé (využití celé produkce pro energetické účely) energetické trávy - chřastice rákosovitá, ozdobnice čínská (sloní tráva).
Struktura jednotlivých položek nákladů, dotace, produkce a měrné náklady na jednotku produkce energetického biopaliva jsou pro vybrané plodiny uvedeny souhrnně v tabulce 4.1.

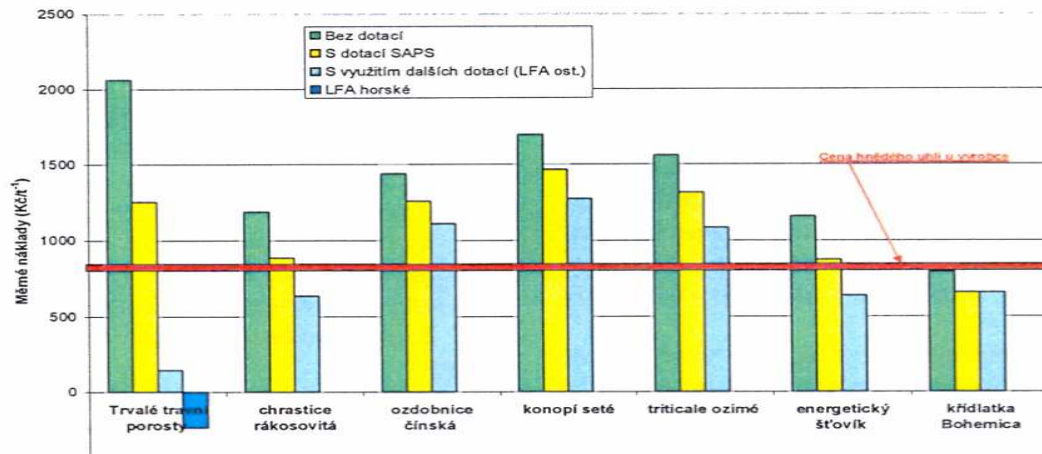
Tab.4.1 - Náklady a ekonomika vybraných druhů energetických plodin a travních porostů

Ukazatel	Měrná jednotka	Trvalé travní porosty			Energetické trávy		Jednoleté plodiny		Víceleté plodiny	
		Mimo LFA	LFA ostatní	LFA horské	chřastice rákosovitá	ozdobnice čínská	konopí seté	tritikale ozimé	energetický šťovík	křídlatka Bohemica
Variabilní náklady	Kč.ha ⁻¹	3685	3685	3685	6500	16400	14800	12570	6840	11250
Fixní náklady	Kč.ha ⁻¹	2500	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Výnosy energetických plodin	t/ha ⁻¹	3,0	3,0	3,0	8,0	13,5	10,5	10,0	8,5	18,0
Náklady celkem bez dotací	Kč.ha ⁻¹	6185	6185	6185	9500	19400	17800	15570	9840	14250
Náklady celkem (bez dotací)	Kč.t ⁻¹	2062	2062	2062	1188	1437	1695	1557	1158	792
Dotace SAPS	Kč.ha ⁻¹	2430	2430	2430	2430	2430	2430	2430	2430	2430
Dotace TOP - UP	Kč.ha ⁻¹							2314		
Dotace LFA (horské oblasti)	Kč.ha ⁻¹		3320	4460						
Dotace (zákon Č. 252/1997 Sb)	Kč.ha ⁻¹				2000	2000	2000		2000	
Náklady celkem (po odpočtu dotací)	Kč.ha ⁻¹	3755	435	-705	5070	14970	13370	10826	5410	11820
	Kč.t ⁻¹	1252	145	-235	634	1109	1273	1083	636	657

Zdroj: Energetické využití pevné biomasy 2006

Tuhá biopaliva ve formě válcových nebo hranolovitých balíků.

Výsledkem pěstování a zpracování travních porostů a vybraných energetických plodin je suchá hmota lisovaná do formy válcových nebo hranolovitých balíků. Produkce v této formě je vhodná jako palivo do velkých kotelen a zdrojů energie. Hlavním konkurentem pro tuto oblast využití jsou nejlevnější varianty hnědého uhlí. Při srovnání se vycházelo z ceny netříděného hnědého uhlí (hruboprachy), které má přibližně shodnou výhřevnost a jeho cena (cena u výrobce, bez dopravného a bez DPH) se pohybuje podle výrobce a sezony zpravidla od 800 do 850 Kč.t⁻¹). Výsledné náklady na biopaliva z travních porostů a vybraných energetických plodin jsou uvedeny na obr. 4.1.



Obr .4.1 - Náklady na 1 t energetické produkce (bez dotací)

Pro plodiny pěstované bez dotací se náklady na 1 tunu biopaliva pohybují od 1158 Kč.t⁻¹ do 2062 Kč.t⁻¹. Určitou výjimkou jsou příznivé ekonomické výsledky křídlatky Bohemica s náklady 792 Kč.t⁻¹, která však zatím není schválena a spíše se vedou diskuse, zda se jedná o perspektivní energetickou plodinu nebo invazivní plevel. Pěstitelé ve všech výrobních podmínkách mohou využít dotaci SAPS. S využitím dotací SAPS se sníží tyto náklady a pohybují se v rozmezí od 872 Kč.t⁻¹ do 1464 Kč.t⁻¹ (resp. 657 Kč.t⁻¹ u křídlatky). Náklady na tato biopaliva jsou stále dosti vysoké a jen některé z nich mohou být konkurenceschopné (chrastice, šťovík, křídlatka). Ostatní jsou v podstatě na trhu neprodejná.

Při pěstování travních porostů a energetických plodin mají pěstitelé možnosti využít i další formy dotací (TOPUP, LFA, podpora energetických plodin - specifikace je uvedena v tab.4.1). Výsledné náklady na 1 tunu biopaliva jsou rovněž uvedeny v tab. 4.1 a na obr. 4.1. Pokud má pěstitel možnost využít i tyto další formy dotací sníží se výrazně náklady na jednotku energetického biopaliva a většina těchto biopaliv je již ekonomicky příznivá a konkurenceschopná.

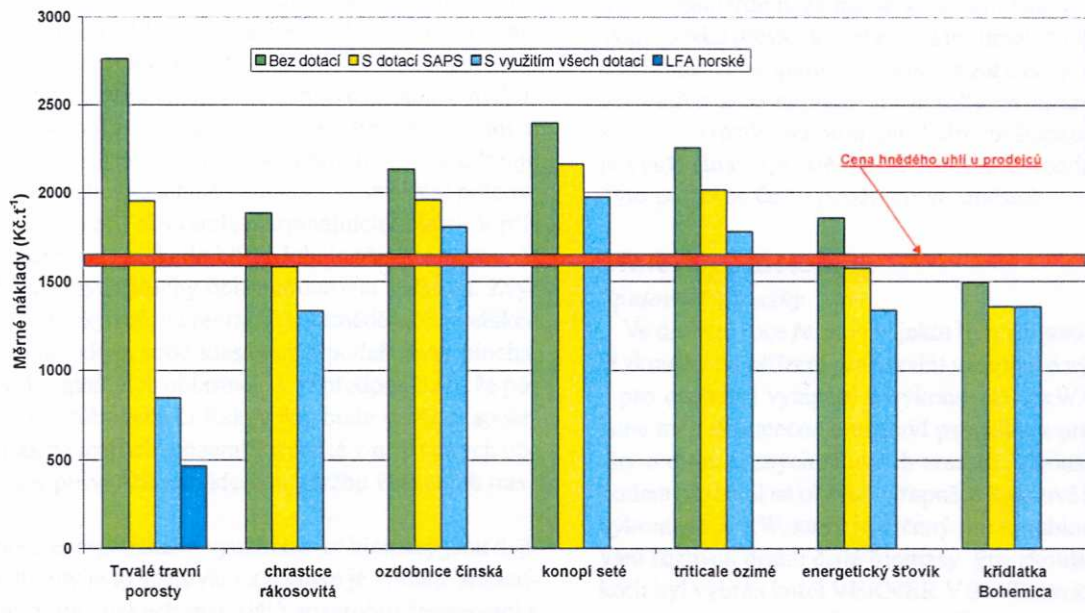
Z výsledků vyplývá:

- biopaliva z travních porostů v podmínkách LFA ostatní dosahují hodnoty 145 Kč.t⁻¹
- travní porosty v podmínkách LFA horské mohou dokonce v současné době získat větší dotace než jsou náklady na pěstování a sklizeň
- z energetických trav vychází ekonomicky příznivěji
- chrastice rákosovitá (634 Kč.t⁻¹), méně příznivě se jeví
- pěstování ozdobnice čínské (1273 Kč.t⁻¹)
- víceleté energetické plodiny - náklady na jednotku produkce biopaliva jsou příznivé (energetický šťovík 636 Kč.t⁻¹, křídlatka Bohemica 657 Kč.t⁻¹)
- jednoleté energetické plodiny - náklady na jednotku produkce biopaliva nejsou příznivé, s využitím všech dotací se pohybují nad 1000 Kč.t⁻¹ (konopí seté 1273 Kč.t⁻¹, triticales ozimé 1083 Kč.t⁻¹).

Výhodou jednoletých energetických plodiny je však pro praxi dobře známá a rutinní technologie výroby, flexibilita změny druhu plodiny a výměry a rovněž možnost uplatnění části produkce za tržní ceny potravinářské nebo krmné. U konopí se jeví ekonomicky vhodnější pěstování "konopí na vlákno" (využití např. v průmyslu a ve stavebnictví) a energeticky využívat pouze odpadní pazdeří. U obilovin pěstovaných pro energetické účely je výhodou možnost uplatnění části produkce za tržní ceny potravinářské nebo krmné. Dále lze uvažovat, že přibližně 50 % produkce tvoří zrno, které samo má charakter pelety, není ho tedy nutno pro spalování již upravovat a lze tím tedy snížit celkové náklady na úpravu biopaliva.

4.2 Tuhá biopaliva ve formě briket a pelet

Pro využití produkce z travních porostů nebo energetických plodin jako paliva pro rodinné domky a malé farmy je nutno zpracovat produkci do formy briket nebo pelet. Náklady na výrobu briket (pelet) se pohybují podle velikosti zařízení kolem 700 Kč na 1 tunu. Ekonomicky výhodné je využití této formy biopaliva lokálně bez významných nákladů na dopravu a distribuci ke spotřebiteli. Při této formě využití biopaliva je již hlavním konkurentem cena hnědého uhlí u prodejců paliva v maloobchodní síti (podle místa a sezony se pohybuje kolem 1600 Kč.t⁻¹). Výsledné náklady na 1 tunu briket/pelet z produkce energetických plodin jsou na obr. 4.2 porovnány s průměrnou cenou hnědého uhlí u prodejců. Struktura výsledných nákladů je obdobná jako v části a) a vyplývá z nich, že ekonomicky příznivě vychází: - biopalivo z travních porostů pěstovaných v oblasti LFA - z energetických trav chrastice rákosovitá z víceletých energetických plodin šťovík i křídlatka



Obr.4.2 - Náklady na 1 t biopaliv ve formě briket/ pelet

Tab.4.2 - Struktura nákladů na peletování

Ukazatel	Jednotka	Bez sušení vstupní suroviny		S dosoušením vstupní suroviny		Struktura nákladů na peletování %
		Linka A	Linka B	Linka A	Linka B	
Požizovací cena	Kč	3800000	4500000	5600000	6300000	
Hodinová výkonnost	(t/h)	1,5	3	1,5	3	
Roční nasazení	(d/r)	250	250	250	250	
Roční kapacita	(t/r)	6000	12000	6000	12000	
Obsluha na 1 směnu	osob	4	4	4	4	
Spotřeba energie	(kWh/t)	60	51	77	60	
Opravy a udržování	% poř.c.	5	5	6	6	
Obaly	(Kč/t)		125		125	
Náklady peletování	(Kč/r)	3811585	5158700	4413115	5876100	100
- odpisy	(Kč/r)	315400	373500	464800	522900	7,2 - 10,5
- osobní náklady	(Kč/r)	1555200	1555200	1555200	1555200	26,4 - 40,8
- energie	(Kč/r)	900000	1530000	1155000	1800000	23,6 - 35,2
- opravy a udržování	(Kč/r)	190000	225000	336000	378000	4,3 - 7,6
- obaly + výrobní režie	(Kč/r)	850985	1475000	902115	1620000	20,4 - 28,6
Měrné náklady peletování	(Kč/t)	635	430	736	490	31 - 40
	(Kč/GJ)	37,37	25,29	43,27	28,8	
Náklady na surovinu	(Kč/t)	1033	1017	1117	1100	60 - 69
- cena suroviny	(Kč/t)	1000	1000	1000	1000	
- spotřeba suroviny	(t/r)	6200	12200	6700	13200	
Výrobní náklady pelet	(Kč/t)	1669	1447	1852	1590	100
	(Kč/GJ)	98	85	109	94	

Zdroj: Energetické rostliny technologie pro pěstování a využití

Tab.4.3 - Struktura nákladů na briketování

Ukazatel	Jednotka	Briketovací linka		
		HLS 200	HLS 300	HLS 400
Pořizovací cena	Kč	715000	1 105000	1485000
Hodinová výkonnost	(t/h)	0,2	0,3	0,4
Roční nasazení	(h/r)	4000	4000	4000
Roční kapacita	(t/r)	800	1200	1 600
Potřeba obsluhy	osob	0,25	0,25	0,25
Spotřeba energie	(kWh/t)	70	93	70
Náklady na briketování				
- odpisy	(Kč/t)	149	154	155
- osobní náklady	(Kč/t)	125	83	63
- energie	(Kč/t)	175	233	175
- opravy a udržování	(Kč/t)	120	120	120
- náklady na obaly	(Kč/t)	100	100	100
Náklady na briketování celkem	(Kč/t)	669	690	612

Zdroj: Energetické rostliny technologie pro pěstování a využití

Tab.4.4 - Celkové náklady na palivo (Kč/t)

Plodina	Forma paliva			
	balíky	řezanka	brikety	pelety
chrastice rákosovitá	1170	1202	1651	1531
energetický š'ovík	1519	1600	2260	2140
křídlatka Bohemica	961	1118	1778	1658
tritikale	896	572	1232	1112
čirok	2096	2202	2862	-
pšenice ozimá	-	1637	2297	2177
kukuřice (sláma)	-	591	1251	-

Zdroj: Energetické rostliny technologie pro pěstování a využití

Výpočty jsou zpracovány podle jednotlivých plodin a obsahují:

- charakteristiku plodiny,
- technologii pěstování a sklizně,
- náklady a výslednou ekonomiku produktu.

Výsledky ekonomiky vybraných plodin a variant produkce jsou shrnuty v tab. 4.4 - porovnání nákladů na palivo (Kč/t) a v tab. 4.5 - porovnání nákladů na jednotku energie v palivu (Kč/J).

Tab.4.5 - Náklady na jednotku v palivu palivo (Kč/GJ)

Plodina	Forma paliva			
	balíky	řezanka	brikety	pelety
Chrastice rákosovitá	81	83	113	102
Energetický šťovík	99	104	144	134
Křídlatka Bohemica	63	73	114	104
Tritikale	63	40	86	75
Čirok	139	147	186	-
Pšenice ozimá	-	109	150	140
Kukuřice (sláma)	-	41	86	-

Zdroj: Energetické rostliny technologie pro pěstování a využití

Závěr

Biomasu z lesů a polí lze využít pro energetické účely, o tom není pochyb. Pouze se musí přihlížet k relativně vysokým palivovým nákladům, které je možné za určitých podmínek snížit optimálním umístěním tepelného zdroje z hlediska dopravních nákladů. Jako palivo pro venkovské systémy CZT by měla být přednostně využívána balíková obilní sláma a štěpka z výchovných zásahů a zbytků po těžbě. Relativně drahá tvarovaná paliva, jako brikety a pelety, by měla být primárně určena pro využití v systémech ústředního vytápění rodinných domů.

Využití produkce travních porostů a energetických plodin jako paliva je v současné době bez dotací ekonomicky nereálné. Využití dostupných dotací výrazně zlepšilo ekonomiku výsledné produkce a konkurenceschopnost těchto biopaliv na trhu ostatních paliv. Ekonomicky méně přímivé výsledky vykazují i zatím travní porosty pěstované mimo oblasti LFA a rovněž jednoleté energetické plodiny.

Podpory v dalších letech jsou zatím předmětem jednání v rámci EU. Při přípravě a realizaci podnikatelského záměru na delší časové období zůstává tedy určitým problémem jistota a výše dotačních podpor.

5. Ošetřování trvalých travních porostů

Pro ošetřování trvalých travních porostů při hospodaření na půdě v horských a podhorských oblastech je výhodný pracovní postup mulčování tj. rozdrčení rostlinné hmoty s jejím rozprostřením a ponecháním drtě na povrchu půdy, popřípadě v kombinaci se sečením nebo spásáním. Je výhodný jak z hlediska ekonomického, tak i energetické náročnosti. Postup však má také některé dosud nevyřešené ekologické a další rizika z hlediska ochrany životního prostředí. Mulčovací stroje mohou být využívány také pro drcení posklizňových rostlinných zbytků před jejich následným zapravením do půdy technikou pro zpracování půdy i na plochách intenzivně zemědělsky obhospodařovaných. Převážně jsou však mulčovače používány pro posečení a rozdrčení zelených rostlinných zbytků, na trvalých travních porostech a pro ošetřování úhorových ploch. Další možnosti jejich uplatnění jsou i při likvidaci odpadní rostlinné hmoty v ovocnářství, na vinicích, jahodových a dalších kulturách v zelinářství a také v komunální oblasti při úpravách parkových a jiných ploch. Přímé náklady na postup mulčování se potom pohybují v rozmezí 1000-3000 Kč /ha při zásahu na jedné ošetřované ploše.

Vzhledem k rozšiřování ploch ponechaných ladem zvláště v horských a podhorských oblastech lze očekávat také rozšíření dalších postupů mechanického ošetření a likvidace nežádoucích porostů kombinacemi postupů sečení nebo mulčování se spásáním popř. i kompostováním. Předpokládá se proto, že dojde v brzké době k většímu nárůstu požadavků na stroje pro sečení a mulčování v těchto výrobních oblastech. Pro tyto horské oblasti se zejména předpokládá rozšíření speciálních strojů o menších pracovních záběrech do 3m.

Vzhledem k pracovním podmínkám jsou na tyto stroje kladeny značné požadavky. Kolísání množství zpracovávaného porostu a také jeho vlastností je velmi vysoké, množství dosahuje 1 až 30 t/ha rostlinné hmoty. Omezení zemědělské péče na těchto půdách má za následek, že se na často svažitéch a zamokřených plochách nacházejí četné překážky, které vedou k poškození a prostojům strojů. Také z ekologického hlediska jsou na mulčovače kladeny vysoké požadavky na minimální poškozování mikroflóry i stávající vegetace a v neposlední řadě i na ochranu zvěře. Popsané podmínky proto vyžadují různá konstrukční řešení pracovních orgánů strojů a jejich použití. Mulčovače proto mají pracovní ústrojí různého typu a konstrukčního provedení např. je to skupina srpových, krouživých či talířových mulčovačů s vertikální osou otáčení pracovních nožů, skupina cepových nebo kladívkových mulčovačů a skupina šnekových mulčovačů s horizontální osou otáčení pracovního ústrojí. Srpové, krouživé mulčovače v důsledku horizontálního řezu jsou vhodné u stonkových porostů. Mají však tendenci k vytváření řádků takže je často nutné zařadit další operaci rovnoměrného rozmetání rozdrčené hmoty. Toto odpadá při použití cepových a kladívkových mulčovačů s vertikálně pracujícími pracovními orgány.

Příklady provedení mulčovačů různých výrobců jsou na obrázcích obr.5.1 až obr. 5.7. Agrostroj Pelhřimov vyrábí mulčovače kladívkového typu o pracovním záběru 2 maž 3,6 m. Na obr. 5.2 je detail pracovního ústrojí cepového, kladívkového typu mulčovače firmy Perfect Van Wamel v čelním zavěšení na traktoru. Na obr. 5.3 je vidět rovněž detail a provedení srpového, krouživého mulčovače téže firmy o pracovním

záběru 1,8 až 3,6 m s možností čelního i bočního zavěšení za traktor. Firma Votex představila v loňském roce nový širokozáběrový mulčovač cepového typu. Stroj je vhodný pro údržbu a ošetření velkých travních ploch např. na letištích a v komunální oblasti, obtížně je stroj použitelný pouze při vysokém výskytu zetlelých slamnatých zbytků. Mulčovače firmy Schulte jsou krouživého srpového nebo talířového typu pracovního ústrojí se záběrem 3,2; 4,5 a 8 m. Jsou vysoce výkonné a mají výkyvné připojení za traktorem i stranových křídel stroje, což umožňuje velmi dobré kopírování a otáčení stroje v terénu. Na obrázcích obr. 5.4 a obr. 5.5 jsou cepové a kladívkové mulčovače firmy Humus menších pracovních záběrů (1,55-2 m) určené zejména pro práci na svažitéch terénech v horských oblastech a pro komunální účely.



Obr.5.1 - Mulčovače typu MU s kladívkovým pracovním ústrojím z Agrostroje Pelhřimov



Obr.5.2 - Detail pracovního válce kladívkového mulčovače v čelním zavěšení na traktoru firmy Perfect van Wamel



Obr.5.3 - Krouživý mulčovač s detailem proveden pracovního ústrojí od firmy Perfect van Wamel dosahuje vysoké pracovní rychlosti až 10 km/h



Obr.5.4 - Čelní zavěšení cepového mulčovače menšího záběru firmy Humus je výhodné zvláště na svažitých plochách v horských oblastech



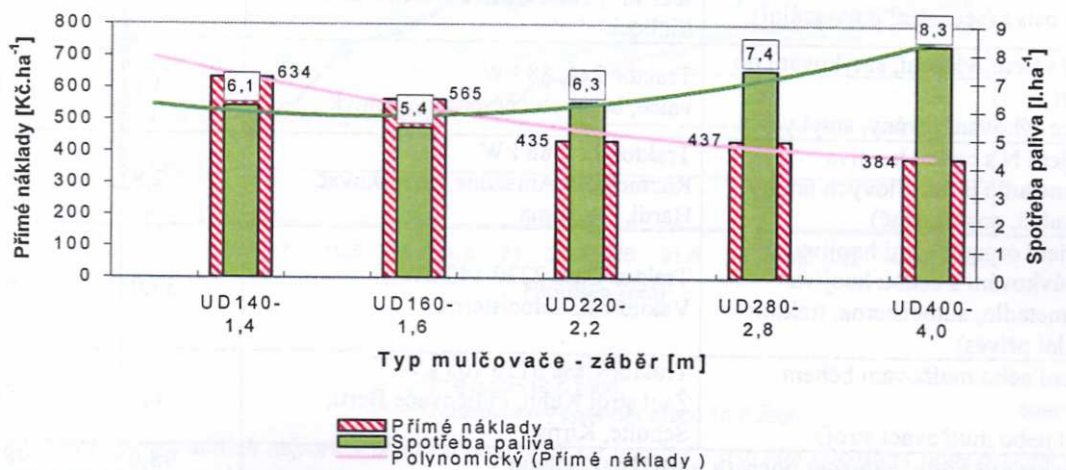
Obr.5.5 - Model kladívkového mulčovače záběru 1-2 m firmy Humus pro zadní i čelní zavěšení za traktorem s kopírováním plochy půdním válcem



Obr.5.6 - Mulčovač srpového, krouživého či talířového typu s vertikální osou otáčení pracovních nástrojů nožů

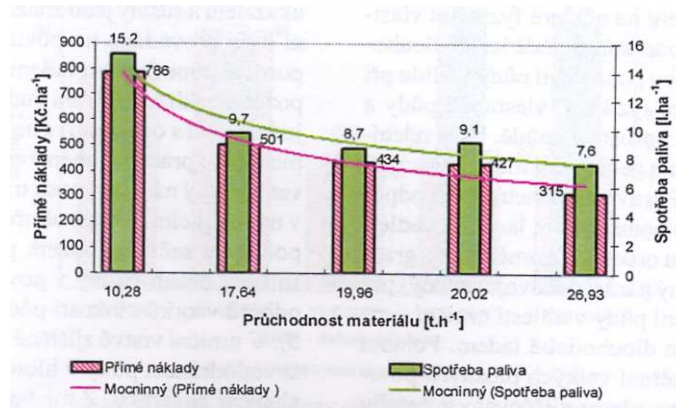


Obr.5.7 - Mulčovač kladívkového a cepového typu pro ošetření porostů



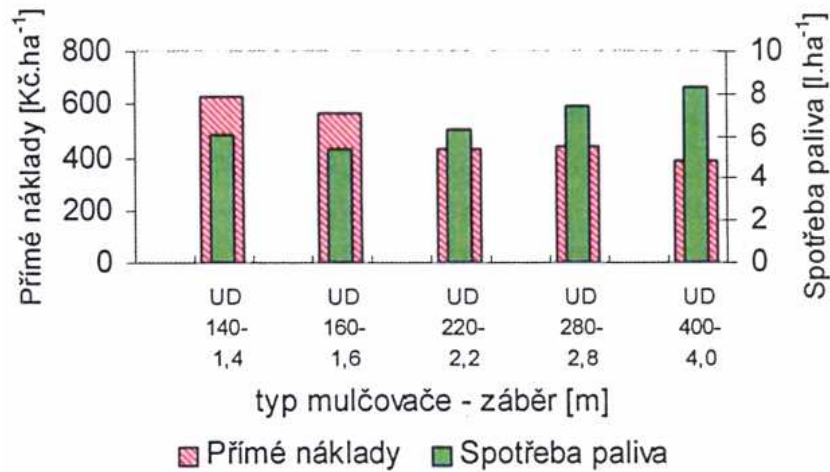
Graf 5.1 - Náklady a spotřeba paliva na ošetření travního porostu mulčováním kladívkového typu v závislosti na pracovním záběru stroje.

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2006



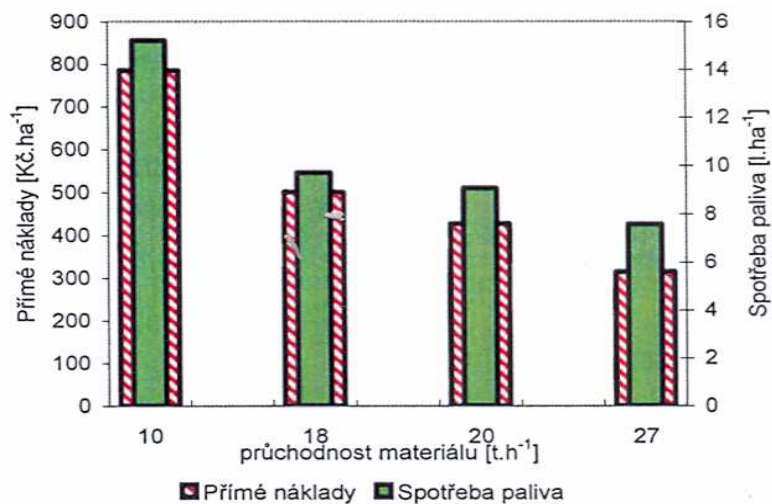
Graf 5.2 - Náklady a spotřeba paliva na mulčování v závislosti na průchodnosti zpracovaného materiálu mulčovačem.

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2006



Graf 5.3 - Náklady a spotřeba paliva výrobní řady mulčovačů STS Jindřichův Hradec

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007



Graf 5.4 - Závislosti nákladů a spotřeba paliva na průchodnost kladívkového mulčovače

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

Tab.5.1 - Příklad pracovního postupu a technického vybavení při zakládání a ošetření porostu na orné půdě uváděním do klidu.

Pracovní operace	Technické zajištění (energetický prostředek + stroj) (příklady)	Spotřeba paliva (l.ha ⁻¹)	Náklady variabilní + fixní (Kč.ha ⁻¹)
Podmítka mělká 8-12 cm (radličkový nebo talířový podmítač)	Traktor Case 7230 140 kW Radličkový podmítač, K verneland, talířový (diskový) podmítač PH 2-020	8,2	440
Vápnění, podíl O, 25 (rozmetadlo hnojiv, nakladač)	Traktor 2x4, 75 kW Rozmetadlo Amazone ZAU 18, nakladač	7,5	675
Střední orba s urovnáním oranice (pluh s drobičem nebo smykem)	Traktor Case 7250 Pluh Europa 2,6 m	20,1	1200
Příprava půdy před setím ošetření vláčením a smykováním (hřebové brány, smyky)	Traktor Case 7230 140 kW agregát smyk a brány BTZ 10m	3,0	180
Válení před setím (válce hladké)	Traktor 2x4, 75 kW válce hladké	4,0	200
Setí univerzálním secím strojem bez ceny osiva (secí stroj univerzální)	Traktor 2x4, 88 kW secí stroj Amazone, Lemken Hasia, Einbock	6,7	385
Jarní válení, vláčení, smykování po zasetí (válce rýhované, brány, smyky)	Traktor 2x4, 88 kW válce, brány, lučně-pastevní smyk Traktor 2x4, 88 kW	4,1	210
Hnojení N s cenou hnojiva (rozmetadlo průmyslových hnojiv, nakladač, postřikovač)	Rozmetadlo Amazone, postřikovač Hardi, Tecnomat	2,8	1375
Hnojení organickými hnojivy, močůvkování s cenou hnojiva (rozmetadlo, autocisterna, traktor + fekální přívěs)	Traktor Case 7230 140 kW Vakuomat, autocisterna	33,0	4650
Sečení nebo mulčování během vegetace (žací nebo mulčovací stroj)	Traktor Case 5150 103 kW Žací stroj Kuhn, mulčovače Berti, Schulte, Kirpy	8,5	500
Zpracování půdy, založení porostu a ošetření celkem		98,0	9815

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

Plošné výkonnosti mulčovačů za směnu byly podle pracovního záběru stroje a pracovních podmínek naměřeny v rozmezí 5-28 ha.sm⁻¹. Přímé náklady na operaci mulčování byly vypočteny v rozmezí 350-900 Kč.ha⁻¹. Příklad průměrně zjištěných přímých nákladů a spotřeby paliva při použití kladívkového mulčovače českého výrobce na travní porostu v závislosti na šíři pracovního záběru je znázorněn na grafu (graf 5.3). Výsledky jsou však značně závislé na množství zpracovávaného materiálu t.j. na složení a stavu porostu a na průchodnosti stroje jak je znázorněno na dalším grafu (graf 5.4). Na základě provedených měření a informací od uživatelů je nutné při přerostlém porostu opakovat zásah mulčování na téže ploše vícekrát s různou výškou řezu strniště. Náklady na mulčování potom samozřejmě přiměřeně vzrostou. Zjištěné provozně-ekonomické údaje o pracovních postupech, strojních linkách a soupravách používaných při péči a ošetřování půdy uváděné do klidu v různých výrobních

a půdních podmínkách zemědělských podniků byly zpracovány do tabulek. Byly vypracovány návrhy doporučených pracovních postupů pro zakládání a ošetření trvalých travních porostů, energetických a dalších půdo ochranných plodin na půdách uváděných do klidu. Příklad pracovního postupu a operací zakládání travního porostu při uvádění orné půdy do klidu je na tabulce (tab.5.1). V tabulkách jsou uvedeny celkové náklady a spotřeba paliva na pracovní operace a příklady možného technického vybavení podniků, použitých strojních souprava .

VÚZT Praha prováděl v minulém období hodnocení některých provozních a ekonomických parametrů vybraných mulčovačů. Byly zjištěny základní údaje o výkonnostech, průchodnosti a spotřebě paliva souprav strojů a možnostech jejich uplatnění u uživatelů. Na základě zjištěných provozních parametrů a cen byly vypočteny náklady a spotřeba paliva na provoz těchto strojů. Plošné výkonnosti mulčovačů za směnu byly podle pracovního záběru stroje a pracovních podmínek naměřeny v širokém rozmezí 5-28 ha za směnu. Přímé náklady na operaci mulčování byly vypočteny v rozmezí 350-900 Kč/ha. Výsledky jsou však značně závislé na množství zpracovávaného materiálu tj. na složení a stavu porostu a průchodnosti stroje jak je uvedeno na grafu 2. Na základě provedených měření a zkušeností uživatelů je nutné při přerostlém porostu opakovat zásahy mulčováním na téže ploše vícekrát s různou výškou řezu strniště. Náklady na mulčování potom ovšem úměrně rostou. Ošetření travních ploch sečením nebo mulčováním musí být do roka prováděno několikrát. Přímé náklady na postup mulčování se potom pohybují v rozmezí 1000-3000 Kč/ha při zásahu na jedné ošetřované ploše.

Postupy mulčování při ošetření travních porostů i půd ponechaných ladem a porostů na nich, při likvidaci odpadní rostlinné hmoty mají ovšem také některá ekologická rizika. Jedná se především o možné nepříznivé vlivy na složení porostů vlivem vyležení a snížení odolnosti některých kulturních rostlin. Tyto vlivy, které mají trvalejší účinky, je proto potřebné důkladněji výzkumně sledovat. Problematika opakovaného mulčování biomasy na půdách ponechaných v klidu je v poslední době proto odborníky přehodnocována a diskutována vzhledem k některým negativním účinkům tohoto postupu na půdu (zvýšení obsahu a vyplavování nitrátů) .

Alespoň jednou v roce musí být plochy ležící ladem posekány nebo mulčovány. Nejen z hlediska potlačení rozšiřování plevelů, ale i z důvodu péče o kraj inu, protože zanedbané plochy poškozují krajinu. Stanovení lhůty pro mulčování je závislé na druhu rostlin používaných pro ozelenění a na plevelech před jejich generativním množením. Převážně by mělo být mulčováno v červnu a červenci. Mimo orných půd ležících ladem měly by být také louky a pastviny extenzivně obhospodařované nebo nevyužívané podrobovány alespoň minimální péči, protože jinak velmi rychle a trvale degeneruje a neplní svoji funkci. Střední péče o tyto plochy spočívá ve smykování a válcování v předjaří a posečení jednou za rok při extenzivní pastvě popř. minimálně v jednom mulčování. Náklady na tyto operace by celkem neměly přesáhnout cca 1000 Kč/ha. Tyto operace jsou však důležité a potřebné pro udržení typické vegetace luk a pastvin. Kdyby se tyto operace zanedbaly zcela, potom by na většině těchto ploch proběhlo stádium vytváření náletu, které by vedlo k zaplevelení a neřízenému zalesnění.

Při mulčování porostů na ladem ležící orné půdě, lukách a pastvinách se vzrostlá biomasa seče, drtí a rozprostírá na široko a zetlí na téže ploše. Jedná se v tomto případě o tzv. plošné kompostování. K mulčování vzrostlého porostu na loukách a pastvinách

by se mělo přistupovat vždy koncem června, druhé zpracování by mělo přijít v srpnu až září u silně zaplevelených pozemků. U suchých a polosuchých travních porostů postačí pouze jeden mulčovací řez v září.

Závěr

Kompostování řezanky po posečení se sice odborníky velmi doporučuje, ale je značně nákladné. Uvážíme-li, že náklady na řádné kompostování sklizené hmoty v zemědělském podniku činí dle odhadu 4000-6000 Kč/ha ošetřované plochy. Nebo může být organický materiál získaný při ošetření ploch přepraven a rozmetán a následně zaorán na jiné orné půdě. Pokud je posečený materiál zkompostován v průmyslových kompostárnách, náklady se ještě znásobují vlivem další manipulace a dopravy.

6. Bioplyn

6.1 Co je to bioplyn?

Jedná se o plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů a skládající se z metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2).

Složení bioplynu

- Metan 40-75%
- Oxid uhličitý 25-55%
- Vodní pára 0-10%
- Dusík 0-5%
- Kyslík 0-2%
- Vodík 0-1%
- Čpavek 0-1%
- Sulfan 0-1%

Energeticky hodnotný je v bioplynu metan a vodík. Problematickými jsou sirovodík a čpavek, které je často nutné před energetickým využitím odstranit, aby nepůsobili agresivně na strojním zařízení.

Anaerobní digestce je kontrolovaná mikrobiální přeměna organických látek bez přístupu vzduchu za vzniku bioplynu a digestátu. Produktem digestace je digestát, který splňuje kvalitativní požadavky vyhlášky o biologických metodách zpracování biologicky rozložitelných odpadů.

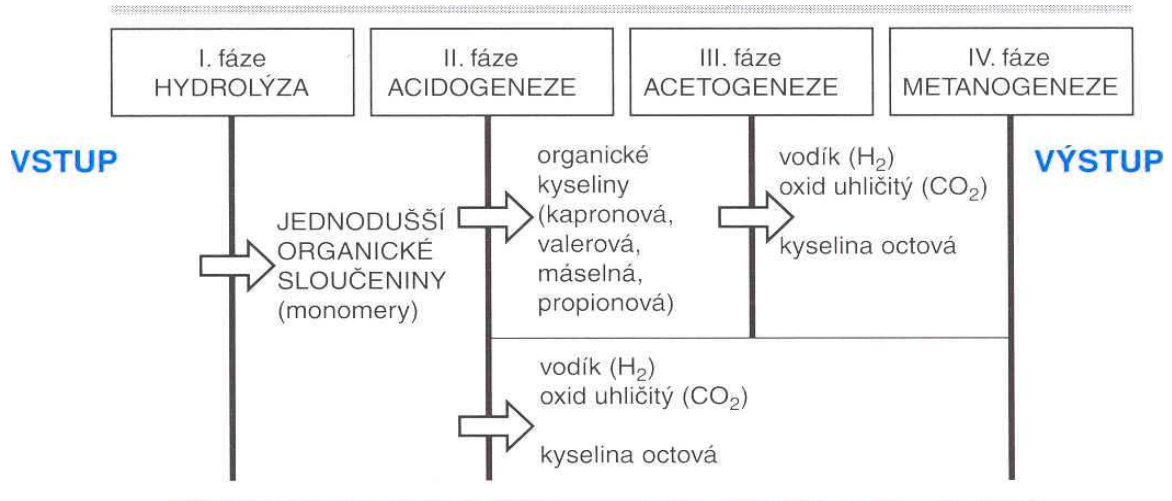
Bioplyn je produkovaný zejména v přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávící ústrojí (zejména u přežvýkavců). v zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole, uskladnění hnojů a kejd-odpadovém hospodářství na skládkách odpadů (zde je označován jako skládkový plyn), na anaerobních čistírnách odpadních vod, v bioplynových stanicích.

6.2 Jak vzniká bioplyn

Biologický rozklad organických látek je složitý víceetapový proces, na jehož konci působením metanogenních, acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plynných složek, metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH neboli kyselost materiálu, anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, absence inhibičních biochemických látek atd.

Anaerobní mikroorganismy produkující metan (metanogeny) jsou považovány za jedny z nejstarších živých organismů na naší planetě. Kyslík i v sebemenší koncentraci je pro ně totéž jako prudký jed pro živé organismy. Jejich přízpůsobivost

jim umožnila přežít i poté, co se v atmosféře Země začal objevovat kyslík. Těsná symbióza s jinými aerobními organismy, které jim zajišťují energii a anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí umožnila jejich přežití až do dnešní doby. Všude přítomné metanogenní kultury proto v přírodě nalézáme zásadně ve směsných kulturách, nikoliv v čistém stavu.



Obr.6.1 - Schéma anaerobní fermentace

Biologický rozklad organických látek v anaerobních podmínkách je proces, který se nazývá metanová fermentace, metanové kvašení, anaerobní fermentace, anaerobní digesce, biogasifikace, biometanizace, biochemická konverze organické látky atd. Tento proces probíhá za určitých podmínek v přírodě samovolně nebo je vyvolán záměrně v biotechnických zařízeních. Výsledkem metanové fermentace je vždy směs plynů a fermentovaný zbytek organické látky. Pro tuto směs plynů, obsahující vždy dva majoritní plyny (metan CH₄ a oxid uhličitý CO₂) a v případech v praxi početnou, avšak objemově zanedbatelnou řadu minoritních plynů, se ustálily různé názvy podle jejich původu nebo místa vzniku. Tak rozeznáváme:

1. Zemní plyn - vznikl anaerobním rozkladem biomasy nahromaděné v dávných dobách je energeticky nejhodnotnější, obsahuje 98 % metanu. Je klasifikován jako neobnovitelný zdroj energie.
2. Důlní plyn - původ jeho vzniku je obdobný jako u zemního plynu. Energetické využití nemá, pro svoji výbušnost ve směsi se vzduchem, resp. kyslíkem, je velmi nebezpečnou příčinou důlních, ale i povrchových havárií.
3. Kalový plyn - vzniká anaerobním rozkladem organických usazenin v přírodních i umělých nádržích, uvolňuje se ze dna oceánů, moří, jezer, močálů, rybníků, které se pravidelně nečistí, ale vzniká i v biologickém stupni čistíren odpadních vod, rýžovištích, rašeliništích apod. Intenzita jeho vývinu i chemické složení jsou značně variabilní. Je to způsobeno variabilitou proces podmínek, za kterých vzniká.

4. Skládkový plyn - většina skládek komunálního odpadu obsahuje 20 až 60 % organických materiálů, ze kterých může za vhodných podmínek anaerobní fermentací vznikat po mnoho let skládkový plyn s velmi proměnlivým složením. Jeho povrchové výrony jsou velmi nebezpečné, proto je žádoucí skládkové plyny získané při odplynění skládek komunálního odpadu využít k energetickým účelům nebo likvidovat bezpečnostním hořákem.
5. Bioplyn - obecně lze tento název použít pro všechny druhy plyných směsí, které vznikly činností mikroorganismů. Tím je vyjádřeno, že všechny druhy plynu anaerobního původu vznikají principiálně stejným způsobem, ať probíhá metanogenní proces pod povrchem země, v zažívacím traktu živočichů zvláště přežvýkavců, ve skládkách komunálního odpadu, v lagunách, nebo v řízených anaerobních reaktorech. V technické praxi se ustálil název bioplyn pro plynou směs vzniklou anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, lagunách se zařízením na jímání bioplynu atd.).



Obr 6.2, 6.3 - Kofermentační bioplynové stanice, plnění odpadní biomasou

6.3 Z jakých materiálů se bioplyn tvoří

Biomasa je obecný pojem pro materiál vhodný pro využití k energetickým účelům formou metanogenní fermentace. Za biomasu je v užším pojetí považována organická hmota rostlinného původu vznikající na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie. Pod pojmem biomasa si však můžeme představit substanci biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu (fytomasu) pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. Bioplyn lze získávat ze všech druhů biomasy. U běžných organických substrátů podrobených metanogenní fermentaci se metan získává rozkladem polysacharidů, lipidů a proteinů. Při rozkladu jinak dobře rozložitelných proteinů (bílkovin) se do bioplynu uvolňují sirnaté složky (např. sulfan - H_2S), které je před konečným využitím bioplynu nutné v některých případech odstranit. Rozkladem lipidů (tuků) je možné dosáhnout nejlepší výtěžnosti, bohužel jejich podíl ve fermentovaném materiálu nebývá vysoký. Rozklad polysacharidů zvláště obsažených ve fytomase bývá hlavním zdrojem látek pro tvorbu metanu. Jedna z hlavních stavebních látek fytomasy - lignin - je z hlediska metanogeneze balastním materiálem a tvorby metanu se téměř neúčastní, pokud není fyzikálně-chemickými procesy předem zpracována.

Obecné vlastnosti materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci

- Malý obsah anorganického podílu (popelovin). Organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek (zpravidla se zpracovávají homogenizované směsi materiálů)
- Optimální obsah sušiny pro zpracování pevných odpadů je 22 až 25 %, v případě tekutých odpadů 8 až 14 %. Tekuté odpady s obsahem sušiny menším než 3 % jsou zpracovávány anaerobní fermentací s negativní energetickou bilancí (proces je udržován na požadované provozní teplotě za předpokladu dodávky doplňkového tepla z externího zdroje). Pozitivní energetické bilance je dosahováno zpravidla až při obsahu sušiny tekutých odpadů větším než 3 až 5 %. Horní hranici optimálního obsahu sušiny tekutého odpadu tvoří vždy mez čerpatelnosti materiálu. Absolutní hranice obsahu sušiny, při které ještě probíhá anaerobní fermentace, je 50 %. Heterogenní vlhkostní pole v pevném organickém materiálu způsobuje, že provozu v praxi je metanogeneze tlumena postupně, a nikoliv rázově. To je velmi významný faktor mající význam především při zpracování velkých objemů materiálů, jako například skládek komunálních odpadů.
- Významným faktorem ovlivňujícím metanogenní fermentaci je číslo pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu. Za optimální hodnotu pH na vstupu do procesu se považuje interval blízký neutrální hodnotě pH 7 až 7,8. V průběhu procesu se tento parametr mění. Na začátku převažuje aktivita acidogenů a pH může poklesnout na 4 až 6. Při hodnotách pH substrátu menších než 5 se mohou začít objevovat inhibiční účinky na některé kmeny metanogenů. Dojde-li však za příznivých podmínek k jejich rozvoji, zvýší svojí aktivitou číslo pH substrátu až na neutrální hodnotu pH = 7. Některé kmeny metanogenů jsou schopny se rozvíjet i v silně alkalickém prostředí (pH = 8 až 9). V praxi se hodnota pH

materiálu na vstupu do procesu upravuje homogenizací směsných materiálů nebo alkalickými přísadami.

- Významným parametrem pro hodnocení vhodnosti materiálů pro anaerobní fermentaci je poměr uhlíkatých a dusíkatých látek. Za optimální se považuje pásmo kolem 30 : 1. Vysoký obsah dusíkatých látek se může projevit negativně na složení bioplynu (obsahuje minoritní obsah plynů, jako například amoniaku, oxidu dusného atd.). Mezi materiály s vysokým obsahem N patří exkrementy všech druhů hospodářských zvířat, opačný extrém (vysoký obsah C) tvoří materiály rostlinného původu. V praxi se optimálního poměru C : N dosahuje míšením různých materiálů.
- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být významně narušena nežádoucími příměsmi. Jedná se zpravidla o látky potlačující mikrobiální rozvoj, především o všechny druhy antibiotik používaných jako léčiva pro zvířata, nebo preventivně jako součást krmných směsí pro drůbež. Do pracovního prostoru reaktorů bychom neměli dávat ani materiály, které jsou již ve hnilobném rozkladu.
- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být narušena jeho předchozím zpracováním nebo manipulací. Dlouhodobým skladováním materiálu, při kterém proběhne proces aerobní fermentace (kompostování), nebo fyzikálně-mechanickými účinky na materiál (například při potrubní dopravě slamnaté chlévské mrvy atd.), se může narušit následný proces anaerobního zpracování materiálu.

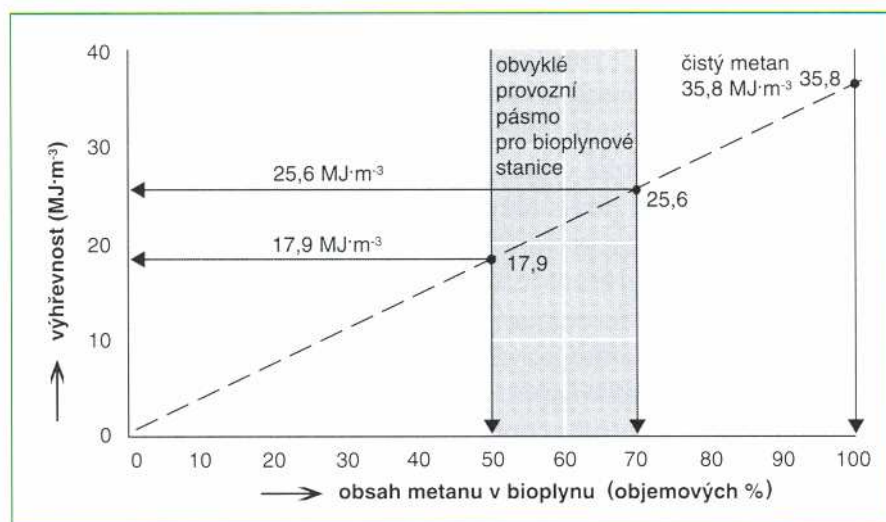
Poměr obsahu uhlíku a dusíku u některých materiálů

Druh materiálu	C : N
kůra	120: 1
piliny	500 : 1
papír, karton	350 až 1 000 :
odpad z kuchyně	12 až 20 : 1
odpad ze zeleniny	13 : 1
posečená tráva	12 až 25 :
odpad ze zahrad	20 až 60 .
listí	30 až 60 : 1
dřevěné štěpky	100 až 150 :
drůbeží trus	10 : 1
močůvka	2: 1
kejda skotu	10 : 1
sláma obilná	60 až 100 :

6.4 Charakteristika bioplynu

Princip vzniku bioplynu je ve všech popisovaných případech (zemní plyn, důlní plyn: kalový plyn, skládkový plyn, reaktorový plyn) stejný. Jeho fyzikální a chemické vlastnosti však závisí na materiálových a procesních parametrech. V ideálním případě by bioplyn obsahoval pouze dva majoritní plyny, a to metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2). Obsah metanu se obvykle pohybuje od 50 do 75 %. V ideálním případě jej doplní 25 až 50 % oxidu uhličitého. V praxi je však surový bioplyn tvořen směsí dalších minoritních plynů, které mohou signalizovat přítomnost některých chemických prvků v materiálu nebo poruch průběhu anaerobní fermentace.

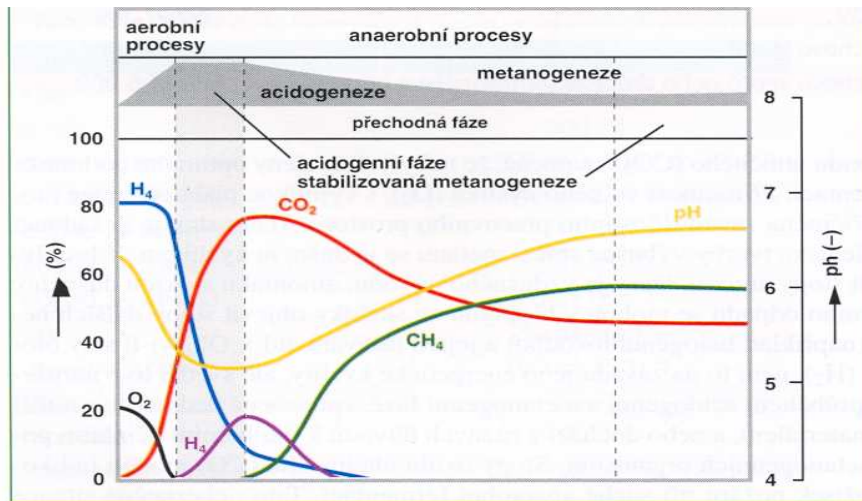
Vysoký obsah oxidu uhličitého (CO_2) znamená, že nebyly vytvořeny optimální podmínky pro anaerobní fermentaci. Přítomnost volného kyslíku (O_2), s výjimkou počáteční fáze procesu, může být zapříčiněna zavzdušňováním pracovního prostoru. Tento stav je nežádoucí z bezpečnostního hlediska tvorby výbušné směsi metanu se vzdušným kyslíkem. V bioplynu se mohou objevit stopy argonu, který je vzdušného původu, amoniaku a oxidu dusného. V případě komunálního odpadu se mohou v bioplynu ze skládky objevit stopy dalších nežádoucích příměsí (například halogenuhlovodíků a jejich derivátů atd.). Objeví-li se v bioplynu stopy vodíku (H_2), není to na závadu jeho energetické kvality, ale svědčí to o narušení rovnováhy mezi průběhem acidogenní a metanogenní fáze, způsobené nadměrnou zátěží reaktoru surovým materiálem, a nebo dochází z různých důvodů k inhibičním účinkům potlačujícím rozvoj metanogenních organismů. Stopy oxidu uhelnatého (CO) mohou indikovat lokální vznik ložisek požáru při suché anaerobní fermentaci. Tato nebezpečná situace se vyskytuje především na skládkách komunálních odpadů, nikoliv v reaktorech. Velmi významným minoritním plynem v bioplynu je v některých případech sulfan (H_2S), pocházející zpravidla z biochemických procesů při rozkladu proteinů (bílkovin). Obsah sulfanu (H_2S) v bioplynu je velmi proměnlivý.



Obr. 6.4 - Výhřevnost bioplynu v závislosti na obsahu metanu

6.5 Vlastnosti bioplynu a jeho složení

Výhřevnost: Hodnota výhřevnosti bioplynu je určena majoritním obsahem metanu (CH_4) (obr. Ostatní minoritní plyny v bioplynu (H_2 , H_2S , ...) mají prakticky zanedbatelný energetický význam. Spalné teplo suchého bioplynu má hodnotu stejnou jako výhřevnost.



Obr.6.5 - Schéma změn složení bioplynu při náběhu anaerobního fermentačního procesu

Tab.6.1 -Srovnání fyzikálních, chemických a spalovacích vlastností metanu a jiných plynů

Plyn	Hustota ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	Poměrná hustota' $d = \rho/\rho_{\text{O}_2}$	Spalné teplo ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$)	Výhřevnost ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$)	Stech. objem ($\text{m}^3\cdot\text{m}^{-1}$)	
					kyslík	vzduch
metan CH_4	0,7175	0,5549	39,819	35,883	2,003	9,561
etan C_2H_6	1,355	1,048	70,293	64,245	3,532	16,859
propan C_3H_8	2,011	1,555	101,242	93,215	5,106	24,372
butan C_4H_{10}	2,708	2,094	134,061	123,810	6,782	32,372
pentan C_5H_{12}	3,452	2,67	169,190	156,56,	8,574	40,926
vodík H_2	0,08988	0,0695	12,745	10,783	0,499	2,383
oxid uhelnatý CO	1,250	0,9667	12,633	12,633	0,500	2,386
oxid uhličitý CO_2	1,977	1,529				
kyslík O_2	1,429	1,105				
dusík N_2	1,2505	0,967				
vodní pára H_2O	0,804	0,66				
sulfan H_2S	1,54	1,191	22,8	22,8		
bioplyn 60 % CH_4	1,2	0,928	21,53	21,53		5,71

Zdroj : Biomasa obnovitelný zdroj energie 2006

Hranice zápalnosti metanu ve směsi se vzduchem je 5 až 15 % objemových. Tato koncentrace metanu již tvoří výbušnou směs. Zápalná teplota bioplynu je určena stejnou hodnotou pro metan, tj. 650 až 750 C°. Velmi důležitá je hodnota hustoty metanu a bioplynu s 60 % podílem CH₄. Bioplyn je těžší než vzduch a vytváří pro živočichy i člověka smrtelně nebezpečné prostředí v reaktorových nádobách, v prohlubeninách u skládek a podobně. Po separaci obou hlavních složek bioplynu (kterou zpravidla naruší termodifuze klesá oxid uhličitý (CO₂) dolů

6.6 Základní technické údaje a vlastnosti metanu

(Požárně technická charakteristika - vyhl. MV č. 21/1996)

Vybrané fyzikální vlastnosti metanu:

teplota vznícení	537 °C
teplotní třída	T 1
mez výbušnosti	4,4 až % obj. 29 až 113 mg·l ⁻¹
skupina výbušnosti	II A
mezní experimentální bezpečná spára	1,14 mm
relativní hustota (ve vztahu ke vzduchu)	0,55
průměr molekuly	4·10 ⁻¹⁰ m
molární hmotnost	16,043 g·mol ⁻¹
relativní molekulová hmotnost	16,043
reálný molární objem	22,3518 m ³ ·k ⁻¹ ·mol ⁻¹
hustota plynu (-161,52 °C, tlak 101,325 kPa)	1,819 kg·m ⁻³
hustota plynu (15 °C, tlak 101,325 kPa)	0,7049 kg·m ⁻³
kritický tlak	45,96 bar
kritická teplota	190,53 K
kritický měrný objem	0,0061 m ³ ·kg ⁻¹
trojný bod	
teplota	90,68 K
tlak	0,117 bar
skupenské teplo tání	58,720 kHg ⁻¹
bod varu	-161,52 °C
skupenské teplo varu (-161,52 °C, tlak 101,325 kPa)	510,20 kHg ⁻¹
množství plynu z 1 m ³ kapaliny (15 °C, 1 bar)	630 m ³
výhřevnost (ref. teplota spal. 15 °C, tlak 101,325 kPa)	
objemová	34,016 MJ·m ⁻³
molární	802,69 kJ·mol ⁻¹
spalné teplo (ref teplota spal. 15 °C, tlak 101,325 kPa)	
objemové	37,782 MJ·m ⁻³
molární	891,56 kJ·mol ⁻¹
měrná tepelná kapacita c _p ideálního plynu	2,195 KJ·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
měrná tepelná kapacita C _v ideálního plynu	1,686 KJ·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
poměr c _p :c _v ideálního plynu (15 °C, tlak 101,325 kPa)	1,301
mez výbušnosti směsi s kyslíkem	555 °C
minimální zápalná energie (vzduch + 8,5 % eH ₄)	0,28 mj
koncentrace s největším nebezpečím vznícení	8,2 % obj.
teoretické množství spal. vzduchu (vzduch: reálný plyn) 9,563 m ³ ·m ⁻³	17,233 kg·kg ⁻¹
stechiometrické spalování směsi s kyslíkem (20 °C, tlak 101,325 kPa)	
teplota plamene	2 810 °C
max. spal. rychlost	3,9 m·s ⁻¹
stechiometrické spalování směsi se vzduchem (20 °C; 101,325 kPa)	
teplota plamene	1 957 °C
max. spal. rychlost	0,4 m·s ⁻¹
Wobbeho číslo ideálního plynu (O °C, tlak 101,325 kPa)	53,3781 MJ·m ⁻³
Wobbeho číslo reálného plynu (O °C, tlak 101,325 kPa)	53,4568 MJ·m ⁻³

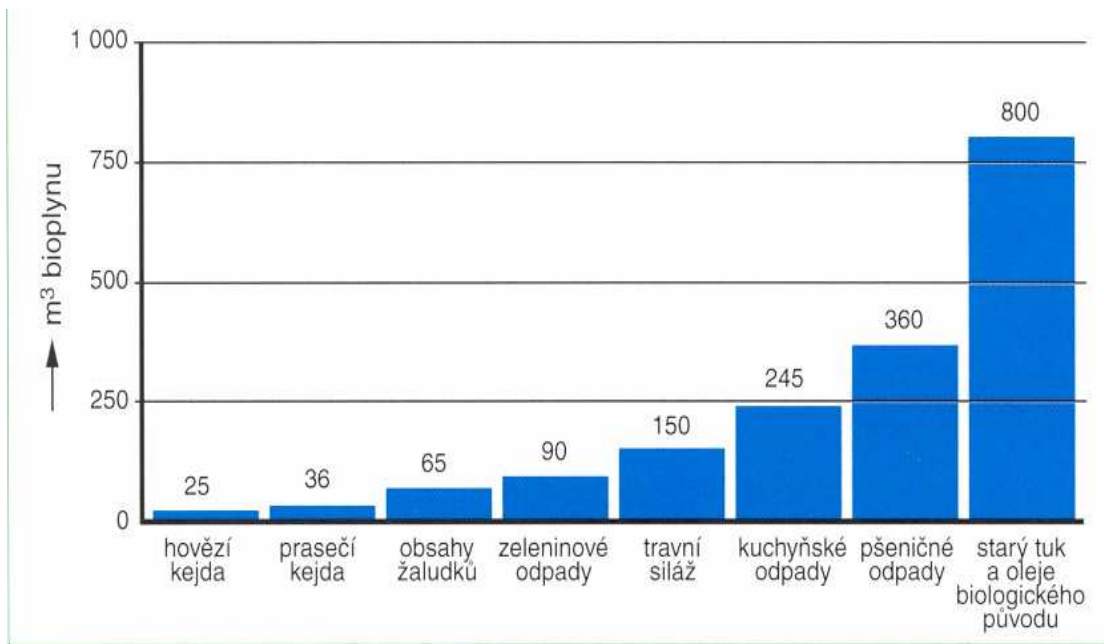
6.7 Výpočet množství vyrobeného bioplynu

Koho zajímá energetický zisk bioplynové stanice?

- INVESTORA** - při manažerském rozhodování o realizaci bioplynové stanice je třeba znát alespoň hrubý odhad produkce bioplynu jako jeden ze základních parametrů pro technicko-ekonomické analýzy realizace provozu.
- PROJEKTANTA** - při zpracování projektové dokumentace, jejíž součástí je technicko-ekonomické hodnocení projektované stavby bioplynové stanice.
- PROVOZOVATELE** - při hodnocení skutečné ekonomické efektivity provozu bioplynové stanice a porovnání s projektovanými parametry.

Existují tři základní způsoby výpočtu množství vyrobeného bioplynu z organických odpadů:

a) Výpočet podle tabulkových údajů - pro materiály typu exkrementů hospodářských zvířat jsou potřebné údaje Tyto údaje byly získány z experimentálních pokusů nebo analýzou literárních údajů.



Obr.6.6 - Měrná produkce bioplynu z čerstvého materiálu ($m^3 \cdot t^{-1}$)

b) Výpočet podle předpokládaného úbytku organické sušiny zpracovávaného materiálu

Předpokladem použití této metody je znalost měrné produkce bioplynu z jednotkového množství sušiny zpracovávaného materiálu.

Známe-li hmotnost zpracovávaného vlhkého organického materiálu M (kg) a podíl vlhkosti w (I), vypočítáme hmotnost sušiny materiálu .

$$M_s = M(1-w) \quad (\text{kg})$$

Vyloučíme z propočtu anorganický podíl v sušině (popeloviny), který se podle druhu materiálu pohybuje mezi 5 až 20 % hmotnosti sušiny, a získáme hmotnost sušiny organického podílu $M_s \text{ org}$

$$M_s \text{ org} = M_s (0,80 - 0,95) \quad (\text{kg})$$

Množství vyrobeného bioplynu Q_{BP} (m^3) vypočítáme $Q_{BP} = M_s \text{ org } q$ (m^3)

kde

q je měrná produkce bioplynu pro daný materiál vztažená na jednotkové množství organické sušiny ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$) (obr. 6.6)

Výpočet podle chemického složení materiálu

Protože se v reaktorech stále více zpracovávají směsné materiály (například exkrementy + fytomasa nebo vytríděný organický podíl komunálních odpadů atd.), používá se v takovém případě výpočet produkovaného bioplynu každé jednotlivé složky (uhlohydráty, tuky, bílkoviny) zvlášť. S využitím těchto údajů lze vypočítat produkci bioplynu ze zpracovávaného materiálu.

Produkce metanu z jednotkového hmotnostního množství sušiny materiálu:

$$Q_{\text{CH}_4}^S = \sum (c_i q_i)$$

kde

c_i - koncentrace složky i v sušině materiálu,

q_i - měrná produkce metanu pro složku i .

Produkce metanu z jednotkového hmotnostního množství materiálu s podílem vlhkosti w :

$$Q_{\text{CH}_4}^W = (1 - 0,01 w) Q_{\text{CH}_4}^S$$

$$Q_{\text{CH}_4}^W = 0,01 o_s Q_{\text{CH}_4}^S$$

kde

w - podíl vlhkosti v materiálu (%), o_s - podíl sušiny v materiálu (%).

Produkce metanu z jednotkového hmotnostního množství organické sušiny materiálu (korekce vlivu obsahu popelovin):

$$Q_{CH_4}^{orgS} = \frac{Q_{CH_4}^S}{1 - 0,01c_p}$$

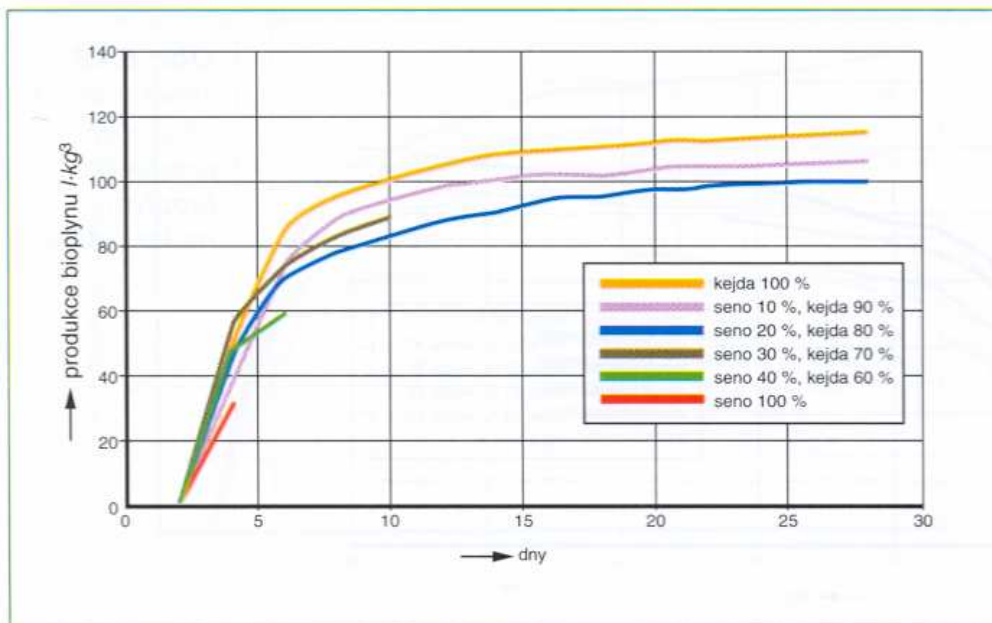
kde

c_p - podíl anorganických látek v sušině materiálu (%) a na konec vypočítáme měrnou produkci bioplynu

$$Q_{BP} = Q_{CH_4} \cdot c_{CH_4}^{-1} \cdot 100$$

kde

$c_{CH_4}^{-1}$ je podíl metanu v bioplynu (%).



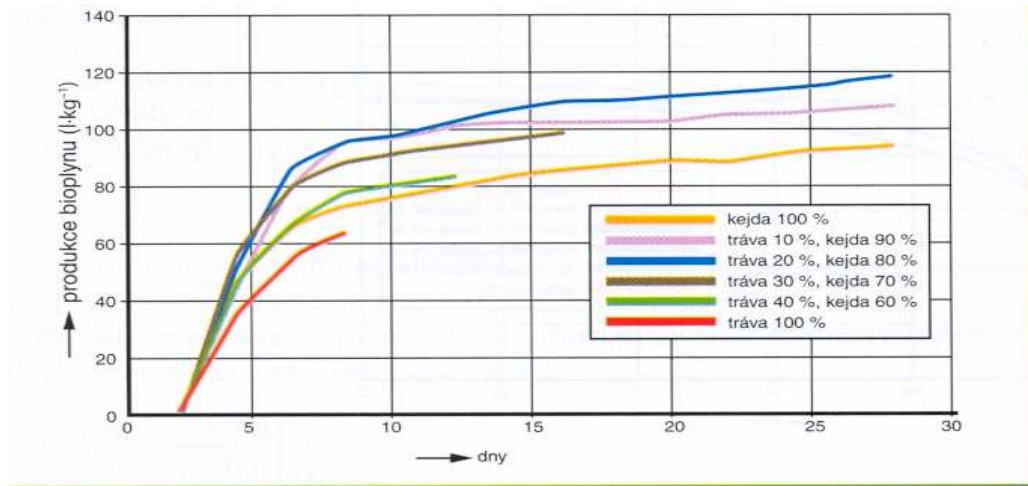
Obr.6.7 - Seno + kejda 5% sušiny produkce bioplynu na kg sušiny

Maximální výtěžnost metanu z organické látky

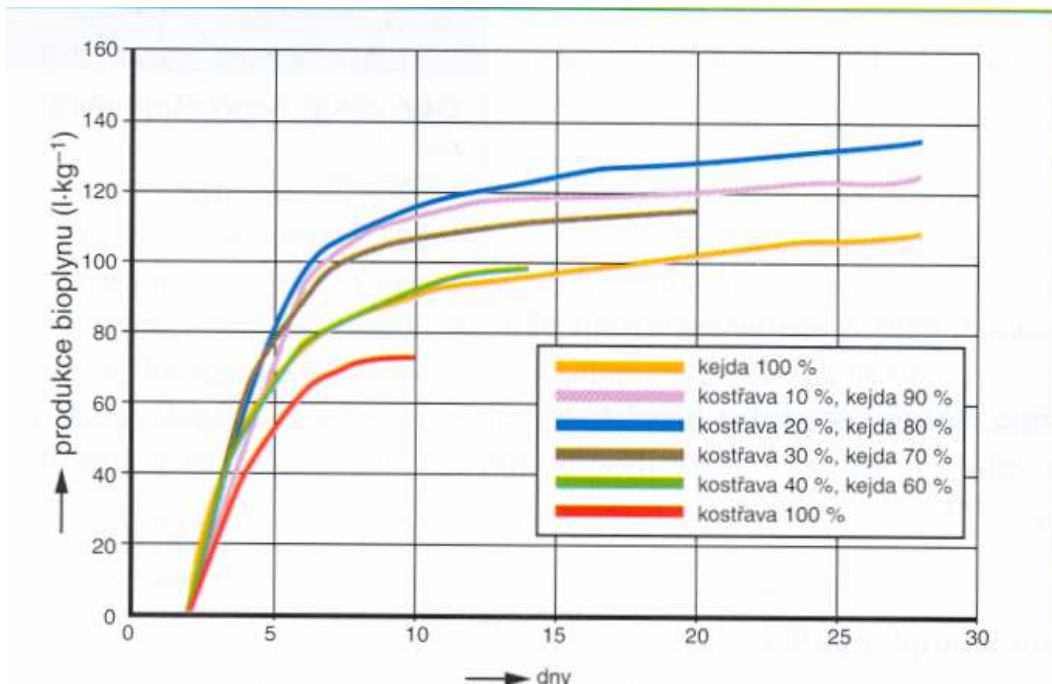
Podle literatury je maximální ekvivalent CHSK vyprodukovaného metanu rovný CHSK původního množství organické rozložené látky. Skutečná výtěžnost metanu je menší, jak vyplývá z následující bilanční rovnice:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{CHSK} & = & \text{CHSK} & + & \text{CHSK} & + & \text{CHSK} \\ \text{původního} & & \text{metanu} & & \text{biologicky} & & \text{na růst} \\ \text{substrátu} & & & & \text{nerozložitelného} & & \text{a energ. potřeb} \\ & & & & \text{substrátu} & & \text{biomasy} \end{array}$$

Množství vyrobeného bioplynu závisí mimo jiné na druhu zpracovávaného materiálu. Na obr. 6.8) jsou graficky znázorněny měrné produkce bioplynu ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$) substrátu) pro různé materiály podle údajů pracovníků švýcarského výzkumného ústavu pro zemědělskou ekonomiku a techniku FAT - Tonikon



Obr.6.8 - Kostřava rákosovitá + kejda přepočet produkce bioplynu na kg sušiny



Obr.6.9 - Tráva + kejda přepočet produkce bioplynu na kg sušiny

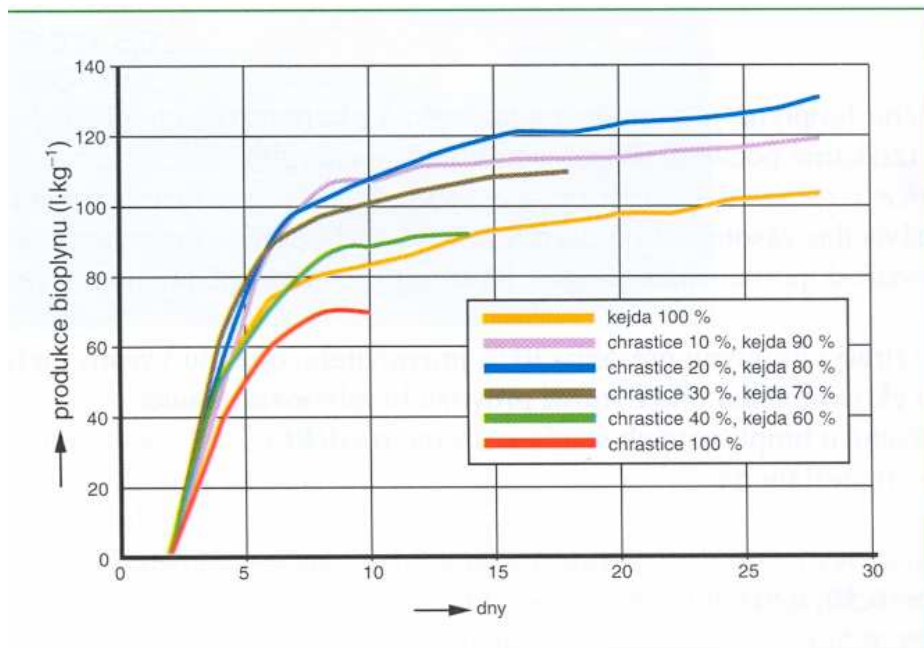
Tab.6.2 - Přepočítávací koeficienty mezi CH₄ a CHSK

1 mol CH ₄	2 moly O ₂	64 g CHSK	22,4 l CH ₄
1 g CHSK	0,25 g CH ₄	0,35 l CH ₄	
1 g CH ₄	4 g CHSK	1,4 l CH ₄	
1 CH ₄	2,857 g CHSK		

Zdroj : Biomasa obnovitelný zdroj energie

Je jí však zpravidla k dispozici velké množství a používá se jako základní složka směsných materiálů, u kterých se dosahuje vyšší měrné produkce bioplynu než u pouhé kejdy. Nejlepších výsledků intenzifikace anaerobní fermentace kejdy bylo dosaženo přimícháním substrátů s vysokým podílem tuků (odpady z jatek, použitý fritovací olej apod.).

Na závěr je třeba zdůraznit, že každý teoretický informativní propočet výroby bioplynu je před zahájením projektových prací velmi účelné prověřit laboratorními testy konkrétního materiálu, které mohou upřesnit návrh konstrukčních a procesních parametrů projektované stavby.

**Obr.6.10** - Chřastice + kejda, přepočet produkce bioplynu na kg sušiny

Tab.6.3 - Měrná produkce metanu z fytomasy

Plodina	Výnos (t·ha ⁻¹)	Výpočetní faktor	Výnos kg org. sušiny z m ²	Produkce metanu m ³ ·kg ⁻¹ suš. org.
žito	3,2 až 4,0	0,0086	0,275 až 0,344	0,65 až 0,72
žitná sláma	2,6 až 3,2	0,0081	0,211 až 0,259	0,27 až 0,31
travní siláž	20 až 25,7	0,0031	0,620 až 0,797	0,45 až 0,48
kukuřičná siláž	31,7 až 40	0,0033	1,046 až 1,320	0,49 až 0,55
siláž z konopí	20 až 23	0,0027	0,540 až 0,621	0,26 až 0,29
krmná řepa	55 až 80	0,0011	0,605 až 0,880	0,58 až 0,62

Tab.6.4 - Produkce bioplynu z čerstvé a silážovaného rostlinného materiálu

Materiál		Produkce bioplynu (l·kg ⁻¹ org-suš.)	Obsah CH ₄ (%)	Doba zdržení ve fermentoru (dny)	Dávkové D, semikontinuální SK
tráva	čerstvá	640	52 až 55	7	D
		516	63	20	D
	siláž	546	54	18	D
		617	60	20	D
		428	55	22	SK
	551	69	31	SK	
vojtěška	čerstvá	630	52 až 55	7	D
		440	52 až 55	50	SK
	siláž	380	65	17	D
		670	52 až 55	7	D
		530	52 až 55	45	SK
jetel	čerstvý	441	59	20	D
směs tráva, jetel		580	52 až 55	90	SK
artyčoky	siláž	480 až 590	52 až 55	46	SK
		510	52 až 55	7	D
		510 až 560	52 až 55	43	SK
		468	67	33	SK
kukuřice	čerstvá	526	65	33	D
		750	64	20	D
	siláž	557	61	20	D
		335	51	8	SK
		430	52	52	SK
zelí	čerstvé	750	52 až 55	7	D
		425	60	20	D
		493	60	36	D
		651	63	31	SK

Tab.6.5 - Měrná produkce metanu z vybraných plodin

	Jednotka	Ozimé žito	Žitná sláma	Kukuřičná siláž	Ozimý ječmen (GPS)	Travní siláž	Konopná siláž
hodnostní ztráty	%	2,0	5,0	9,0	9,0	15,0	9,0
sušina	%	88	86	35	37	35	30
popeloviny	% suš.	2,1	5,8	4,5	6,7	11,9	9,0
N-extrakt	% suš.	82,2	42,0	64,1	55,9	42,9	46,5
vláknina	% suš.	2,7	47,2	20,1	25,6	28,1	38,0
tuky	% suš.	1,8	1,3	3,2	2,2	3,9	0,5
protein	% suš.	11,2	3,7	8,1	9,6	13,2	6,0
produkce metanu	l·kg ⁻¹ suš.	410	386	403	392	381	372
	l·kg ⁻¹ org. suš.	419	409	422	420	433	409

6.8 Využití bioplynu k energetickým účelům

Bioplyn je možné využívat všude, kde se používají i jiná plynná paliva. Předpokladem použití bioplynu je přizpůsobení spotřebiče upravenému bioplynu.

Mezi způsoby energetického využití bioplynu patří:

1. přímé spalování (vaření, svícení, chlazení, topení, sušení, ohřev užitkové vody apod.),
2. výroba elektrické energie a ohřev teplotněného média (kogenerace),
3. výroba elektrické energie, ohřev teplo nosného média, výroba chladu (trigenerace),
4. pohon spalovacích motorů nebo turbín pro získání mechanické energie,
5. využití bioplynu v palivových článcích.

V našich podmínkách se nejčastěji setkáme se spalováním bioplynu v kotlích a využitím v kogeneračních jednotkách.

Spalování v kotlích

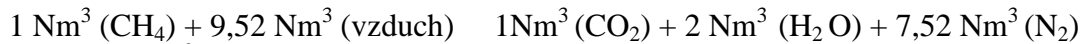
Téměř všichni výrobci hořáků nabízejí modifikace určené na spalování bioplynu.

Běžné typy kotlů žádné další speciální úpravy nepotřebují. Pokud bioplyn obsahuje vysoký obsah sirnatých sloučenin, především sulfan (H₂S), je třeba je odstranit nebo provádět častější kontrolu a čištění teplosměnných ploch kotle a komínů.

Stechiometrická rovnice úplného spálení 1 Nm³ metanu (CH₄):

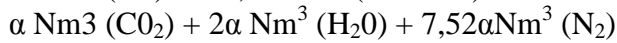
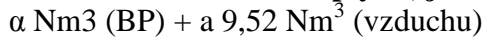


To znamená, že hořením směsi metanu se vzduchem se vytváří nová směs plynů



Jednotka Nm^3 znamená normální krychlový metr, tj. 1 m^3 plynu při teplotě 15 °C a tlaku 101,325 kPa.)

Při hoření metanu z bioplynu, jehož podíl je α , platí



Konečné množství oxidu uhličitého (CO_2) bude větší a podíl, který se do směsi plynů dostane jako druhá majoritní složka bioplynu, je $(1-\alpha) \text{ Nm}^3 \text{ BP}$.

Pro porovnání uvádíme stechiometrický poměr (ϵ) (Nm^{-3} vzduchu · Nm^3 plynu):

metan		9,52
bioplyn	60% CH_4	5,71
	90% CH_4	8,57
propan		23,78
butan		30,97

Ve skutečnosti plyny hoří ve směsích s mírným přebytkem kyslíku (O_2), respektive vzduchu, a to přibližně asi o 10%.

Z uvedených informací vyplývá závěr, že největším problémem při spalování bioplynu je jeho kvalita a stálost energetických parametrů, které mohou ovlivnit funkci spotřebiče.

Z experimentů provedených s radiačními kotli se ukázal surový bioplyn jako nevhodný zdroj energie s ohledem na nežádoucí chemické reakce mezi některými složkami bioplynu a speciální keramickou výplní radiačních kotlů. Tento problém by pravděpodobně bylo možné odstranit čištěním bioplynu, což však technologii znevýhodňuje ekonomicky i náročnějším provozem z hlediska obsluhy.

Pouhé spalování bioplynu na výrobu tepla je méně efektivní v případě, kdy ho lze využít výhodněji pro pohon kogenerační jednotky a získávat kromě tepla i elektrickou energii.

Tab.6.6 - Produkce bioplynu z různých materiálů

Materiál	Čerstvá hmota ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)	Produkce bioplynu ($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$)	Produkce bioplynu ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)
tráva 1.seč	80	97	7 760
kukuřiční siláž	45	208,3	9 374
CCM (cob corn mix)	15	431,4	6 472
krmná řepa	100	93,5	9 350
siláž skrojky cukrové řepy	40	89,7	3 587
brambory	45	88,0	3 960
pšenice	8	658,1	5 265

6.9 Kogenerace (plynový motor, resp. turbína + generátor elektrického proudu)

Kogenerace je současná výroba elektrické energie a ohřev teplosměnného média. Kogenerační jednotka v sobě spojuje plynový motor (resp. turbínu) a generátor elektrického proudu. Tato metoda využití bioplynu dosahuje vysoké účinnosti přeměny energie z bioplynu (80 až 90 %) na elektrickou a tepelnou energii. Pro hrubou orientaci můžeme počítat, že asi 30 % energie bioplynu se přemění na elektrickou energii, 60 % na tepelnou energii a zbytek jsou tepelné ztráty.

Na výrobu 1 kW·h_e je třeba přivést do kogenerační jednotky 0,6 až 0,7 m³ bioplynu s průměrným obsahem metanu (CH₄) 60 %. V provozu v praxi můžeme velmi hrubým odhadem počítat, že na výrobu 1 kW·h_e a 1,27 kW·h_t potřebujeme asi 5 až 7 kg odpadní biomasy, 5 až 15 kg komunálních odpadů, 8 až 12 kg chlévské mrvy nebo 4 až 7 m³ tekutých komunálních odpadů.

Na trhu v ČR se vyskytuje více dodavatelů kogeneračních jednotek včetně zahraničních. například TEDOM (CZ), lenbacher Energie (A).

Pro malé bioplynové stanice je v Rakousku a Německu často upravován na plynovou verzi čtyřválcový motor osobního automobilu Opel Kadet. Z profesionálních nabídek lze uvést jako příklad výrobní sortiment německé firmy Dreyer & Bosse Kraftwerke GmbH, české firmy TEDOM a rakouské firmy lenbacher.

Výkon všech kogeneračních jednotek je možné ovládat několika způsoby:

- Výkon KJ je plynule měnitelný prostřednictvím řídicího systému jednotky.
- Výkon KJ kopíruje vlastní spotřebu objektu tak, aby provozovatel z rozvodné sítě proud neodebíral ani ho do sítě nedodával. Tento způsob se používá v případech, kdy provozovatel nemá zájem dodávat elektřinu do sítě např. z důvodu nízké výkupní ceny.
- V nejjednodušším provedení rozeznává kogenerační jednotka pouze výkonové stavy: prohřívací výkon - plný výkon. Používá se u asynchronních agregátů nejnižšího výkonu.

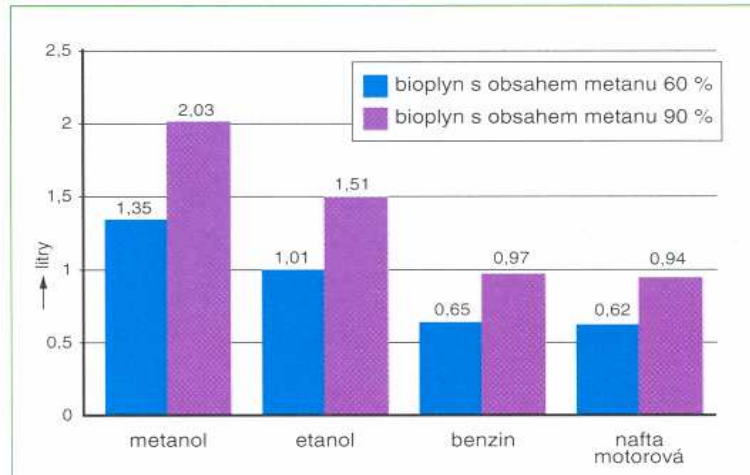
6.10 Pohon mobilních energetických prostředků

Pohon komprimovaným bioplynem do tlakových nádob byl v ČR navržen u do-
dávkového vozu Š 1203, traktoru Zetor, lehkého nákladního automobilu AVIA (3 t). Malý akční rádiu s jako problém odpadá po rozšíření počtu čerpacích stanic na zemní plyn, který může fungovat jako alternativní palivo. Všechny tyto adaptace fungovaly jako zážehové spalovací motory.

Pohon zkapalněným bioplynem. Systém byl technicky vyzkoušen ve VÚZT Praha na traktoru Zetor 12011. Motor traktoru byl startován pomocí motorové nafty. Při zvýšené potřebě výkonu motoru zvláštní směšovač mísil bioplyn se vzduchem zapalovaným ve válci po stlačení vstříknutím základní dávky motorové nafty. Kapalný bioplyn se na vozidle nachází ve speciální nádrži s dvojitou tepelně izolační stěnou (na principu Dewarovy nádoby).

Surový bioplyn určený pro pohon mobilních energetických prostředků musí být zbaven mechanických nečistot, odsířen, energeticky zhodnocen nad úroveň odpovídající obsahu 90 % metanu a akumulován.

Oba popisované systémy podléhají přísným požadavkům na bezpečnost při garážování vozidel. Ekonomicky zatím nemohou konkurovat systémům na běžné pohonné hmoty (motorová nafta, benzin, zemní plyn) - obr. 6.11



6.11 - Energetický ekvivalent 1 Nm³ bioplynu ve vztahu k jiným palivům



Obr.6.12 - Kogenerační jednotka firmy TEDOM

6.11 Nový trend využití bioplynu - zdroj vodíku (H₂)

V příštích dvaceti letech se očekává trend směřující k rozvoji palivových článků využívajících různé zdroje vodíku (H₂). Nabízí se tím využití nové a účinnější technologie transformace energie na bázi spalování velmi ušlechtilých paliv s minimální zátěží ovzduší, umožňující decentralizaci výroby a využití energie. V palivovém článku se generuje elektrický proud způsobem, který se podobá opačnému průběhu elektrolýzy, proto je i polarita u palivového článku obrácená. V případě, že není k dispozici čistý H₂, jako tomu je u bioplynu, který je směsí majoritních plynů (oxidu uhličitého CO₂, metanu CH₄, vodní páry H₂O), oddělí se procesem zvaným reforming bioplynu vodík (H₂) a oxid uhličitý (CO₂) ke katodě (-), které jsou umístěny v elektrolytu. Proud elektronů chemicky vázaných

6.12 Způsob financování investice

Relativně nejlevnější způsob financování investice je z vlastních prostředků jednoho nebo více investorů. Čistý zisk by měl být vyšší než úrok, který získáme uložení finančních prostředků v bankovní instituci.



Obr.6.13 - Bioplynová stanice Třeboň

Další způsob financování investice je z poskytnutého bankovního úvěru. To znamená, že přínosy musí pokrývat i úrok z úvěru. Takto financovaná investice bude dražší než ta v prvním případě. Zatím málo rozšířený způsob je realizace investice třetím subjektem na základě kontraktu. Důvodem je značná rizikovost a relativně dlouhá doba návratnosti investic do bioplynových stanic. Podporu pro financování investice je možné získat ze státních prostředků na základě žádosti k zařazení akce do programů MŽP, MZe, MPO, ČEA.

K hodnocení návratnosti investic (D) je určen zjednodušený výpočet podle vzorce:

$$D = I / (Pr - N_{pr})$$

kde

I - náklady na pořízení investice,

Pr - průměrné roční přínosy,

N_{pr} - roční provozní náklady.

Podle literatury je investice na bioplynovou stanici rozdělena takto: 45 % stavební část, 13 % kejdové hospodářství, 17 % technologický ohřev, 25 % kogenerace.

Určení pořizovacích nákladů (včetně případných úroků) nebývá obtížné pro seriózního projektanta. Složitější problém nastává při určování ročních přínosů a provozních nákladů. Ačkoliv tento výpočet dává statistický pohled na investici, neuvažuje ani faktor času, ani časovou hodnotu peněz, přesto je velmi často používán při hodnocení ekonomické efektivity investic nebo porovnávání technologických celků.

V zásadě pro bioplynové stanice platí, že doba návratnosti 5 let je výborná, do 10 let provozu je ještě přijatelná. Do 15 až 20 let dosáhne konce životnosti mnoho hlavních prvků bioplynové stanice, proto je třeba kalkulovat vyšší náklady na opravy a rekonstrukce.

Vývoj cen substituovaných zdrojů energie, respektive prodejních cen produkovaných zdrojů energie

Trend vývoje cen konvenčních zdrojů energie má stoupající charakter a významně ovlivňuje výši inflace. Jeho příznivý vliv na ekonomické hodnocení bioplynových stanic je však eliminován současným růstem nákladů na pořízení investice a ročních provozních nákladů.

Analýza vlivu ceny substituovaného paliva na ekonomickou efektivnost bioplynové stanice se provádí v některých případech grafickým vyhodnocením závislosti indexu ziskovosti na ceně substituovaného paliva pro určitou danou úrokovou míru.

$$P_{\text{ind}} = k c_p + A$$

$$P_{\text{ind}} = S\check{C}H/I$$

$$k, A = f(r)$$

$$S\check{C}H = \sum_j CF_j \frac{1}{1+r^j} - I$$

kde

P_{ind} - index ziskovosti,

c_p - cena substituovaného paliva,

$S\check{C}H$ - současná hodnota finančních prostředků, I - investice,

r - úroková míra,

CF_j - "cash-flow" v j -tém roce,

k, A - konstanty lineární funkce $P_{\text{ind}}(c_p)$.

Vyhodnocení mimoenergetických přínosů

Tento faktor je nejobtížněji kalkulovatelný při výpočtu parametrů ekonomické efektivity bioplynových stanic.

Může zahrnovat tyto položky:

- snížení poplatků za znečištění ovzduší,
- snížení poplatků za odstranění organických odpadů (skládkování),
- snížení objemu přepravovaného materiálu po anaerobní fermentaci,
- zvýšení hnojivářských účinků anaerobně fermentovaného materiálu.

Zpravidla jsou tyto údaje určeny lokálními podmínkami a záleží na projektantovi, které vlivy do výpočtu ekonomické efektivity zahrne.

6.13 Výkupní ceny el. energie z bioplynu

Česká republika se zavázala, že do roku 2010 bude vyrábět 8 % elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu ze dne 20. listopadu 2007, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie i kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Stanovuje pro příští rok 2008 výkupní ceny takto:

Pro výrobu elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně (využívající určenou biomasu) je výkupní cena elektřiny dodané do sítě 3,90 Kč/KWh.

Pro výrobu elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně (využívající ostatní biomasu) je výkupní cena elektřiny dodané do sítě 3,30 Kč/KWh.

Za bioplynové stanice využívající **určenou biomasu** se považují takové bioplynové stanice, které v kalendářním měsíci využívají více než 50 % hmotnostního podílu v sušině tvořené rostlinami nebo jejich částmi získanými za zemědělské činnosti za předpokladu, že neslouží k jiným účelům než k využití ke zpracování v zařízeních určených pro produkci bioplynu, a současně v daném kalendářním měsíci využívají pouze jednu nebo více těchto **vstupních surovin**:

- a) trávu z veřejné zeleně, sportovišť a soukromých zahrad včetně biomasy získané zemědělskou činností nebo péčí o krajinu.
- b) celé sklizené rostliny poškozené krupobitím nebo porostlé obilí.
- c) zvířecí exkrementy, včetně podestýlky, ze zvířat chovaných pro zabezpečení potravin. (masa, mléka, vajec) nebo vlny, kůže a dalších zvířecích produktů
- d) části rostlin ze zemědělských a potravinářských výrobníků.
- e) nepoužité oleje z olejnatých rostlin a pokrutiny vzniklé lisováním rostl. oleje.

Za bioplynové stanice využívající ostatní biomasu se považují všechny bioplynové stanice kromě výše definovaných. V současné době lze využít program podpory ministerstva průmyslu. Podpora je 50 % maximálně 30 mil. Kč.

7. Kompostování

Kompostování je proces, kde za aerobních podmínek dochází k rozkladu organických látek a jejich přeměně na látky humusové. Konečným akceptorem elektronů při rozkladných reakcích je kyslík.

Výsledkem kompostování je především převedení nestabilních organických surovin na stabilní produkt, což doprovází snížení objemu a hmotnosti, snížení obsahu vody a potlačení nežádoucích druhů mikroorganismů. Zjednodušeně lze celý proces vyjádřit obecnou rovnicí:

organické látky + O₂ + mikroorganismy -> kompost + CO₂ + H₂O + teplo

Mikroorganismy působením enzymatických systémů rozkládají vyšší organické sloučeniny na jednodušší sloučeniny.

Jako u každé reakce je z hlediska jejího využití nejdůležitější reakční rychlost a to, v jakém rozsahu jsou reagující složky podle reakce změněny. Reakční rychlost je synonymem pro rychlost rozkladu, rozsah reakce určuje hloubku rozkladu organických surovin (stupeň stabilizace).

Aby byly zajištěny podmínky pro optimální průběh rozkladných reakcí, je nutno splnit několik technologických předpokladů.

Mezi nejdůležitější technologické faktory, které významně ovlivňují výslednou kvalitu kompostu patří:

- zvolená technologie kompostování,
- fyzikální, chemické a mikrobiologické vlastnosti kompostovaných surovin,
- receptura zakládky,
- příprava surovin před založením kompostu a jejich skladování,
- doba kompostování,
- monitorování průběhu kompostovacího procesu,
- konečná zralost a stabilita kompostu.

7.1 Technologie kompostování

Průběh kompostování je, až na malé odchylky, podobný u všech technologií kompostování. Z hlediska probíhajících dějů je téměř lhostejné, zdaje kompostování realizováno zcela volně na hromadách bez jakéhokoliv řízení nebo na urovnávaných hromadách s ovlivňováním kompostovacích podmínek, či v některých speciálních kompostovacích zařízeních bioreaktorech, ve vacích apod. Co se významně liší je pouze intenzita probíhajících dějů.

Z technologického hlediska lze rozdělit způsoby kompostování na:

- kompostování v pásových hromadách,
- kompostování v plošných hromadách,
- intenzivní kompostovací technologie:
 - a) kompostování v biofermentorech (bioreaktorech),

- b) kompostování v boxech nebo žlabech,
- kompostování ve vacích (Ag Bag kompostování),
- vermikompostování.

Jak bylo v úvodu řečeno, bude v této příručce věnována pozornost zejména technologii kompostování v pásových hromadách kontrolovaným mikrobiálním procesem, kterou lze charakterizovat příznivými ekonomickými ukazateli, možností smysluplně zpracovávat zbytkovou biomasu z vlastní produkce přímo v místě jejího vzniku a konečně i skutečností, že pro její realizaci lze využívat dostupnou techniku.

Při hledání názvu technologie kompostování se zatím používají různá označení pro velikost hromady, např. malá, nízká, pásová. Příčinou je skutečnost, že výška těchto hromad založeného kompostu je jiná než je požadavek ČSN 46 5735 "Průmyslové komposty". Pro tento způsob kompostování je zpracována obecná samostatná podniková norma, v které je velikost hromad a další požadavky na průběh technologie (např. přikrývání hromad plachtami) přesně popsána. Obecné požadavky na velikost hromad při používání kompostování v pásových hromadách jsou shrnuty v následujícím odstavci.

7.2 Receptura zakládky

Správně řízený proces kompostování se skládá z následujících sedmi kroků:

- výběr vstupních surovin,
- příprava vstupních surovin,
- kompostování,
- stabilizace,
- zrání,
- konečná úprava,
- skladování.

Výběr vstupních surovin je proces, ve kterém se separují kompostovatelné suroviny od ostatních - nekompostovatelných - odpadů.

Příprava zahrnuje procesy, které vedou k dosažení optimální velikosti částic, rovnováhy živin a obsahu vlhkosti vstupních surovin v rozmezí 50 až 60 % pro podporu mikrobiální aktivity.

Kompostování, stabilizace a zrání jsou fáze, kde se vytvářejí podmínky pro řízený mikrobiální rozklad a následné stabilizace kompostu. Při aktivní fázi kompostování se teploty udržují v rozsahu +45 až +65 °C a dochází k pravidelnému překopávání z důvodu dodávání dostatečného množství vzduchu a homogenizace surovin. Celý proces kompostování trvá zhruba 30 až 180 dnů v závislosti na použité technologii a druhu zpracovávaných surovin.

Konečná úprava je proces, který se skládá z prosévání zralého kompostu, popř. separace nežádoucích příměsí (plasty, sklo, kov atd.). Konečná úprava a uskladnění jsou kroky závislé především na způsobu použití kompostu.

Jedním ze základních předpokladů pro správný průběh kompostování je optimální surovinová skladba zakládky. Optimální surovinovou skladbu ovlivňuje celá

řada faktorů, přičemž největší význam má správný poměr uhlíku a dusíku (tzv. poměr C:N) a počáteční vlhkost. Hodnota poměru C:N u čerstvě založeného kompostu by se měla pohybovat v rozmezí (20-40): 1 v lepším případě (30-35): 1. Spolu s hodnotou poměru C:N je třeba zaručit počáteční vlhkost v rozmezí 50-60 %.

V praxi je běžné, že kompostáři mnohdy surovinovou skladbu odhadují, což vzhledem k výše uvedeným faktům není úplně nejvhodnější. V následujících kapitolách jsou uvedeny možnosti výpočtu optimální surovinové skladby na základě hodnot poměru C:N a vlhkosti zpracovávaných surovin.

7.3 Výpočet poměru C:N

Vztahy pro výpočet poměru C:N u jedné suroviny

V případě, že je znám procentický obsah uhlíku a dusíku dané suroviny, lze poměr C:N stanovit dle jednoduchého vzorce (1),

$$C:N = \%C / \%N \quad (1)$$

a současně je-li znám poměr C:N, lze vzorec (1) použít k výpočtu obsahu uhlíku a dusíku.

$$\%N = \%C / (C:N)$$

Obř.7.1 - Diagram možných surovinových skladeb kompostu

		Surovina B									
		Zeleninový odpad	Suché listí	Kuchyňský bioodpad	Prasečí kejda	Čerstvá tráva	Štěpka	Zemina	Drůbeží trus		
Surovina A	Zeleninový odpad		50;30;10;10	20;20;30;30	70;0;0;30	80;20;0;0	40;20;10;30	40;10;10;40			Surovina C
	Suché listí	40;30;10;20		10;60;20;10	40;20;10;30	50;10;10;30	10;10;10;70		45;30;10;50	Surovina D	
	Kuchyňský bioodpad	50;20;20;10	50;10;10;30		10;40;30;20	15;10;25;50		70;10;0;20	5;45;40;10		
	Prasečí kejda	10;70;10;10	30;40;20;10	20;20;30;30			10;30;50;10	10;10;40;40	20;0;0;80		
	Čerstvá tráva	70;20;5;5	30;40;30;0	70;0;0;30			20;20;20;40	40;20;10;30	90;0;10;0		
	Štěpka	40;10;0;50	0;30;60;10		30;25;0;45	25;45;30;0		15;10;75;0	10;0;20;70		
	Zemina	30;50;20;0		0;70;30;0	0;0;40;60	10;25;40;25	0;10;10;80		30;10;20;40		
	Drůbeží trus		10;30;60;0	40;10;10;45	0;5;80;15	10;10;80;0	30;30;30;10	20;10;20;50			
		Drůbeží trus	Zemina	Štěpka	Čerstvá tráva	Prasečí kejda	Kuchyňský bioodpad	Suché listí	Zeleninový odpad		

Poznámka:

Orientace v diagramu: číselné údaje uvádějí procentické zastoupení jednotlivých komponent směsi a to tak, že první hodnota zleva odpovídá surovině A, druhá surovině B, třetí a čtvrtá surovinám C a D (např. první políčko zleva v prvním řádku, které obsahuje následující hodnoty: 50;30;10;10 - směs se bude skládat z 50% zeleninového odpadu, 30% suchého listí, 10% drůbežního trusu a 10% zeminy).

Barevné rozlišení:

zcela optimální směsi s poměrem C:N v rozmezí (30-35): 1 a počáteční vlhkostí 50 %, **směsi, které mají optimální poměr** C:N, ale lze u nich předpokládat vyšší hodnotu vlhkosti, tj. z počátku budou náročnější na překopávání, **směsi, které nejsou příliš vhodné**, neboť mají nízký poměr C:N. V případě jejich kompostování bude třeba dodat strukturní suroviny (štěpku, piliny).

Tab.7.1 - Hodnoty vlhkosti (%), obsahu organické hmoty a živin (% sušiny) v surovinách vhodných do kompostu (údaje v původní surovině jsou označeny X)

Surovina	Vlhkost (%)	C (% sušiny)	N (% sušiny)	P20S (% sušiny)	K20 (% sušiny)	CaO (% sušiny)	MgO (% sušiny)
Chlív. mrva skot	75 - 82	39-43	1,8 - 2,4	1,1 - 1,4	2,5 - 2,9	2,0 - 2,4	0,4 - 0,7
Chlív. mrva koně	68 -73	43 -46	1,9 - 2,5	1,0 - 1,3	1,9 - 2,3	1,1 - 1,3	0,2 - 0,5
Chlív. mrva ovce	65 -70	44-48	2,5 - 3,0	0,7 - 1,0	2,0 - 2,3	0,8-1,1	0,1 - 0,4
Močůvka	96 - 99	0- 3x	0,1 - 0,9x	0,0 - 0,1x	0,1 - 1,7x	0,0 - 0,1x	0,0
Kejda prasat	91 - 98	36 -39	5,0 - 5,8	3,5 - 4,2	2,8 - 3,4	3,1 - 3,8	0,7-1,3
Kejda skotu	94 - 99	35 -41	3,5 - 4,5	1,6 - 2,0	3,2 - 3,9	2,0 - 5,0	0,5 - 0,8
Kejda drůbeže	82 - 97	32 - 38	5,0 - 8,1	2,8 - 5,1	2,9 - 4,8	8,0 -11,0	0,6 - 0,9
Sláma obilovin	13 - 20	46-48	0,4 - 0,6	0,1 - 0,3	0,9 - 1,1	0,3 - 0,4	0,1 - 0,2
Sláma řepky	15-18	47 - 49	0,5 - 0,7	0,2 - 0,3	1,1 - 1,4	1,2 - 1,5	0,2 - 0,3
Nat' brambory	25 - 60	44-46	0,7 - 0,8	0,2 - 0,3	1,3-1,6	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2
Listí	15 - 40	44-47	0,9 - 1,5	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	1,7 - 3,0	0,1 - 0,2
Odpad zeleniny	80 - 90	44 -45	1,5 - 2,5	0,8 - 1,3	1,0 - 2,0	0,8 - 2,0	0,2 - 0,4
Stařina z luk	10 - 30	44-48	0,8 - 1,0	0,4 - 0,6	1,0 - 1,8	0,9 - 1,7	0,1 - 0,2
Výhozy z příkopů	10 - 40	7 -10	0,3 - 0,6	0,3 - 0,5	0,4 - 0,7	2,0 -7,0	0,6 - 1,2
Kuchyňský odpad	65 - 80	37 -44	1,2 - 2,3	0,3 - 0,7	0,4 - 0,8	1,9 - 3,0	0,3 - 0,6
Výlisky z ovoce	65 - 87	39 -46	0,1 - 0,6	0,1-0,3	0,3 - 0,6	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1
Piliny	40 -70	49 - 51	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,0
Stromová kůra	40 -70	47 -52	0,2 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,0
Zemina cukrovarnická a škrobárenská	15 - 35	4-7	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	0,2 - 1,2	2,0 - 6,0	0,0 - 0,3
Sáma cukrovar.	15 - 50	2-6	0,2 - 0,5	0,7 - 1,0	0,1 - 0,4	48 - 52,0	3,0 - 4,5
Kanalizační kal	55 - 96	13 -23	2,0 - 4,5	0,6 - 1,3	0,3 - 0,8	2,5 - 10,0	0,4 - 1,0
Jímkovýkal včetně ze septiků	91 - 98	15 - 24	2,2 - 4,0	0,5 - 1,2	0,3 - 0,8	1,5 - 6,0	0,2 - 0,4
Popel ze dřeva	5 -40	2-5	0,0 - 0,1	2,0 - 4,0	6,0 - 10	33 - 35,0	4,0 -7,0
Vytříd. bioodpad pazdeří	10-15	41- 50	0,4 - 0,7	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,3 - 0,5	0,0
Rybniční bahno	25 - 80	4-13	0,3 - 0,6	0,2 - 0,3	0,4 - 0,6	2,5 - 3,5	0,1 - 0,5
Lihovar. výpalky	80 - 93	43 -45	2,9 - 3,3	1,1-1,4	6,0 - 6,5	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1
Kostní šrot	5 - 20	8-11	1,4 - 1,9	28 - 33,0	0,1 - 0,4	25 - 40,0	3,0 - 6,0
Kapucín, hnědouhel. prach	15 - 40	15 -32	0,2 - 0,7	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,8 - 2,0	0,1 - 0,2
Odpad mlýnský, krmivářský	8 - 15	32 -44	0,8 - 1,3	0,2 - 0,5	0,3 - 1,0	0,9 - 4,0	0,1 - 0,3
Rašelina	60 - 80	28 -45	1,2 - 3,0	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3	0,5-1,0	0,1 - 0,3
Jateční odpad	70 - 85	37 -48	5,0 - 9,0	0,2 - 0,4	0,2 - 0,6	0,6 - 1,0	0,1 - 0,3

Zdroj: Zakládání, průběh a řízení kompostovacího proces

7.4 Faktory ovlivňující proces kompostování

Z předchozí kapitoly vyplývá, že přeměnu organické hmoty na humusové látky během kompostování zabezpečují převážně mikroorganismy. Jde přitom o analogické pochody jako při přeměně organické hmoty v. půdním prostředí. V kompostech je možno vytvořit vhodnější podmínky pro rozvoj mikroorganismů a dosáhnout jejich až desetinásobného množství ve srovnání s půdou. Celý proces humifikace se tak výrazně urychlí. Optimální podmínky pro rozvoj mikroorganismů lze zabezpečit úpravou následujících faktorů:

- poměr C:N vstupních surovin
- vlhkost
- zrnitost a homogenita substrátu
- provzdušnění substrátu
- teplota
- pH
- minimální přítomnost fosforu
- další přídavné látky

7.4.1 Poměr uhlíku a dusíku (C : N)

Surovinová skladba čerstvého kompostu je hmotnostní poměr jednotlivých odpadů nebo hmot, které navážíme do kompostové zakládky. Organická hmota odpadů představuje pestrý sortiment látek, různě odolný mikrobiologickému rozkladu. Rychlost rozkladu různých organických zbytků je možno si vysvětlit různým poměrem uhlíku a dusíku (C : N), tj. různým poměrem organických a anorganických látek. Anorganické látky neposkytují "živnou půdu" pro mikroorganismy a jsou z tohoto hlediska balastní složkou. Při velkém nadbytku anorganické složky probíhá humifikace organického podílu pomaleji.

Důležité je, aby organické látky obsahovaly dostatečně vysoký podíl lehce odbouratelných cukrů a bílkovin. V tomto případě dojde k rychlému nastartování procesu kompostování a nabourají se i těžko degradovatelné organické látky a jejich rozklad se v dalších fázích urychlí. Pokud substrát obsahuje převahu biologicky stabilních surovin, probíhá humifikace velice zdlouhavě.

Mikroflóra potřebuje pro svůj vývoj vedle zdroje uhlíku i zdroj dusíku, který je nutný pro syntézu bílkovin. Tyto bílkoviny tvoří jednak přímo součást buněk mikroorganismů, jednak se přímo zúčastňují metabolismu mikroorganismů jako enzymy.

Při nedostatku dusíku se průběh humifikace výrazně zpomaluje. Naopak přebytek dusíku vede k nadměrné mineralizaci a k úniku dusíku ve formě amoniaku. Vývin amoniaku vede ke zvyšování pH do oblastí nepříznivých pro život mikroorganismů. V důsledku toho se mohou biochemické reakce úplně zastavit. Substráty se širokým poměrem C : N (nad 50: 1) se rozkládají velmi pomalu. Při příliš úzkém poměru C : N v čerstvém kompostu (pod 20 : 1) převyšuje obsah dusíku potřeby

mikroorganismů a vede k nadměrné mineralizaci. Doba zrání kompostu se tím rovněž prodlužuje a produktivita tvorby humusových látek klesá.

Kompostované hmoty s poměrem C : N užším než 10 : 1 se rozkládají velmi rychle a jsou mikrobiologicky dobře využitelné. Naopak hmoty se širokým poměrem C : N nad 50 : 1 se rozkládají velmi pomalu.

V kompostářské praxi se vychází ze zjištění, že obsah uhlíku představuje přibližně polovinu obsahu organické hmoty (spalitelných látek). Výpočtem lze tedy vcelku jednoduše stanovit poměr C : N.

Například máme-li zhodnotit mikrobiologickou rozložitelnost stromové kůry obsahující 95 % spalitelných látek a 0,4 % dusíku v sušině je vypočtený poměr C : N. $(95 : 2) : 0,4 = 118,75$. Stromová kůra je tedy obtížně rozložitelná.

Abychom dosáhli u zralého kompostu poměr C : N v rozmezí (25 - 30) : 1 (takový kompost je vysoce stabilní a agronomicky účinný), je třeba optimalizovat tento poměr v čerstvém kompostu v rozmezí (30 - 35) : 1. Někteří autoři se v názoru na optimální rozpětí poměru C : N liší. Nejvhodnější poměr C : N na začátku kompostování je udáván v rozmezí (20 - 25) : 1. V průběhu zrání (fermentace) kompostu ubývá část uhlíku jako oxid uhličitý a poměr C : N se zužuje. V případě, že do půdy aplikujeme kompost nebo kteroukoliv jinou hmotu se širokým poměrem C : N, pokračuje její rozklad v půdě, k čemuž se spotřebovává půdní dusík, kterého se pak nedostává rostlinám.

Pro komerční průmyslový kompost je povolen maximální poměr C : N ve zralém kompostu 30: 1.

Výsledný poměr C : N dosáhneme programovým msením jednotlivých materiálů v surovinové skladbě tak, že k materiálům se širokým poměrem (sláma, kůra, piliny, listí aj.) přidáváme odpady s úzkým poměrem (kejda, drůbeží trus, chlévská mrva, atd.). V krajním případě je možno přidávat dusík ve formě průmyslových hnojiv (síran amonný, močovina aj.).

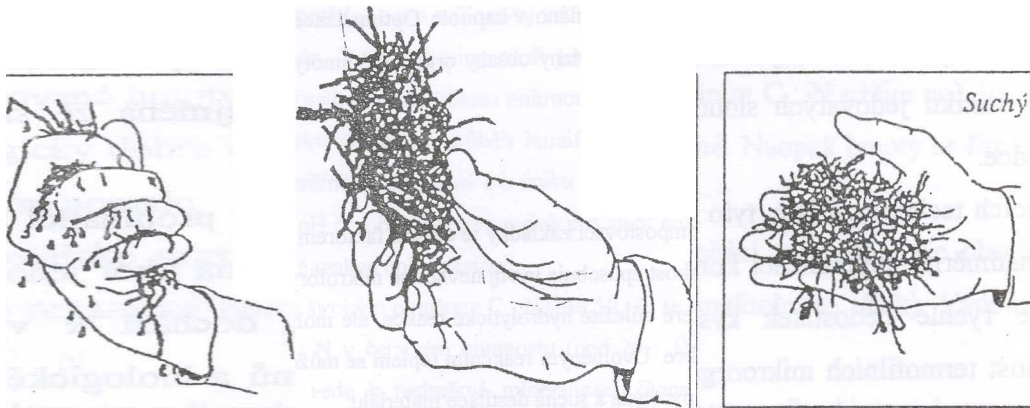
Blíže je o této problematice pojednáno v kapitole Optimalizace surovinové skladby kompostovací zakládky, kde jsou také uvedeny obsahy organické hmoty, živin a vlhkost pro některé kompostovatelné materiály.

7.4.2 Vlhkost

Vlhkost čerstvé směsi kompostovací zakládky je dalším faktorem ovlivňujícím proces kompostování. Nedostatečná vlhkost způsobuje vývoj nevhodné mikroflóry s převahou plísní a aktinomycet a neumožňuje některé důležité hydrolytické reakce, ale mohou naopak probíhat některé nežádoucí chemické reakce. Uvolněným reakčním teplem se může směs zahřát až na takovou teplotu, že proběhne až pyrolýza a suchá destilace materiálů.

V extrémních případech, např. u uzavřených bioreaktorů při zahřátí zakládky až na 80°C, mohou nastat případy vzniku jedovatých sloučenin zejména ze stopových obsahů těžkých kovů a chloru v zakládce.

Obecně u kompostovacích technologií jsou tyto procesy probíhající za vyšších teplot nežádoucí., protože vedou k nadměrné mineralizaci kompostu na úkor jeho humifikace. Při nadbytečné vlhkosti vznikne rychle nedostatek kyslíku, dochází k vývoji anaerobní mikroflóry, nerozvine se činnost termofilních mikroorganismů a



Obr.7.2 - Ruční zkouška vlhkosti kompostovaného materiálu (mokrý, suchý, optimální)

biologické procesy mohou přejít v proces kvašení. Kromě toho může při vysokém obsahu vody docházet k jejímu vytlačování ze spodních vrstev. Tato voda extrahuje látky ze zpracovávaných surovin a způsobuje nepříjemné komplikace svým zápachem, v horším případě může dojít ke znečištění životního prostředí (například: průsak do spodních vod).

Optimální vlhkost je taková, při níž je 60 - 70 % pórovitosti čerstvého kompostu zaplněno vodou, tzn., že podle kvality použitých materiálů by výsledná vlhkost čerstvého kompostu měla dosáhnout 65 - 78 %.

Zahradnické komposty ze stromové kůry, listů, dřevních odpadů a komposty z chlévské mrvy se zemínou, kdy obsah organických látek v sušině je v rozmezí 50 - 75 %, vyžadují vlhkost 60 - 70 %. Při kompostování se rovněž část vody odpařuje a v některých případech je nutno upravovat vlhkost v průběhu zrání přidávkem dalších tekutin.

Při navážení zakládky kompostu je z praktického hlediska lepší volit vlhkost nižší (snadnější formování profilu) a později ji korigovat zálivkou vody, kejdý apod. Orientačně lze posoudit vlhkost kompostovaného materiálu ručně podle obr. 7.2

7.4.3 Zrnitost a homogenita substrátu

Jednotlivé komponenty, určené ke kompostování musí pro správné nastartování procesu na sebe vzájemně působit co nejúčinněji. Vysoký účinek je podmíněn velikostí styčných ploch jednotlivých částí každého komponentu, které musí být co největší. Toho lze docílit drcením komponentů, což je proces u kterého se výsledný povrch částic zvyšuje. Zároveň ale daná struktura zakládky musí umožnit výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak, aby v zakládce byl dostatek kyslíku. Výsledný materiál zakládky musí být kyprý, porézní a nepřevlhčený.

Význam vhodné zrnitosti a tím i snadnější homogenizace vyniká hlavně u materiálů, které se oproti ostatním složkám rozkládají pomalu. Ze zahradnických odpadů je to zejména stromová kůra, dřevní štěpka, drcené réví apod. Jako příklad lze uvést dřevo či kůru. Jsou-li ve formě jemných pilin jsou přijatelnou složkou kompostu,

kteřá se přímo zúčastní kompostovacího procesu. Naopak ve formě hoblin prochází kompostovacím procesem bez výrazné změny.

Na druhé straně velmi jemné složky vytváří kompaktní, těžko provzdušnitelnou strukturu a brání tak spontánnímu růstu mikroorganismů. Vhodným přídatkem upravujícím konzistenci směsi je v těchto případech například drcená sláma. Kromě drcení je třeba složky kompostu i důkladně promíchat.

Požadavek zrnitosti a homogenity kompostovaných materiálů platí v plné míře u vícesložkových kompostů. Jsou ověřovány výjimky, např. při kompostování travní hmoty, kdy stébelný materiál nebyl drcen a teprve první překopání bylo využíváno k homogenizaci zakládky.

Z technického hlediska je dosažení zrnitosti a homogenity kompostovaných materiálů jedním z nejvýznamnějších požadavků. Drcení komponentů představuje vysoké energetické a investiční nároky na používaná zařízení, kterými jsou drtiče. Homogenita celé směsi se odráží i v dalších operacích, kdy může například výrazně ovlivnit kvalitu a výkonnost překopávání.

Termofilní mikroorganismy, které se účastní kompostovacího procesu vyžadují pro svůj metabolismus dostatek kyslíku. Provzdušňováním dochází také ke snížení nepříjemného zápachu a snižování vlhkosti kompostovaného materiálu. Je to vysvětlováno upevňováním vazeb dusíku v kompostované hmotě, což se projevuje snížením emisí amoniaku i metanu. Systémem nucené aerace docílíme optimálních hodnot koncentrací kyslíku v zakládkách v rozmezí 5 - 15 %.

Jako mezní obsah kyslíku pro udržení procesu kompostování je často uváděna hodnota 3 % z celkového objemu pórů kompostovací zakládky.

Při častějším provzdušňování na začátku zrání se podporuje intenzivní mineralizace organických látek. Ve druhé třetině zrání naopak vyžadují kyslík syntetické pochody přeměny prekurzorů rozkladu organických látek na látky humusové.

Zvýšenou aerací se zkracuje doba zrání kompostu. Kontrola parametrů, zvláště teploty zakládky při častém provzdušňování, je velmi podstatná, neboť vysoká intenzita provzdušňování může vést k přílišné ztrátě tepla a tím k ochlazení zakládky a neúplné stabilizaci.

Dostatečné provzdušňování tak výrazně ovlivňuje úspěšnost každé kompostovací technologie, ať už se děje nucenou aerací, nebo mechanicky překopáváním.

7.4.4 Teplota

Při hodnocení biotechnologických podmínek kompostování byla zdůrazněna teplota zrajících kompostů v závislosti na kvalitě surovinové skladby. Časový průběh teplot zrajících kompostů je tedy ukazatelem kvality použitých odpadů, ale i vhodnosti použitého technologického postupu.

Teplota ovlivňuje rozvoj a aktivitu mikroflóry a tím určuje rychlost rozkladu organických materiálů. Většina mikroorganismů v organickém odpadu je mezofilní (optimální teplota jejich rozvoje je 20 - 30°C). Během zvyšující se teploty v čerstvé kompostové zakládce začíná však převažovat skupina termofilních aerobních mikroorganismů, které se vyvíjejí jen při vyšších teplotách a jejich optimum je

45 - 65°C. Tento samozáhřev likviduje klíčivost semen plevelů, patogenní mikroorganismy atd. Pokud se bude kompostovat zakládka, v níž je podezření na výskyt pato genů, měla by teplota v průběhu zrání dosáhnout 55°C po dobu alespoň 21 dnů. U ostatních postačí 45°C nejméně pět dnů. Teplota se měří ve středu výšky zakládky podle tvaru jejího příčného průřezu a to každých 0,2 m od povrchu až do středu výšky průřezu. Měření se provádí po 1,50 m úsecích. Případný vzestup teplot nad 68 - 70°C je nutno omezit závlahou, neboť při této teplotě již vhodné mikroorganismy hynou a prodlužuje se doba zrání kompostu. Vzestup teplot po promíchání všech složek čerstvého kompostu svědčí o dobrých podmínkách pro rozvoj vhodné mikroflóry. Jestliže teplota kompostu nestoupá nebo po předchozím vzestupu teplot nastává výrazný pokles, jsou podmínky pro mikroorganismy nepříznivé. Nejčastěji jde o spotřebování kyslíku a o zahlcení substrátu oxidem uhličitým. Příčina může být i v nadměrné vlhkosti, omezující obsah vzduchu v kompostu.

Pokles teplot nastává i při vyschnutí zrající hmoty nebo při nedostatku dusíku. Trvalý pokles teplot zpravidla signalizuje zralost kompostu. Teploty od 0°C do -10°C výrazně zpomalují celý proces, ale nemusí ho zastavit.

V kompostu jehož teplota neklesne na teplotu okolí, stále ještě probíhají mikrobiologické a biochemické změny a neměl by být použit na hnojení. Teplý kompost je v každém případě fytotoxický a obsahuje značné množství organických kyselin.

ČSN 465735 povoluje expedici průmyslového kompostu nejdříve 14 dní po skončení druhé překopávky. V té době nesmí být 0,50 m pod povrchem zakládky teplota vyšší než 45°C.

Z praktického hlediska dochází hlavně u menších kompostovacích zakládek - šířky profilu 1,50 - 2,0 m při výšce kolem 1,0 m k vyšším tepelným ztrátám, takže je nutné po celou dobu procesu (s výjimkou překopávání) pásové hromady zakrývat geotextilií.

7.4.5 Hodnota pH

S ohledem na mikroflóru se požaduje optimální pH li čerstvého kompostu v rozmezí pH 6 - 8. U kompostu ze zemědělských a stájových odpadů je možno tento interval dodržet bez přídavku vápenatých hnojiv.

Čistírenské kaly mohou být kompostovány v rozmezí pH od 5 do 10. Nejpriznivější podmínky pro rychlé aerobní kompostování je od 6 do 8, protože většina mikroorganismů vykazuje maximální růst a aktivitu právě v tomto rozmezí. Nicméně ani počáteční hodnoty pH tak extrémní jak 5 a 11 nezpožďují, jak se zdá, mikrobiologickou aktivitu o více než dva dny. Obvykle jak kompostování pokračuje, přibližuje se hodnota pH k neutrální hodnotě.

7.4.6 Obsah fosforu

Při optimalizaci surovinové skladby je nutno ještě přihlížet k tomu, aby kompostová zakládka obsahovala minimální obsah fosforu pro metabolickou potřebu mikroflóry ok zabezpečení tvorby humusu, kdy při přeměně organických látek vznikají energeticky bohaté vazby. Toto minimum je 0,2 % P₂O₅ v sušině. Tento obsah je většinou v kompostech zabezpečen odpady a kompostovanými stájovými hnojivy.

Výjimečně doplňujeme P_2O_5 přidavkem superfosfátu (maximálně 2 kg na 1 t odpadu) u kompostů s převažujícím podílem stromové kůry, dřevních štěpků a pilin. Fosforečná hnojiva přidaná do kompostů se v průběhu kompostování neztrácejí a nezneškodňují, ale naopak se zpřístupňují pro rostliny.

7.4.7 Další přídatné látky v kompostech

Uplatnění speciálních kmenů mikroorganismů nebo jiných biologických preparátů jako jsou např. chemické aktivátory, enzymy apod. pro zajištění úspěšného kompostování není vždy prokazatelným přínosem.

Většina organických odpadů je již kolonizována dostatečně velkým množstvím vlastních mikroorganismů (baktérií, aktinomycet, hub) s širokým rozmezím fyziologických schopností a většina studií kompostování ukazuje, že inokulanty a jiná aditiva sloužící ke zrychlení nebo aktivaci kompostovacího procesu jsou neefektivní, zbytečná a výroba kompostu se tím prodražuje. Nejvhodnější skladbu mikroflóry je možno vnést do kompostu ornicí, pařeníštní zeminou nebo zrajícím kompostem. V praxi se tohoto způsobu využívá při kompostování chlévské mrvy s přidavkem zeminy nebo při prohazování některých rostlinných odpadů (tráva, listí, zbytky zeleniny a ovoce) ornicí nebo kompostem.

Z provozního hlediska je velmi vhodné a účelné používat pro podporu mikrobiální činnosti veškerou tzv. nadsítnou frakci, která tvoří přebytek při prosévání finálního kompostu. To umožňuje rychlejší začátek biodegradace a zároveň přispívá k postupnému rozkladu frakce nerozložené v předchozím technologickém cyklu.

7.5. Biomasa ze zemědělsky nevyužívaných ploch

Z obecně známých příčin postupně v krajině narůstá velikost neobhospodařovaných ploch. Tyto plochy jsou sice většinou vykazovány jako orná půda nebo jako travní porosty, ale nemají zabezpečenu základní údržbu.

Nejnižší údaje o produkci biomasy udávají 5,0 - 6,0 t hmoty z 1 ha. Objemová hmotnost u suché hmoty (sušina 60 - 80 %) sbírané sběracím vozem se pohybuje od 50 - 80 $kg \cdot m^{-3}$, u zavadlé hmoty je to 80 - 120 $kg \cdot m^{-3}$. Objem takto nevyužívané biomasy byl jen v r. 1994 odhadován na 48 000 t.

Složení tohoto materiálu může být značně různorodé, převažuje ale stébelná travní hmota, ať už suchá nebo zavadlá, často s podílem silnějších plevelných rostlin. Poměr C : N je 35 : 1 u čerstvé stébelné hmoty, u směsi s vyšším podílem stařiny je poměr C : N kolem 45 : 1.

Kompostování tohoto materiálu má několik specifík:

Stébelný materiál se rychle rozpadá a je značně sléhavý, hotový kompost má jen asi 10 % objemu původní hmoty, vyžaduje tedy časté spojování zakládek.

Homogenizace - např. řezání je operace energeticky náročná a nemusí být vyvážena hodnotou výsledného kompostu spolehlivé nastartování kompostovacího procesu musí být zabezpečeno dostatečnou vlhkostí, tj. sběrem čerstvého nebo mírně zavadlého materiálu a přidavkem zeminy nebo hnoje. Homogenizace předem neupraveného

materiálu je problémem kompostovací cyklus může probíhat v závislosti na počtu překopávek cca 12 - 30 týdnů, nezhádka 6 - 12 měsíců .

7.6 Tráva z údržby travníkových ploch

Celkové množství tohoto vcelku problematického materiálu roste souběžně se zvyšujícími se plochami intenzivně ošetřovaných travníků. Podle stupně intenzity se travní porosty sečou 3x - 20x za sezónu a stále roste počet žacích strojů vybavených sběracím košem. Čerstvá posečená tráva se tak stává nežádoucím odpadem.

Struktura výsledné hmoty je tvořena ústřížky trávy o délce 15 - 20 mm. Vyšší obsah vody je způsoben jejím uvolněním z pletiv při přestřižení stébla. Vlhkost se tak pohybuje v hodnotách 50 - 70 %. I z těchto důvodů nelze tuto hmotu zkrmovat. Poměr C : N = 30 : 1 je příznivý. Objem takto vzniklé hmoty závisí pochopitelně na stavu porostu, udává se 20 - 25 m³ hmoty z 1 ha ošetřované travníkové plochy za rok. Při objemové hmotnosti 150 - 200 kg.m⁻³ je to představuje množství 3,0 - 5,0 t.ha⁻¹. Kompostování bez přídavku zeminy, minimálního množství substrátu, drcené slámy, štěpky apod. je problematické, neboť vrstva se rychle slehává a bez přístupu vzduchu je náchylná k anaerobním procesům a k plísním. Zakládky s vyšším podílem takové hmoty je nutno podstatně častěji překopávat.

7.7 Uplatnění logistiky při výrobě kompostu

Optimalizací všech procesů souvisejících s výrobou a distribucí se zabývá logistika. Posláním logistiky je vytvářet předpoklady pro to, aby byly k dispozici dané materiály v potřebném čase a na daném místě. Není tomu jinak ani v technologickém procesu výroby kompostů. Optimalizace všech činností a vazeb je zajištěna vypracováním tzv. "logistických řetězců", u kterých jsou propracovány veškeré zásady a technologické postupy včetně postupů dopravních, manipulačních, skladovacích, expedičních a aplikačních.

Doprava materiálů, z místa jejich vzniku na místo jejich zpracování, představuje významný objem prací spojených s kompostováním. Obecně se řeší úloha umístění zpracovatelského místa s ohledem na více zdrojů různých surovin v daném území při minimalizaci dopravních tras. Úlohu lze i obrátit, tzn. řešit velikost nasávací oblasti s produkcí různého množství různých surovin pro danou kapacitu kompostárny.

Nezbytnou součástí zpracování biomasy na komposty je ekonomická stránka procesu u něhož je rozhodující cena vstupní suroviny, cena technologie a strojního zařízení, náklady na případné skládkování a náklady na vlastní provoz.

U kompostovacích provozů tvoří nezanedbatelnou položku náklady na dopravu materiálů z místa vzniku odpadů na kompostárnu. Tyto náklady jsou nepříznivě ovlivňovány stále se zvyšující cenou pohonných hmot, nepříznivou objemovou hmotností zpracovávaných materiálů a často speciálními nároky na ložný objem (list, štěpky).

Při stanovení finančních nákladů na přepravu různých materiálů se obvykle vychází z celkových provozních nákladů použitého vozidla nebo soupravy na hodinu

provozu [Kč.h^{-1}] a dosahované dopravní výkonnosti [t.h^{-1}]. Podílem obou veličin se pak získá měrný náklad na jednotku hmotnosti přepravovaného materiálu [Kč.t^{-1}]. Pro ekonomickou analýzu nebo porovnání různých druhů přepravních prostředků v dopravním procesu se mohou použít i další měrné ukazatele jako jsou náklady na:

- ujetou vzdálenost [Kč.km^{-1}]
- jednotku přepravní práce [$\text{Kč.t}^{-1}.\text{km}^{-1}$]

7.7.1 Přepravní vzdálenost

Přepravní vzdálenost má významný vliv na velikost nákladů na přepravu materiálů.

Odráží se v ní vliv faktorů organizace půdního fondu, konfigurace terénu, liniových staveb (železnice, dálnice), sídelních celků (zvláště městská zástavba) vodních toků a nádrží, lesních celků apod. v daném území. Čím je území členitější, tím více se přepravní vzdálenost prodlužuje oproti teoretickým či průměrným přepravním vzdálenostem vypočítaných podle nejrůznějších matematických vztahů, které transformují určité území do geometrických tvarů, především do kruhu nebo pravoúhlého čtyřúhelníka s různým poměrem stran, přičemž původní obecná plocha má stejnou plochu jako modelový čtyřúhelník.

Tato transformace skutečného území na modelovou plochu pravoúhlého čtyřúhelníka umožňuje řešení a objasňování teoretických vztahů **zejména z důvodů:**

- abstrakce základních parametrů do formy, ve které je možno matematicky, modelově nebo matematicko-statisticky vyhodnocovat potřebné závislosti (rozmístění kompostáren ve vztahu k producentům jednotlivých surovin)
- kvantifikace, kdy dílčí vztahy je možno sledovat odděleně, nezávisle nebo v různých modelových kombinacích (odděleně bilancovat množství jednotlivých druhů biomasy)
- aplikace, kdy zjištěné závislosti lze uplatnit zpětně do podmínek jednotlivých řešených území - nasávacích oblastí (např. při variantním návrhu rozmístění kompostáren nebo při rozhodování o dopravě podílu dané suroviny na jednotlivé kompostárny z důvodů dodržení receptury)

Výsledky stanovené touto metodou mají charakter teoretických minimálních hodnot, které se při aplikaci na konkrétní území korigují opravnými koeficienty např. podle členitosti terénu, povahy a množství přepravovaného materiálu apod.

Znalost přepravních vzdáleností mezi zdroji odpadní biomasy a zpracovatelským centrem i mezi zdroji navzájem je důležitá při řešení svozových tras, řešení obslužných, resp. objízdných tras se stanoveným pořadím odběrných míst atd. K tomu vyvinuté matematické metody umožňují minimalizovat počet ujetých kilometrů a tím minimalizovat objem přepravní práce a nákladů. Využívá se k tomu obecně známých metod lineárního programování, úlohy "obchodního cestujícího" apod.

K popisu dopravní sítě kilometrovými vzdálenostmi lze použít např. mapové podklady, kilometrovník ČR, podklady dopravních společností (např. Jízdní řád autobusových linek s vyznačenými vzdálenostmi) atd.

7.7.2 Materiálový tok

Podstatnou součástí logistického řetězce je materiálový tok, který je v celém procesu zajištěn manipulačními, dopravními a pomocnými prostředky tak, aby byl materiál v určeném místě, v potřebném množství a kvalitě a v požadované době k dispozici. Objem materiálového toku a jeho spolehlivost je nezbytnou podmínkou materiálové bilance zdrojů i při projektu kapacity kompostáren.

Objem materiálových zdrojů pro předpokládanou zpracovatelskou kapacitu kompostáren a odhad velikosti území, na němž ho lze shromáždit, tzv. nasávací oblast, lze stanovit teoretickými propočty. Příkladem takového přibližného propočtu je matematický vztah pro stanovení nasávací plochy zbytkové biomasy z nezemědělsky využívaných ploch:

$$A = P_R \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot a_i} \quad [\text{ha}]$$

kde: A - nasávací plocha území [ha]

PR - potřeba rostlinné fytohmoty pro kompostárnu [t.rok⁻¹]

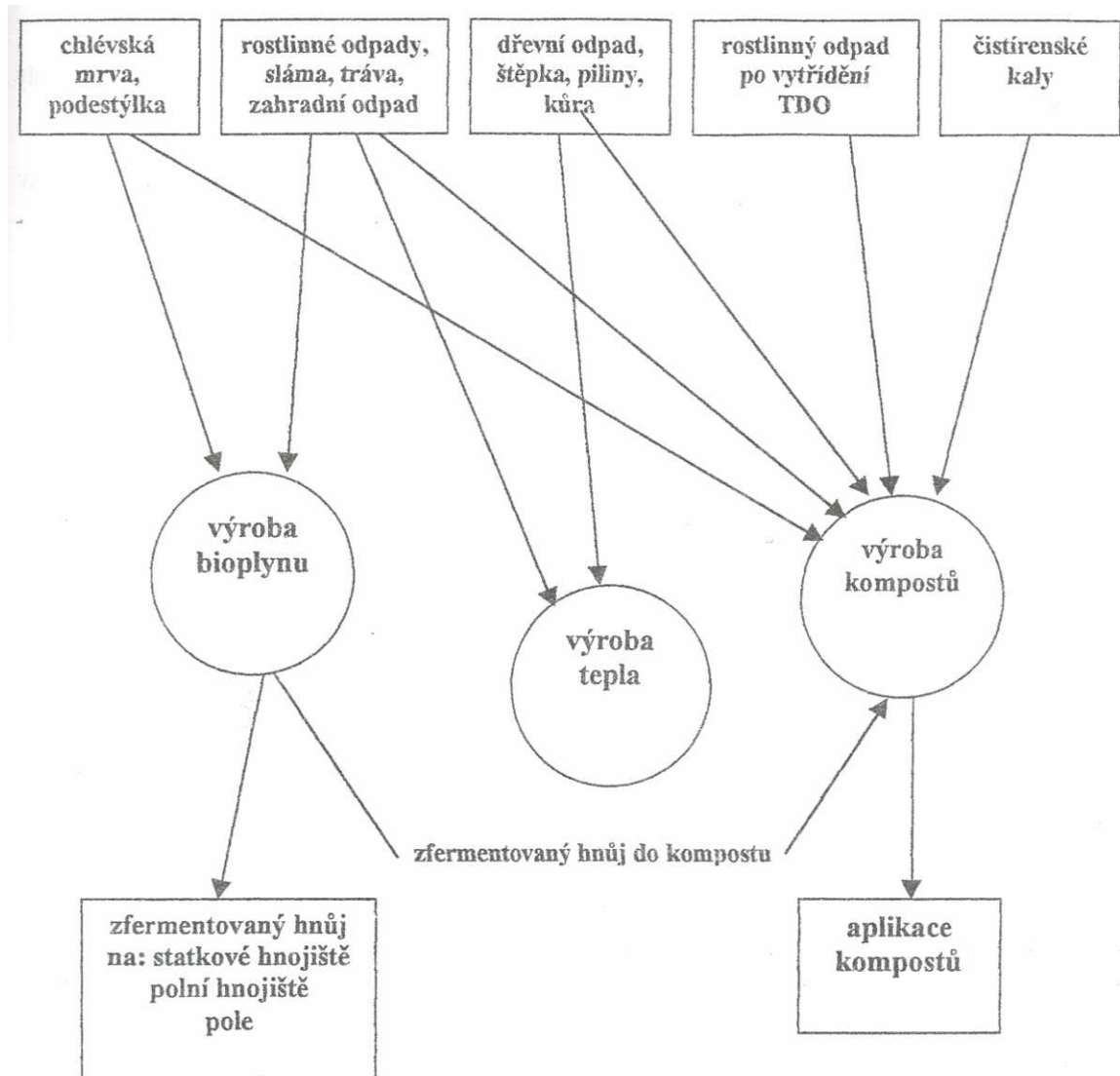
z - koeficient ztrát (při sklizni, dopravě apod.) [%]

m_j - výnos i-té plodiny [t.ha⁻¹.rok⁻¹] (travní hmota z parků, biomasa z údržby příkopů)

a_j - podíl plochy i-té plodiny v daném území

Disponibilní množství biologického materiálu lze také stanovit průzkumem dané lokality a ze zjištěných hodnot pak lze vyvozovat kapacitu zpracovatelského místa nebo ke zvolené zpracovatelské kapacitě určit nasávací oblast s ohledem na minimální dopravní vzdálenosti. Znalost konkrétního objemu a místa zdroje odpadního materiálu umožňuje optimalizovat umístění zpracovatelského místa.

Při rozhodování, kam umístit kompostárnu, se pak musí přihlížet k tomu, aby ležela přibližně uprostřed nasávací oblasti nebo v blízkosti významných producentů odpadní biomasy, měla vyhovující silniční spojení s ostatní producenty a splňovala řadu dalších podmínek (hygienická hlediska, vodohospodářská hlediska). Řešení se zpravidla zpracovává v několika variantách.



Obr.7.3 - Možné kombinace směru přepravy zbytkové biomasy

7.7.3 Logistické řetězce

V logistických řetězcích a dílčích materiálových tocích platí řada ekonomických závislostí. Měrné jednotkové náklady materiálového toku ($\text{Kč} \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}$) ovlivňují tyto činitele:

- **povaha materiálu** - stejnorodý materiál má měrné náklady nižší než materiál různorodý, nepříznivých rozměrů či vlastností (např. nízká měrná hmotnost) naopak vyšší,
- **množství materiálu** - čím větší je množství manipulovaného a přepravovaného materiálu, tím nižší jsou měrné náklady materiálového toku,
- **dopravní trasa** - s délkou trasy náklady stoupají, zvyšuje je členitost trasy, výškové rozdíly, kvalita vozovky (náklady na nakládku a vykládku délka trasy neovlivňuje,
- **úroveň řízení** - chaotické řízení přepravního procesu, nekoordinovanost kompetencí řady lidí, kteří do procesu zasahují, náklady zvyšuje, kvalitní řídicí struktura náklady snižuje,
- **čas** - pravidelnost přepravy materiálů náklady snižuje, u nepravidelných přeprav s vysokými nároky na rychlost přesunu je tomu naopak.

Do nákladů logistického řetězce se promítají i další vlivy, jejichž působení na jeho náklady je rozdílné podle konkrétní situace v řetězci. Např. rychlá a vysoce spolehlivá doprava je dražší než doprava méně kvalitní, ale vysoce spolehlivá doprava snižuje náklady na pojistné zásoby, kterých může být tím pádem méně. Avšak zvyšování kvality dopravy nad určitou úroveň pak nepřináší další efekt. Další ekonomickou závislost představuje počet skladů a náklady na logistický řetězec, jehož články tyto sklady jsou. Čím je počet skladů vyšší, tím jsou měrné náklady na skladovaný objem vyšší. To platí v případě odpadní biomasy i o mezi skládkách u producentů.

Shrneme-li celou problematiku odpadní biomasy a představíme-li si logistický řetězec a v něm materiálový tok odpadní biomasy, můžeme konstatovat, že výrobní náklady či zpracovatelské náklady na jednotku produkce (měrné náklady) klesají se zvětšující se zpracovatelskou kapacitou. Tento stav je však podmíněn příslušným množstvím materiálů ke kompostování, které je třeba v určitém území dopravit do zpracovatelského centra. To současně znamená nárůst velikosti nasávací oblasti a tím prodlužování dopravních vzdáleností. Jak ale bylo uvedeno, prodlužování dopravní vzdálenosti znamená však nárůst nákladů na dopravu.

7.7.3.1 Znaky logistického řetězce zbytkové biomasy

Charakteristické znaky logistického řetězce zbytkové biomasy jsou:

- **nestabilita místa zdroje** - ta vychází z toho, že plochy pro vznik zbytků biomasy nejsou dosud stabilně vybrány, jejich lokalizace může být ovlivněna změnou požadavků trhu, při změně pěstování plodin, které jsou momentálně akceptovány trhem nebo dojde ke změně hospodářské strategie podniku (např. rozšíření chovu skotu nebo ovcí apod.),
- **nestabilita produkce zdroje** - ta je dána přírodními a klimatickými podmínkami příslušného roku (např. deficit srážek), nižší výnosy v dalších sečích apod.,
- **přerušovanost produkce zdroje** - tím se rozumí, že produkce není k dispozici průběžně celý rok, nýbrž jen v produkční době několika měsíců, některý zdroj má výpadek i několik let (v podstatě až znovu naroste např. dřeviny).

Nestabilitu a přerušovanost produkce' jako nepříznivé znaky materiálového toku zbytkové biomasy lze částečně eliminovat zapojením či vytvořením podmínek pro využití většího či co nejširšího sortimentu druhů zbytků v příslušném "nasávacím obvodu",

- **přístupnost zdrojů** - je charakterizována především úrovní sítě silnic a polních cest a jejich průjezdným profilem z hlediska průjezdu velkoobjemových vozů a také event. . únosností propustí a mostků. Tímto znakem je limitována použitelná technika pro sklizeň a přepravu. Konkrétně to např. znamená použití traktorů a traktorové dopravy event. automobilové dopravy sólo vozidly,
- **meziskladování** - vytváří v logistickém řetězci dilatační místo, které vyrovnává nepravidelnosti v objemu, tempu a časové posloupnosti přísunu zbytkové biomasy. Umožňuje nashromáždit produkci z okolních pozemků či jiných zdrojů z nasávací oblasti, po určitou dobu ji 'skladovat při částečné změně vlastností (např. vlhkosti) a posléze umožnit překládku na velkokapacitní dopravní prostředky, které zajišťují odvoz k místu využití.

7.7.3.2 Provozní požadavky v logistickém řetězci

- **požadavky na meziskládky** - je to především dostatečně velká plocha odpovídající nejen objemu mezi skladované zbytkové biomasy, ale i manévrovacím požadavkům dopravních vozidel včetně velkokapacitních souprav (nákladní automobily s přívěsy, tahače s návěsy) a nakládací techniky, zajišťující nakládku těchto souprav.
- **nakládka z meziskládek** - musí zajistit spolehlivé naložení dopravních prostředků či skladovaným materiálem v přijatelných časových limitech (čas nakládky). Technické řešení nakládky je ovlivněno tím, zda se jedná o nakládku nahodilou jednoho malého počtu vozidel, nebo o nakládku většího počtu vozidel, trvající jednu nebo více pracovních směn. Určující je výkonnost použitého nakladače.
- **požadavky odběratelů** - jsou definovány druhem materiálu, množstvím (t, m³) a časem, kdy má být dodávka realizována. Časové údaje jsou někdy vyjádřeny frekvencí dodávky jako např. 1 x za týden, 1 x za 14 dní apod. S výkyvy ve zpracování odpadů a biomasy je spojena skupina dodávek nahodilých. Rada možných kombinací vyplývá mimo jiné z toho, že odběratelem meziskladované biomasy mohou kompostárny, které se vyznačují různým charakterem spotřeby vstupního materiálu v závislosti na složení zakládky.
- **požadavky na vážení** - vážení je spolu s výpočtem v praxi použitelným způsobem stanovení množství jednotlivých komponentů v kompostovací zakládce. To potom umožňuje důslednou evidenci surovin za pomoci moderních vážících systémů ve spojení s výpočetní technikou. Z toho vychází i nařízení vlády 513/92 Sb., které ukládá provozovateli zařízení pro využívání odpadů vybavit jej vážícím systémem.
- **požadavky na vykládací místo** - vykládací místo musí splňovat v podstatě dvojí požadavky a to funkčně bezproblémovou vazbu na technologii uplatňovanou v kompostárně a dále požadavky dopravní techniky, dovážející materiál do kompostových zakládek. K nim patří především uspořádání

komunikací v areálu zpracovatelského místa, které by mělo umožnit jednosměrný průjezd vozidla nebo dostatečně velkou plochu pro otáčení. Zásady průjezdnosti a volného průjezdového profilu je třeba dodržet i v prostoru vážení souprav.

7.7.3.3 Optimalizace logistického řetězce

Analýza problematiky toku zbytkové biomasy, od jejího vzniku až k místu jejího zpracování na kompost a aplikace hotového kompostu, představuje rozsáhlou a komplikovanou činnost při hledání optimálního řešení.

Při aplikaci kompostu se jedná o jeho naložení v kompostárně, dopravení na místo použití a jeho rozmetání na pole (nejčastější případ), nebo se hotový kompost dopravuje na místo jeho další úpravy (např. pro výrobu substrátů). Podle dopravních vzdáleností mohou nastat dva případy:

- kompost je naložen přímo do rozmetadla (traktorového, automobilního).
- kompost je naložen do velkoobjemových automobilních souprav, které jej dopraví na okraj pozemků a odtud je teprve naložen na rozmetadla kompostů.

Rozmetáním kompostů na pozemku je v podstatě dokončen logistický řetězec od místa zdroje zbytkové biomasy přes její zpracování v kompostárnách až po aplikaci.

Na konci tohoto logistického řetězce výroby a aplikace kompostů pak mohou nastat ještě dva významně rozdílné případy:

- oblast použití kompostů se z velké části kryje s nasávací oblastí pro kompostárnu. Rozvoz kompostů silničními vozidly může být v tomto případě výhodně organizován s vytěhováním zpětných jízd. To znamená, že vozidlo veze kompost k odběrateli a po jeho vyložení u nejbližšího dodavatele nakládá zbytkovou biomasu pro jízdu zpět. Tím se dosáhne lepšího využití vozidel a zefektivnění jejich provozu (zlevnění nákladů na dopravu).
- oblast použití kompostů se vůbec nekryje s nasávací oblastí kompostárny. Tento případ nastává obvykle tam, kde je zemědělská půda málo využívána a nebo je dána do klidu, nebo se komposty převážejí k dalšímu zpracování. Z toho vyplývá nárůst dopravních vzdáleností a převážně jednostranné využití vozidel.

Je zřejmé, že propracování logistického řetězce, jeho organizace, řízení i efektivnost, je složitým inženýrským projektem, který vyžaduje aktivní individuální přístup, má své regionální zvláštnosti a není ho tudíž možné řešit šablonovitě či schématicky.

7.8 Ekonomické hodnocení provozu kompostárny

Při ekonomickém hodnocení provozu kompostárny jsou objektivními kritérii náklady na 1 t vyrobeného kompostu a cena 1 t tohoto kompostu na trhu. Při stanovení nákladů na 1 t kompostu je nutno uvažovat s těmito rozhodujícími nákladovými položkami:

- náklady na pořízení nebo pronájem plochy pro kompostování
- pořizovací náklady strojů v kompostovací lince (ve formě odpisů)
- vstupní náklady na suroviny
- náklady na dopravu surovin
- náklady na vlastní provoz kompostárny
- náklady na obohacovací mikroprvky

Náklady na pořízení plochy se promítají do nákladů na výrobu 1 t kompostu ve formě ročních odpisů, přičemž odpisová sazba zpevněné plochy může dosáhnout 3 - 4 % těchto nákladů (to odpovídá 30 let životnosti zpevněné plochy).

Náklady na vlastní provoz kompostárny musí zahrnovat veškeré položky spojené s navážením kompostovaných materiálů, nakládáním, homogenizací, překopáváním, drcením, mícháním a separací. U finalizačních provozů k tomu přistupují náklady na balení, paletizaci, manipulaci a skladování. Převážnou část nákladů na vlastní provoz kompostárny tvoří tedy náklady na mechanizační prostředky využívané v kompostovacích linkách.

Z praktického hlediska je ale stanovení skutečných nákladů na mechanizované operace vždy poměrně obtížné. Ty jsou často stanoveny pouze hodinovou sazbou odvozenou z více či méně přesných odhadů, z porovnání cen práce obdobných strojů apod. Je zřejmé, že náklady na mechanizační prostředky vztahované na 1 t kompostu, budou minimální při vysokém využití strojů, tzn. že budou záviset na přiměřené kapacitě kompostárny. Znamená to, že při návrhu kapacity kompostárny se musí vycházet nejen z množství surovin pro kompostování a z velikosti dostupné pracovní plochy, ale jedním z kritérií musí být také výkonnostní charakteristiky využívané techniky.

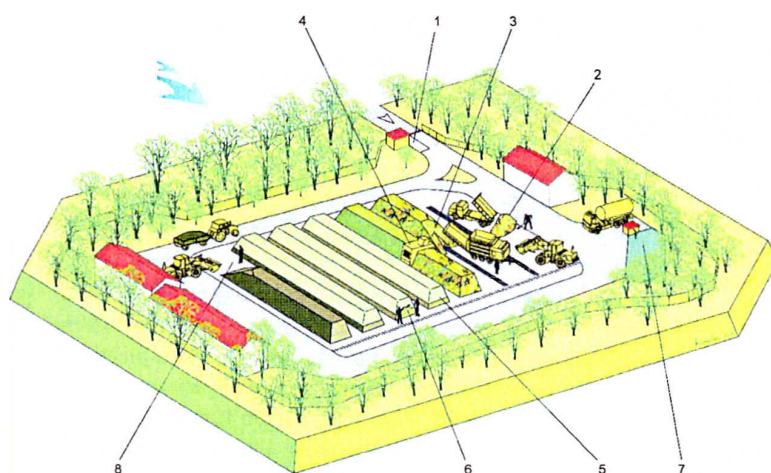
Znalost skutečných nákladů na provoz strojů ovlivní i rozhodování při pořizování nových strojů nebo rozhodování o nabídce strojní práce formou služeb.

Vstupní náklady na surovinu mohou v ekonomickém hodnocení dosahovat i "záporných" hodnot. To v případě, že kompostárna dostává za zpracování dané suroviny (odpadu) zaplacenou. Sazba za 1 t suroviny bude vycházet ze sazby za uložení 1 t tohoto odpadu na skládce. Vzhledem k tomu, že i u nás tyto sazby výrazně rostou, může tato položka celkové náklady na 1 t kompostu výrazně ovlivnit.

Do ekonomického hodnocení kompostárny nelze vždy zahrnout řadu nepřímých úspor např. omezení příp. zamezení vzniku černých skládek odpadů, úsporu poplatků za skládkování zkompostovaných materiálů, jisté zlepšení životního prostředí, zvýšení výnosů plodin po aplikaci kompostu atd.

Tab.7.2 - Vhodnost pro biotechnologické zpracování V – vhodné, PV – podmíněné vhodné, D nutnost biotechnologické detoxikace,

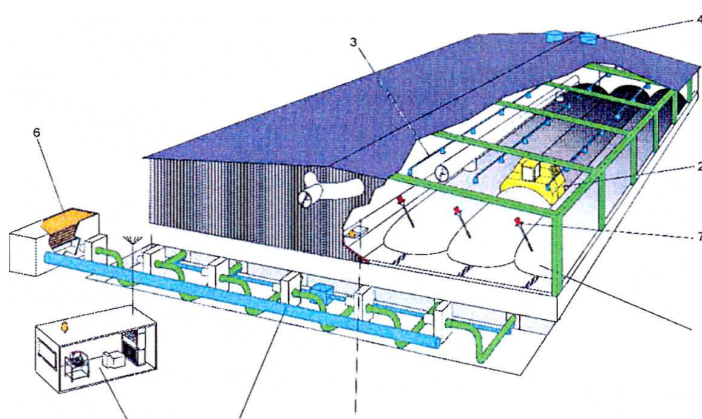
Číslo odpadu	Odpad	Objem. hmotnost Kg*m ³	Vlhkost %	Spal. látky % sušiny	N % sušiny	C:N	Nevhodné vlastnosti	Vhodnost pro bitech. zpracování
1	Odpad rostlinného a živočišného původu							
111	Odpad potravin	300 - 800	30 - 90	75 - 95	0,5 - 1,7	22 - 80		V
11 405	Chmelové mláto	500 - 800	70 - 80	78 - 90	1,0-1,5	26 - 40		V
11415	Výlisky - matoliny	400 - 500	65 - 87	78 - 92	0,5 - 1,4	28 - 48		V
127	Kal z výroby rostl. a živočišných tuků	500 - 800	15 - 35	45 - 65	0,5 - 0,6	40 - 80	tuky, mastné kyseliny, (Ni)	D
131	Odpad z porážky a zpracování zvířat	500 - 800	70 - 85	75 - 96	5,0- 9,0	6 - 11	riziko infekčnosti	PV
13701	Drůbeží trus	400 - 550	80 - 92	65 -76	5,0 - 7,5	4-6		V
13 702	Prasečí kejda	1000	91 - 97	72 - 78	4,0 - 8,5	4-6	(Cu)	V
13703	Hovězí kejda	1000	85 - 97	65 - 82	3,5 - 4,5	7-9		V
13704	Hněj (chl. mrva)	800 - 900	76 - 82	72 - 85	1,6 - 2,3	13 - 17		V
14 101	Odpadní klišovka	800 - 900	60 - 78	80 - 90	6,0 - 9,0	6-9	riziko infekčnosti, (Cr)	PV
14402	Kal z koželužen	800 - 900	60 - 90	30 - 60	1,0 - 5,0.	15 - 30	riziko infekčnosti, (Cr)	N
151	Sláma	200 - 500	13 -16	94 - 96	0,4 - 0,6	60 - 110		V
153	Části rostlin	250 - 500	15 - 70	92 - 95	0,4 - 1,5	20 - 75	riziko zaplevelení	V
154	Travní hmota z údržby trávníků	150 - 400	50 -70	88- 92	0,8 -1,2	35 - 50		PV
155	Travní hmota z neobhosp. ploch	100 - 200	10 - 35	90- 95	0,8 - 1,5	35 - 45		PV
156	Listí	200 - 300	15 - 40	90 - 95	0,9 - 1,5	32 - 48		V
160	Zelinářský odpad - nať, listy	200 - 400	30 - 60	85 - 95	1,5 - 2,5	35 - 50		V
17101	Kůra	200 - 250	40 - 70	94 - 98	0,1 - 0,4	95 -115	třísloviny, (Cd), (Pb), (Be), (Mn)	V
	Odřezky, třísky	250 - 350	40 - 70	98 - 99	0,0 - 0,2	100 - 120	nutnost mechanické úpravy	PV
17 103	Piliny	200 - 300	40 - 70	98 - 99	0,0 - 0,2	100 - 120	nízká pórovitost	V
17 104	Dřevní štěpky	250 - 350	30 - 35	96 - 98	0,0 - 0,2	100 -120	154	PV



Legenda:

- 1... evidence surovin-mostová váha
- 2 ... příjem surovin
- 3 ... zakládání do pásových hromad
- 4 ... překopávání kompostu
- 5 ...zrání kompostu v přikryté hromadě
- 6 ...monitorování kompostovacího procesu
- 7 ...jímka zapuštěná do terénu
- 8 ...expedice hotového kompostu

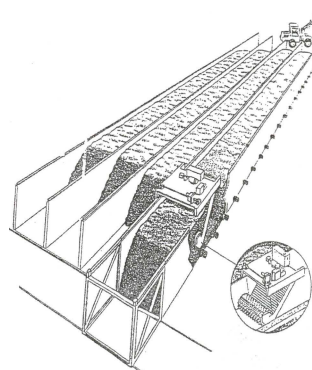
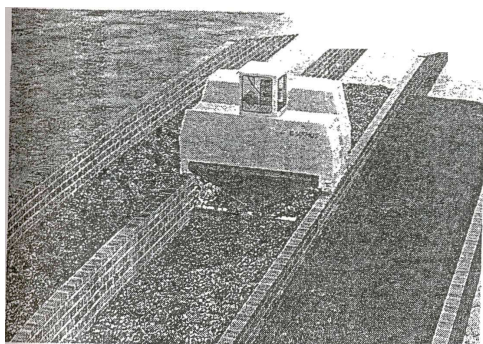
Obr.7.4 - Kompostování v pásových hromadách na volné ploše



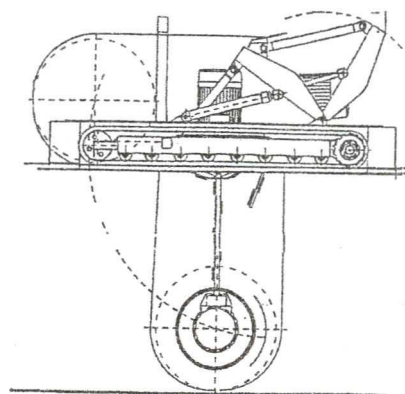
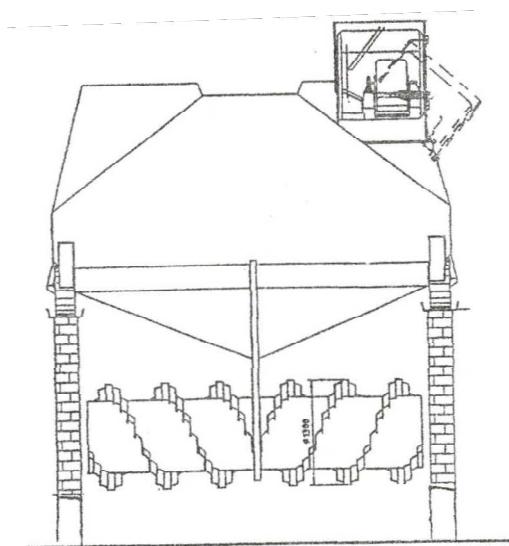
Legenda

- 1pásová hromada
- 2překopávač kompostu
- 3vodní sprcha
- 4vzduchové vstupní otvory
- 5vzduchotechnika
- 6biofiltr
- 7sonda pro přenos údajů o teplotě
- 8snímač obsahu kyslíku
- 9.....řídicí centrum

Obr.7.5 - Kompostování v pásových hromadách v uzavřeném prostoru



Obr.7.6 - Kompostování v kompostovacích žlebech - systém ROYER



Obr.7.7 - Kompostování v kompostovacích žlebech (BACKHUS)

8. Travní hmota pro krmné účely

Trvalé travní porosty - tedy louky a pastviny - představují v České republice i ve středoevropských podmínkách významný stabilizační a konzervativní prvek v krajině i v celé soustavě hospodaření na půdě. Jsou to právě louky, které tvořily známý charakter české krajiny v několika posledních stoletích. Vznik a vývoj travních porostů je podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním, bez něhož by se naprostá většina travních porostů postupnou sukcesí proměnila v lesní společenstva.

Trvalé travní porosty v ČR představují obrovský produkční potenciál biomasy (uvažovat lze o jejím spalování) a jsou zároveň nedílnou a nezastupitelnou součástí ekologické stability krajiny - ve smyslu jejich retenční kapacity pro zadržení vody, omezení erozních jevů a poskytují rovněž životní prostor mnoha živočišným druhům. V současné době je plocha luk a pastvin v ČR,

968 278 ha (louky 680 278 ha, pastviny pak 288 000 ha), tedy úhrnem necelých 23 % z rozlohy zemědělské půdy. Plocha travních porostů přitom stále roste.

Podmínkou, aby travní porosty mohly plnit mimo produkční ekologické funkce v tvorbě a ochraně krajiny a životního prostředí, je, že musí být alespoň částečně využívány - zemědělsky obhospodařovány. V zásadě jde o pravidelné odstraňování nadzemní hmoty porostu - sečení. Důvodem je nezbytnost udržení příznivého botanického složení luk a zabránění šíření plevelů. To je i důvod, proč Evropská unie vydává obrovské částky na programy, které zajišťují údržbu kulturní krajiny v zemích západní Evropy.

Sečení paradoxně přináší problém, co s posečenou hmotou. Stav skotu poklesl ze 3,5 na 1,2 milionu kusů a proto její zkrmování je značně omezeno. Kromě možnosti spalování jako obnovitelného zdroje energie se nabízí rovněž mulčování - návrat živin zpět do půdy. Mulčování je jedním z tradičních způsobů využívání rostlinné hmoty v zemědělství. Spočívá v pokrývání půdy posečenou rostlinnou hmotou s cílem využití mulče jako zdroje živin - návratu živin do půdy, ochrany půdy proti vodní a větrné erozi, rozvoji plevelů, jako ochrana půdní vláhy a pro úpravu tepelných podmínek v půdě. Naopak existuje určité nebezpečí kontaminace půdy látkami zachycenými v biomase.

Česku je na sto hektarů zemědělské půdy 40 kusů skotu, zatímco v Německu je to dvojnásobek, ve Francii 70 kusů, v Rakousku 63 a průměr unie představuje necelých 57 kusů skotu. Ještě nižší intenzita než u nás je v Polsku (37 zvířat na sto hektarů) a na Slovensku (27). Hluboko pod průměrem EU jsme v počtu prasat připadajících na sto hektarů orné půdy. Jestliže v unii je to 161 zvířat, u nás 114, v Polsku 156, Německu 225, Rakousku 231, a ve Francii 83. Čísla potvrzují dlouhodobý trend snižování intenzity výroby počtem skotu a prasat, dokonce i drůbeže.

S rostoucím zájmem o energii z biomasy se začíná věnovat pozornost energii z biomasy travních porostů. V souvislosti se stoupající úrovní a produktivitou v zemědělství se zvyšuje plocha půdy, která nemá využití pro produkci potravin, celkové plochy travních porostů v ČR jsou uvedeny v tab.8.1

Tab.8.1 - Rozlohy trvalých travních porostů v ČR

Roky Year	Louky trvalé Permanent meadows		Pastviny Pastures		Celkem Total	Trvalé travní porosty*/ Permanent grassland*/	
	ha	t/ha				ha	t/ha
1993	546354	3,34	229326	2,18			
1994	589765	3,55		2,48	836686		
1995	613 519	3,77	264 315	2,73	877 834		
1996	613435	3,51	262046	2,46	875481		
1997	641490	3,67	270877	2,54	912367		
1998	648472	3,18	273253	2,29	921 725		
1999	651 497	3,35	278335	2,32	929832		
2000	659353	2,95	281 083	2,15	940436		
2001	656553	3,27	283613	2,37	940166		
2002						940 568	3,08
2003						956035	2,41
2004						958116	3,23
2005						967 485	3,12
2006						968 278	3,12

*/ Pozn.: od roku 2002 byla zavedena kategorie zemědělské půdy - trvalé travní porosty - která zahrnuje louky i pastviny

Zdroj: ČSÚ

Od roku 1993 až do roku 2006 vzrostl počet TTP o 192298 ha a klesl počet skotu o 60,4 % což je 2114829 kusů a klesl i počet ovcí na 48 % což je 204 836 kusů. Když vezmeme průměrný výnos zelené hmoty z 1 ha TTP vyprodukuje 968 278 ha TTP 8 714 502 tun zelené hmoty .

Při průměrné krmné dávce 10 kg zelené hmoty na kus/den skotu spotřebuje 1391 393 kusů skotu za rok 5 078 584 t .

Při průměrné krmné dávce 5 kg zelené hmoty na kus/den ovce spotřebuje 168 910 kusů ovcí za rok 308 260 t .

Za rok se v ČR spotřebuje pro krmné účely 5 386 844 t zelené hmoty , roční produkce činí 8 714 502 tun zelené hmoty .Vzhled těmto údajům vzniká otázka co přebývající hmotou. Tento problém se bude do budoucna stupňovat vzhled k tomu že se český zemědělství přeorientovává z intenzivního zemědělství na extenzivní..

Tab.8.2 - Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1980 až 2007
Livestock: time series 1980 - 2007

Území: Česká republika

v kusech

Ukazatel	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Indicator
Skot celkem	3 428 954	3 498 765	3 556 073	3 546 340	3 547 453	3 602 741	3 462 392	3 482 282	3 467 316	3 480 582	<i>Cattle, total</i>
z toho krávy	1 318 952	1 317 096	1 316 641	1 309 536	1 301 789	1 285 867	1 273 254	1 264 656	1 255 680	1 247 567	<i>incl.:Cows</i>
Prasata celkem	4 796 932	5 105 489	4 724 608	4 557 879	4 506 701	4 299 037	4 332 653	4 410 674	4 617 748	4 685 333	<i>Pigs, total</i>
z toho prasnice	364 620	368 414	319 788	317 481	288 625	281 647	293 915	302 333	312 179	312 414	<i>incl.:Sows</i>
Ovce celkem	290 134	307 711	324 482	342 617	364 109	372 941	389 361	408 664	404 225	399 023	<i>Sheep</i>
Drůbež celkem	31 926 096	31 472 029	31 408 377	32 082 943	34 191 794	31 898 564	30 887 493	32 127 294	31 662 497	32 479 404	<i>Poultry, total</i>
z toho slepice	14 590 711	14 925 553	14 809 058	15 091 001	16 556 242	16 069 626	15 336 063	15 278 193	15 347 527	15 699 434	<i>incl.:Hens</i>
Ukazatel	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Indicator
Skot celkem	3 506 222	3 359 976	2 949 574	2 511 737	2 161 438	2 029 827	1 988 810	1 865 902	1 700 789	1 657 337	<i>Cattle, total</i>
z toho krávy	1 236 218	1 195 429	1 036 276	932 454	829 729	768 236	750 593	702 301	646 838	642 026	<i>incl.:Cows</i>
Prasata celkem	4 789 898	4 569 304	4 609 149	4 598 821	4 070 898	3 866 568	4 016 246	4 079 590	4 012 943	4 000 720	<i>Pigs, total</i>
z toho prasnice	310 869	313 006	326 277	324 245	294 610	295 328	317 517	321 832	319 664	316 599	<i>incl.:Sows</i>
Ovce celkem	429 714	429 106	342 069	254 301	196 030	165 345	134 009	120 921	93 557	86 047	<i>Sheep</i>
Drůbež celkem	31 981 100	33 278 468	30 756 308	28 219 580	24 974 149	26 688 376	27 875 356	27 572 714	29 035 455	30 222 187	<i>Poultry, total</i>
z toho slepice	15 437 483	15 215 376	14 893 818	13 385 218	12 555 655	12 028 561	12 030 460	11 833 185	12 279 959	11 901 600	<i>incl.:Hens</i>
Ukazatel	2000	2001 ¹⁾	2002 ¹⁾	2003 ¹⁾	2004 ¹⁾	2005 ¹⁾	2006 ¹⁾	2007 ¹⁾			Indicator
Skot celkem	1 573 530	1 582 285	1 520 136	1 473 828	1 428 329	1 397 308	1 373 645	1 391 393			<i>Cattle, total</i>
z toho krávy	614 787	611 395	596 295	590 322	572 887	573 724	563 723	564 686			<i>incl.:Cows</i>
Prasata celkem	3 687 967	3 469 802	3 440 925	3 362 801	3 126 539	2 876 834	2 840 375	2 830 415			<i>Pigs, total</i>
z toho prasnice	296 811	287 933	289 195	282 722	250 842	232 499	228 961	224 878			<i>incl.:Sows</i>
Ovce celkem	84 108	87 539	96 286	103 129	115 852	140 197	148 412	168 910			<i>Sheep</i>
Drůbež celkem	30 784 432	28 864 561	29 946 846	26 873 408	25 493 559	25 372 333	25 736 003	24 592 085			<i>Poultry, total</i>
z toho slepice	11 739 179	6 999 406	6 837 737	7 044 423	6 394 409	5 940 971	6 315 609	6 287 764			<i>incl.:Hens</i>

1) pouze zemědělský sektor

1) agricultural sector only

9. Hodnocení ekonomické náročnosti zakládání TTP, údržby TTP a zpracování zbytkové biomasy z TTP

U technologií pro zakládání, údržbu a zpracování zbytkové biomasy má velký vliv na ekonomické výsledky celé technologie především cena mechanizovaných prací. Při úvahách o správném využívání této techniky je nutno brát na zřetel především technickou úroveň, výkonnost, pořizovací cenu, způsob pořízení, dobu používání a náklady na provoz stroje. Změnou těchto a dalších parametrů lze ovlivňovat ekonomické výsledky provozu stroje nebo strojní linky.

Rozvoji technologií pro údržbu TTP brání zejména vysoké investiční náklady na pořízení strojů pro tyto technologie, které mnohdy dosahují cenové hladiny běžné v EU. Nedostatek vlastního kapitálu nutí mnohé podniky využít bankovní úvěr. Aby se mohly technologie pro údržbu TTP a krajiny uplatnit větší měrou, je podpora ze strany státu nezbytná. Ta by měla být směřována do státních podpůrných programů s dobrou dosažitelností pro jednotlivé uchazeče.

9.1. Ekonomická efektivnost návratnosti investice

Potenciální investor musí předem zvážit, zda investovat do zvoleného projektu a jaký bude mít investice efekt. Při posuzování investice je nutno zvážit tyto ukazatele:

a) Investiční náklady

Investiční náklady musejí být co nejnižší, protože zásadním způsobem ovlivňují náklady na údržbu TTP a z toho plynoucí zájem (nezájem) investorů.

b) Provozní náklady

Provozní náklady musejí být rovněž co nejnižší, neboť se přímo promítají do ceny práce strojů a linek.

c) Životnost

Životnost by měla být co nejdelší. Čím je životnost delší, tím se může udržovat více hektarů při efektivnějším zúročení investovaných prostředků. Ekonomicky se tato skutečnost projeví nižší cenou pracovních operací.

d) Způsob financování

Způsob financování má na efektivitu investice zásadní vliv. Úroky z případného bankovního úvěru obvykle výrazně zvyšují cenu mechanizovaných prací a stávají se zásadní brzdou pro investování v této oblasti. Při financování z vlastních zdrojů je z čistě ekonomického pohledu nutné porovnat finanční přínos investice s výnosem, který by bylo možné získat jiným použitím hotovosti, např. uložením na terminovaný vklad, či investováním do obligací nebo akcií apod. V případě podnikatele se investice do projektu srovnává s výnosy získanými investicí do jiného projektu.

e) Rozloha udržované travní plochy

Čím větší rozloha TTP se obhospodařuje, respektive čím je větší roční využití stroje, tím nižší mohou být fixní náklady a o to rychleji se vrací investované prostředky.

f) Jiné efekty

Rozhodnutí o způsobu údržby TTP může být motivováno také jinými efekty, které lze často velmi obtížně kvantifikovat. Jde například o případy, kdy je pro investora velmi

důležitý bezobslužný chod celého systému, kdy je obtížné provozovat jiný způsob údržby travních ploch apod. Při údržbě TTP může být vedlejším produktem kvalitní hnojivo, jehož prodej může zlepšit ekonomickou bilanci provozu zařízení.

9.2. Ceny prací na trhu a jejich stanovení

Ceny prací při údržbě TTP lze stanovit několika způsoby.

Pro stanovení ceny příslušné zakázky je nutné znát konkrétní podmínky na stanovišti (svažitost, velikost pozemku a jeho členění...), které mají přímý vliv na výkonnost techniky.

Cena práce pro údržbu TTP bývá sestavena z následujících prvků:

- Cena práce stroje
- Cena mzdových prostředků
- Cena použitých materiálů
- Ostatní (služby, provozní režie)
- Procento zisku.

Cenu mechanizovaných prací pro údržbu TTP lze stanovit:

1. dle katalogu směrných cen prací (např. ÚŘS Praha) + cena materiálu + procento zisku z materiálů

Ceny prací pro údržbu TTP především používané v komunální oblasti jsou stanovovány ÚŘS Praha a.s. v Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací. Tyto "směrné ceny" jsou počítány na základě kalkulací množství potřeb stanovených k jednotlivým cenám v členění podle položek kalkulačního vzorce. Jednotlivé potřeby jsou oceněny cenami případně sazbami získanými šetřením odborných pracovníků .

Ceny postihují rozhodující materiální i ostatní vstupy do cen prací k 1.1. a 1.7. příslušného roku. V kalkulaci cen bývají aktualizovány vstupy pořizovacích nákladů, přímých mezd, ostatních přímých nákladů a režii. V rámci možných zjištění je vyjádřen cenový pohyb materiálových vstupů. Do směrné ceny není započtena daň z přidané hodnoty a to ani na vstupu ani na výstupu. Podle ustanovení zákona ČNR č. 588/92 Sb. se u plátců daně tato daň na vstupu do kalkulací nezapočítává. Schématicky je struktura kalkulačního vzorce (členění směrné ceny) znázorněna v tabulce 9.1.

Stanovujeme-li cenu prací podle katalogů (např. ÚŘS Praha) je nutné znát podle výkladu katalogu co vše je obsaženo v jednotkové ceně položky. Ztratné je možné používat jen u materiálů. Ceny z katalogu směrných prací však neodpovídají úrovni tržní ceny používané v oblasti agroslužeb. Pro oblast údržby TTP je vhodnější použít cen jednotkových prací či cen obdobných prací uváděných ve Standardech pro zemědělství České republiky vydávaných Ministerstvem zemědělství České republiky .

Tab.9.1 - Struktura kalkulačního vzorce (členění směrné ceny)

směrná cena						
přímé náklady				nepřímé náklady		zisk
hmoty (přímý materiál)	zpracovací náklady					zisk
hmoty (přímý materiál)	přímé pracovní náklady			režie výrobní	režie správní	zisk
hmoty (přímý materiál)	ostatní přímé náklady			režie výrobní	režie správní	zisk
hmoty (přímý materiál)	mzdy (přímé mzdy)	stroje	ostatní náklady	pojištění	režie	zisk

Zdroj: Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů

2. Kalkulační ceny - hodinovou sazbou prací + cenou materiálů + % zisku z práce a materiálu + ostatní

Pro stanovení ceny se používají postupy využívané v účetnictví pro kalkulaci např. prodejní ceny vlastních výrobků či služeb. Kalkulační jednice lze stanovit dle běžných zvyklostí používaných danou účetní jednotkou. Jednoduchý příklad kalkulace nákladů pro stanovení ceny práce uvádí tabulka 9.2.

Tab.9.2 - Příklad kalkulace nákladů

1. Odpisy 12,5 % ze stroje
2. Splátka úvěru a) úvěr 10% na 6 let
b) vlastní prostředky
3. Pojistné (1,5% z investice)
4. Investiční kapitálové náklady (1+2+3)
5. Údržba + opravy (3% z investice)
6. Mzdy
7. Pojistné (35% z mezd)
8. Režie (150% mezd)
9. Celkové mzdové a režijní náklady (6+7+8)
10. Materiál
11. % zisku
Celkem

Zdroj: Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů

3. Jednotkovou cenou (cena za 1 ha, 1 m², 1 m³, 1 tunu, 1 kus, 1 hodinu)

Tuto jednotkovou cenu práce lze odvodit z normativů (např. Kavka et al. Standardy zemědělských výrobních technologií. MZe, Praha, 2000; a Kavka et al. Standardy pro zemědělství České republiky. MZe, Praha, 2000). Dále lze využít software určeného pro plánování a obnovu strojů (např. Techkonzult, Agrokonzult...). Takto stanovená cena může být dále upravena, neboť normativní cena nerespektuje lokální podmínky.

4. Odborným odhadem

Odborný odhad se provádí na základě znalosti tržních cen, tj. ceny obvyklé v daném čase a lokalitě.

9.3. Ekonomický propoččet

V prvním kroku je důležité vyhodnotit ekonomiku provozu. Výsledek ukáže návratnost vynaložených investic. Podrobnost a hloubka propočtu záleží na typu projektu a náročnosti celé investice. V první fázi stačí udělat docela jednoduchou ekonomickou rozvahu. Jejím výsledkem je prostá cena pracovní operace popř. technologie, prostá návratnost vložených prostředků a zjednodušený propoččet ročního hospodaření. Bude-li vše vypadat v pořádku, zpřesní se vstupní údaje a udělá se podrobný propoččet. Důležité je též zvážít zda stroj nebo celá strojní linka bude financovaná z vlastních zdrojů nebo pomocí úvěru či leasingem.

V druhém kroku je nutné provést podrobný ekonomický propoččet a stanovit další exploatační parametry. Především minimální roční výkonnost strojové techniky určuje výkonnost, při které jsou provozní náklady na strojní investici shodné s realizační cenou práce na trhu. Toto minimum je označováno jako bod zvratu, který ukazuje mez výhodnosti pořízení stroje oproti zajištění práce např. službami nebo pronájmem stroje. Tento bod tedy ukazuje minimální požadovaný rozsah prací, aby provoz strojní investice byl ekonomicky výhodný v porovnání s cenou služeb na trhu. Minimální roční využití u strojů pro údržbu TTP bývá oproti minimálnímu ročnímu využití u strojů používaných v "běžné" zemědělské výrobě nižší. Projevuje se především vliv specifických podmínek, který je dán především nižším možným rozsahem práce a většími vzdálenostmi pro přepravu. Proto je často nutné hledat další využití těchto strojů. Minimální roční výkonnost lze vypočítat podle vztahu (1).

$$rW_{\min} = \frac{rN_f(t)}{C_p - jN_v(t)} \quad [\text{ha.rok}^{-1}] \quad (1)$$

kde: rW_{\min} minimální roční výkonnost stroje
 $rN_j(t)$ roční náklady fixní na provoz stroje [Kč.rok⁻¹]
 C_p cena práce [Kč.ha⁻¹]
 $jN_v(t)$ jednotkové variabilní náklady na provoz stroje [Kč.ha⁻¹]

Rovněž je nutné podrobně propočítat náklady na provoz stroje. Problematice nákladů na provoz strojů není z pohledu provozovatelů, nebo vlastníků strojové

techniky věnována dostatečná pozornost z důvodu nepravidelné, nebo méně časté informovanosti o výdajích v této oblasti.

Při posuzování vhodnosti jednotlivé strojové techniky není třeba vždy znát do detailů všechny nákladové položky, které do kalkulované jednice vstupují. Důležitější je vědět, stačí-li efekt vyprodukovaný strojovou technikou v podobě realizované výroby na pokrytí nákladů, které jsou spojeny s pořízením a vlastněním strojové techniky, a které se projevují jako fixní náklady, a zda bude možno při nutných variabilních nákladech ještě v ceně produktu realizovat i zisk. Pro potřeby neúplných kalkulací a stanovení minimální roční výkonnosti stroje je potřebné provést členění na náklady variabilní a fixní.

Strukturu nákladů na provoz strojové techniky lze podle KAVKY (1997) dělit u fixních nákladů na:

- amortizaci;
- zúročení vlastního kapitálu;
- odrážející úroky bankovního úvěru nebo marži finančního leasingu;
- na garážování;
- pojištění a silniční daň.

Variabilní náklady zahrnují:

- opravy a údržby;
- palivo a maziva; mzdu obsluhy;
- náklady na základní a pomocný materiál; náklady na změnu produkce.

9.3.1 Roční fixní náklady

1. Amortizace (odpisy)

Pořizovací cena se promítá do provozních nákladů postupně formou odpisů. Odpisy strojů tvoří rozhodující část fixních nákladů a ve své podstatě představují postupný a dlouhodobý převod pořizovací ceny stroje do nákladů. Velikost odpisů však závisí nejen na pořizovací ceně stroje, ale i na způsobu odepisování, který je již odrazem ekonomické a technické taktiky a strategie podnikatelského subjektu. V praxi se nejčastěji uplatňují rovnoměrné odpisy daňové, které vychází ze znění zákona o dani z příjmu. Podle téhož zákona je však možno využít i zrychlené daňové odpisy, které lépe odpovídají skutečnému poklesu hodnoty stroje. Většina odpisů se tím přesouvá do počátečních roků využívání, kdy jsou naopak náklady na opravy a udržování nejmenší. Zrychlené odepisování má příznivý vliv na tvorbu finančních zdrojů pro obnovu stroje. Je tedy výhodné především v zemědělských podnicích, kde se uvažuje intenzivní využití stroje a jeho rychlejší obnova, a rovněž v podnicích poskytujících služby mechanizovaných prací (ABRHAM, 2002).

Ke kalkulacím tohoto finančního zdroje lze použít daňových odpisů. Odpisová základna v České republice je stanovena Zákonem o daních z příjmu, tj. vstupní cena majetku. Odpisový systém je založen na principu odepisování do výše 100 % vstupní ceny. Plně odepsaný dlouhodobý hmotný a nehmotný majetek se dále již neodpisuje. Podle Zákonu o daních z příjmu lze provádět rovnoměrné nebo zrychlené odepisování. Způsob odepisování určí vlastník pro každý nově pořízený majetek a nesmí jej změnit po

celou dobu jeho odpisování s výjimkami uvedenými v § 30 Zákona Č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů.

Dlouhodobý majetek je rozdělen do šesti odpisových skupin a každé skupině je přiřazena doba odepisování. Stroje a většina strojního zařízení je zařazena do prvních dvou odpisových skupin s dobou odpisu 3 a 5 let. Do první odpisové skupiny s dobou odpisu 3 roky jsou zařazeny podle Zákona o daních z příjmu (č. 586/1992 Sb.) prostředky definované tímto zákonem jako rozmetadla mrvy a umělých hnojiv, mechanické přístroje ke stříkání, rozstřikováním nebo rozprašování tekutin a prášků pro zemědělství nebo zahradnictví, samonakládací nebo samovýklopné přívěsy a návěsy pro zemědělské účely, stroje a přístroje zemědělské, zahradnické, lesnické, drůbežářské, nebo včelařské jinde neuvedené. Odpisové sazby pro tyto odpisové skupiny jsou uvedeny v tab. 9.3. Zařazení do odpisové skupiny provádí plátce v prvním roce odepisování prostředku. Každé odpisové třídě jsou přiřazeny roční odpisové sazby, stanovující výše odpočtu v prvním roce a dalších letech odepisování

Při rovnoměrném způsobu odepisování jsou odpisovým skupinám přiřazena roční odpisová procenta, (viz. tab. 9.3). Z tabulky je patrné, že v prvním roce je sazba nižší než v dalších letech. Zvýšenou vstupní cenou se pro účely daňových odpisů rozumí cena pořizovací navýšená o technické zhodnocení. Odpisy se zaokrouhlují na celé koruny nahoru. Při tomto druhu odepisování jsou odpisy v prvním roce nejvyšší a postupně se snižují.

Zrychleným odepisováním jsou odpisy v prvním roce nejvyšší a postupně se snižují. Tento druh odepisování se používá u majetku, který přináší ekonomický prospěch nerovnoměrně. Částka odpisů se v průběhu doby použitelnosti zmenšuje. Na začátku využívání majetku se neuvažuje s jeho opravami, majetek přináší největší ekonomický prospěch. Pro výpočet zrychlených odpisů se užívají koeficienty přiřazené jednotlivým odpisovaným skupinám, (viz. tab. 9.3), v závislosti na roce odepisování, popřípadě i na technickém zhodnocení (ADÁMKOVÁ, 2003).

Každá metoda má určité výhody i nevýhody. V případě zrychleného odepisování jsou výhodami zejména nižší zisk a tím i nižší daňový základ v prvních letech odepisování. Ke konci životnosti je to naopak. Negativní stránkou pak jsou rizika, která firma musí zvážit při rozhodování se o metodě odepisování. Jedná se zejména o riziko inflačních tendencí při vysoké míře investování, tlak na předčasné a nežádoucí vyřazování strojů a zařízení apod. V úvahu je třeba vzít i to, zda zvýšené odpisy neovlivní negativně cenu výrobků (a tím i jejich konkurenceschopnost). Přesto obecně platí, že podnik se snaží co nejrychleji odepsat svůj majetek v počátečních letech (financování podniku).

Tab.9.3 - Odpisové sazby pro druhou odpisovou skupinu (Zákon č. 339/92 Sb.)

Odpisová skupina	Doba odepisování	Roční odpisová sazba pro rovnoměrné odepisování			Koeficienty pro zrychlené odepisování		
		v prvním roce v %	v dalších letech v %	pro zvýšenou vstupní cenu v %	v prvním roce	v dalších letech	pro zvýšenou zůstatkovou cenu
1	3	20	40	33,3	3	4	3
2	5	11	22,25	20	5	6	5

Zdroj: Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů

Doba odepisování je uvedena jako minimální doba odpisu a odpisové sazby v jednotlivých letech jako maximální možná roční částka. Pro potřeby daňového přiznání musí provozovatel techniky dodržovat zákonem stanoveného způsobu odepisování.

Kromě lineárního odepisování se v literatuře uvádějí také metody zrychleného (nerovnoměrného) odepisování, kdy se stářím stroje výše hodnoty ročního odpisu roste, odpisy se tak akumulují až koncem životnosti majetku. Tím, že v prvních letech jsou odpisy nižší, se dosahuje vyššího zisku, což umožňuje výplatu vyšších dividend. Na straně druhé je však podnik daňově více zatížen. Z finančního hlediska jde tedy o nevýhodný postup. V praxi proto tato metoda se využívá výjimečně. Nebo naopak, kdy se stářím stroje dochází ke snižování hodnoty ročního odpisu strojové techniky. To pro podnik znamená rychlejší akumulaci vnitřních finančních zdrojů a tím umožňuje rychlejší obnovu techniky, modernizaci a také snižuje riziko morálního zastarávání.

Je třeba si uvědomit, že daňové odpisy nepředstavují opotřebenění dlouhodobého majetku, ale určitou politiku státu, kterou podporuje zejména obnovu strojního parku a zavádění nových technik a technologií do výroby. Pro podnikové potřeby nebrání nic tomu, aby byl zvolen jiný vhodnější způsob rozpouštění pořizovací ceny do nákladů na strojovou techniku.

Rovnoměrná -lineární metoda výpočtu

Rovnoměrný výpočet odpisu investice v podobě strojové techniky vychází z odepisování investice rovnoměrně stejným odpisovým procentem ze vstupní ceny po celou dobu. To znamená odepisovat investici rovnoměrně stejným odpisovým procentem ze vstupní ceny po celou dobu odepisování. Jde o jednoduchou metodu, administrativně nenáročnou. Tato metoda vždy nevyjadřuje reálný průběh opotřebenění a může způsobovat zastarání techniky se všemi důsledky.

Vztah pro výpočet těchto odpisů uvádí např. KAVKA (1997) a je shodný se vzorcem pro výpočet rovnoměrných daňových odpisů.

$$rN_a(t) = \frac{C_m \cdot a(t)}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (2)$$

kde: $rN_a(t)$ roční náklady na amortizaci
 C_m pořizovací cena stroje [Kč]
 $a(t)$ roční odpisová sazba [%rok⁻¹].

Odpisovou sazbu $a(t)$ lze spočítat pomocí vztahu (3) (KAVKA,1997).

$$a(t) = \frac{C_m - C_{zb}(t)}{C_m \cdot t} \cdot 100 \quad [\% \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3)$$

kde: $C_{zb}(t)$ zbytková cena stroje [Kč]
 t doba používání [rok]

Nerovnoměrná - tabulková metoda výpočtu

Předpokladem pro využívání nerovnoměrné - tabulkové metody výpočtu, je optimální volba hodnot roční odpisové sazby a_1, \dots, a_n pro každý rok odepisování investice. Hodnoty ročních odpisových sazeb jsou v jednotlivých letech určeny strategií používání strojní investice. Pro výpočet lze použít vztah (4). Rozdíl mezi vztahem (4) a (2) je pouze v měnící se odpisové sazbě, která je pro každý rok používání individuální.

$$rN_a(n) = \frac{C_m \cdot a_n}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (4)$$

kde: $rN_a(n)$ roční náklady na amortizaci ve sledovaném roce
 $a(n)$ roční odpisová sazba ve sledovaném roce [% .rok⁻¹]

2. Náklady na zúročení vlastního kapitálu

Roční náklady na zúročení vlastního kapitálu zahrnují ušlý úrok z peněz, které byly investovány při pořízení strojové techniky. Vyjadřují tak náklady způsobené ušlými příležitostmi z nemožnosti poskytnutí, získaného kapitálu na pořízení strojové techniky, komerčnímu bankovnímu ústavu, kde by každoročně plynul z takto uloženého kapitálu zisk odpovídající jeho zúročení.

Roční náklady na zúročení vlastního kapitálu vznikají jak v případě, že kapitál na koupi stroje byl tvořen pouze vlastními prostředky, tak i za předpokladu, že stroj je nakupován na bankovní úvěr nebo na finanční leasing.

Každým rokem je počítáno se střední hodnotou (na počátku a konci roku) tohoto kapitálu (vztah 5) násobeného jeho zúročením, které by mělo být na úrovni úroků termínovaných vkladů nebo roční míry inflace. Tyto náklady však nepatří do nákladů uznávaných pro daně, ale jsou součástí zisku (KAVKA, 1997).

$$rN_{zu}(t) = \frac{\sum_{t_x=1}^t VK(t_x - 1) + VK(t_x)}{t} \cdot \frac{zu}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (5)$$

kde : $rN_{zu}(t)$ náklady na zúročení vlastního kapitálu
 VK vlastní kapitál (Kč) úroková míra [%] čas [rok].
 zu úroková míra [%]
 T čas [rok].

Za předpokladu, že podnikatel koupil stroj z vlastních prostředků (bez bankovního úvěru) platí, že $VK(0) = C_m$ a $VK(t) = C_{zb}(t)$. Tato situace však v praxi existuje pouze u levnějších strojů. Stroje s vyšší cenovou hladinou jsou téměř vždy pořizovány na bankovní úvěr nebo na finanční leasing. Je-li stroj nakupován na úvěr

nebo finanční leasing, je pak nutné počítat se skutečností, že hodnota vlastního kapitálu v prvních letech stoupá pomocí ročních splátek až do hodnoty, kdy se vyrovná se zbytkovou cenou v čase t_x . Od roku, kdy dojde k vyrovnání vlastního kapitálu s cenou zbytkovou platí, že $VK(t) = C_{zb}(t)$ a to buď dle degresivního, nebo lineárního úbytku hodnoty stroje. Při pořízování stroje na bankovní úvěr může nastat situace, že podnikatel si vypůjčí pouze část peněz a zbytek financuje z vlastních zdrojů. V tom případě je vlastní kapitál $VK(O)$ v roce O roven vloženým prostředkům z vlastních zdrojů a tudíž je nutné změnit hodnotu z nuly do hodnoty vloženého vlastního kapitálu. Akontace u finančního leasingu způsobí podobný efekt (KAVKA, 1997).

Pokud při pořízení stroje nebyl použit bankovní úvěr, nebo finanční leasing a doba používání je větší nebo rovna předepsané době odepisování hmotného majetku příslušné odpisové skupiny, je možné místo vztahu 5, který je pro běžné výpočty složitý, použít rychlý, ale méně přesný výpočet pomocí vztahů 6, nebo 7.

$$rN_{zu}(t) = \frac{C_m + C_{zb}(t)}{2} \cdot \frac{zu}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (6)$$

$$rN_{zu}(t) = 0,5 \cdot C_m \cdot \frac{zu}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (7)$$

Náklady odrážející úroky bankovního úvěru nebo marži finančního leasingu vznikají pouze za situace, kdy kapitál na pořízení stroje byl získán z cizího zdroje, a vyjadřují zisk věřitelů. Tyto náklady mohou značně ovlivnit výši fixních nákladů.

SYNEK (1994) uvádí, že pro strojní investice je obvykle cizí kapitál levnější, než kapitál vlastní a to i přes splácení úroků. Úrok je podle platné právní úpravy v ČR nákladem na dosažení, udržení a zajištění příjmů, takže snižuje daňový základ. Peněžní prostředky, které má podnik k dispozici v současnosti, nejsou ekvivalentní se stejnými peněžními prostředky, které získá v budoucnosti. Peníze, kterými podnik disponuje v současnosti, mají pro podnik větší hodnotu, než tytéž peníze, získané v budoucnosti. Protože současné peněžní prostředky může podnik investovat a okamžitě tak získávat úrokové výnosy. Proto je při finančním rozhodování nutné respektovat faktor času.

Podle KAVKY (1997) můžeme tyto náklady spočítat pomocí vztahů (8) nebo (9) s tím, že vztah (8) platí za předpokladu, že prověřovaná doba používání t je menší než doba splácení bankovního úvěru nebo leasingu a vztah (9) platí tehdy, je-li doba používání stroje stejná nebo větší než je doba splácení.

$$rN_u = \frac{rS \cdot n_p - VC}{n_p} \quad \text{při } t < n_p \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (8)$$

$$rN_u = \frac{rS \cdot n_p - VC}{t} \quad \text{při } t \geq n_p \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (9)$$

kde: $rN(u)$ náklady odrážející úroky bankovního u úvěru
 nebo marži finančního leasingu
 rS výše roční splátky
 n_P doba splácení v letech
 VC vypůjčená částka (zpravidla $VC = C_m$)

Výše ročních splátek rS je pak závislá na podmínkách bankovního úvěru nebo na leasingovém koeficientu.

3. Náklady na garážování nebo uskladnění stroje

Poplatky na uskladnění, nebo garážování strojů je nutné vždy vhodným způsobem zohlednit v celkových provozních nákladech. Tyto poplatky se vzájemně liší především podle typu skladovacího prostoru.

Stroje mohou být garážovány, nebo uskladněny v garážích, přístřešcích i na zpevněných plochách. Uskladnění složitějších strojů (především samojízdných) ve stavbách je v našich podmínkách nutné nejen z důvodů ochrany strojů před korozi a slunečním zářením, ale také z důvodů ochrany strojů před poškozením, manipulací, nebo zcizením nepovolanými subjekty. Stroje je možné skladovat i v objektech prioritně, nebo původně využívaných i pro jiné účely.

Stanovují se podle plochy potřebné pro uskladnění stroje a ročních nákladů na jednotku skladovací plochy rN_m^2

$$rN_g = (D + 1) \cdot (S + 1) \cdot rN_{m^2} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (10)$$

kde: rN_g roční náklady na garážování nebo uskladnění stroje
 D délka stroje [m]
 S šířka stroje [m]
 rN_{m^2} roční náklady na jednotku skladovací plochy $[\text{Kč} \cdot (\text{rok} \cdot \text{m}^2)^{-1}]$

4. Náklady na pojištění a daň

Náklady na pojištění a daň jsou dány zákony země, ve které jsou stroje používány. Tyto náklady se skládají z nákladů na dobrovolné havarijní pojištění, na zákonné pojištění (traktory, samojízdné stroje a dopravní prostředky) a silniční daně (nákladní automobily).

Výši a předmět silničních poplatků v České republice řeší zákon České národní rady O dani silniční (Zákon Č. 16/1993 Sb.). Předmětem poplatků jsou silniční motorová vozidla, kolové traktory, přípojná vozidla k silničním motorovým vozidlům a ke kolovým traktorům s přidělenou státní poznávací značkou a používaných k podnikatelské činnosti. Od těchto poplatků jsou osvobozeny kolové traktory a přípojná vozidla k nim, používané v lesnictví a zemědělství. Výše poplatků je u nákladních automobilů, přívěsů, návěsů a kolových traktorů závislá na počtu náprava celkové hmotnosti vozidla.

Dalším zákonným poplatkem je zákonné pojištění za škodu způsobenou provozem motorového vozidla. Zákonné pojištění je v České republice každoročně

odváděno na základě vyhlášky Ministerstva financí České republiky (Zákon Č. 168/1999 Sb.). Těmto poplatkům podléhají všechna vozidla s vlastním pohonem, vozidla bez vlastního pohonu, pro která se vydává technický průkaz vozidla, technické osvědčení vozidla nebo obdobný průkaz. Zákonné pojištění je využíváno ke krytí škod vzniklých provozem vozidla jako je např. poškození zdraví, zničení, ztráta nebo odcizení věci, případně vznik jiné majetkové újmy.

Kromě výše uvedených zákonných pojištění nabízejí komerční pojišťovny pro stroje a strojní zařízení také Havarijní pojištění. Pojistné se vypočítává z pořizovací ceny stroje (11) a lze ho vyjádřit jako procentní podíl z pořizovací ceny stroje.

$$rN_{hp} = \frac{C_m \cdot p}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (11)$$

kde: rN_{hp} roční náklady na havarijní pojištění
 p sazba havarijního pojištění [%]

9.3.2. Jednotkové náklady variabilní

Variabilní náklady jsou závislé na provozu stroje. Za variabilní náklady se označují náklady, které rostou, když roste rozsah výkonů a klesají, když rozsah výkonů klesá (FREIBERG, 2003).

Nejčastěji se variabilní náklady dělí na:

- náklady na provoz stroje, které obsahují náklady na palivo a mazivo, mzdu obsluhy a údržbu stroje;
- náklady na opravy, tvořící druhou část nákladů na péči o stroj.

Pro hodnocení pracovního procesu lze obdobně jako mzdové náklady započítat do jednotkových nákladů i náklady na pomocný materiál.

1. Náklady na opravy a udržování

Jednotkové náklady na opravy a udržování mají velký vliv na výši celkových variabilních nákladů. U nového stroje jsou v počátečních letech minimální, ale časem se zvyšují s rostoucí intenzitou poruch. Zvyšuje se tím frekvence poruch a údržeb po poruše.

Tvoří nejvýznamnější položku variabilních nákladů a jejich výše může u některých zemědělských strojů za dobu jejich technického života několikanásobně překročit pořizovací cenu stroje.

Zvláštnost nákladů na opravy spočívá v tom, že nenarůstají spojitě, ale mění se skokem v náhodných intervalech t . Spojitý průběh mají jen v období bezporuchového provozu. Jejich sumu za období t_n lze vyjádřit vztahem:

$$N_r(t_n) = \sum_{i=1}^{n_o} N_{ri} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}] \quad (12)$$

kde: N_r kumulativní náklady na opravy za dobu provozu t_n
 N_{ri} náklady na i -tou opravu [Kč]
 n_o počet oprav stroje během doby t_n
 t_n doba provozu do n -té opravy stroje [km, l, ha].

Z nespojitého průběhu funkce lze jen těžko odhadnout trend vývoje nákladů. Proto se rozhodujícími body prokládá spojitá křivka, která již umožňuje extrapolaci vývoje nákladů. Popsaným způsobem lze tedy získat spojitou funkci růstu nákladů na opravy. Trend narůstání kumulativních nákladů na opravy během provozu bývá nejčastěji vyjádřen regresní funkcí.

Nejjednodušším způsobem vyjádření nákladů na opravy a udržování je jejich vyjádření v podobě pevného procenta z pořizovací ceny stroje, nebo z částky vztahované k určité hladině pořizovacích cen v daném roce. Takovýto způsob vyjádření nákladů na péči ovšem nerespektuje vývoj těchto nákladů v čase.

KAVKA (1997) uvádí vztahy (13 a 14) pro výpočet jednotkových nákladů na opravy a udržování, které lze také použít k normativním kalkulacím. Tyto vztahy využívají skutečnosti, že jsou známy roční náklady na opravy a údržbu stroje.

$$jN_o(t) = \frac{C_m \cdot o(t)}{rW_n \cdot 100} \quad [\text{Kč} \cdot (\text{ha}; \text{t}; \text{hod})^{-1}] \quad (13)$$

$$jN_o(t) = \frac{rN_a(t_n) \cdot k_o(t)}{rW_n} \quad [\text{Kč} \cdot (\text{ha}; \text{t}; \text{hod})^{-1}] \quad (14)$$

kde: jN_o jednotkové náklady na opravy a udržování
 t_n normovaná doba používání stroje [roky]
 $o(t)$ procento ročních nákladů na opravy z pořizovací ceny stroje [$\% \cdot \text{rok}^{-1}$]

Koeficient oprav určuje poměr celkových nákladů na opravy a udržování stroje za dobu životnosti k pořizovací ceně. Koeficient oprav je tedy bezrozměrná veličina, která musí být pro každý typ stroje nebo skupinu strojů experimentálně určena. Hodnota koeficientů oprav závisí na technické úrovni stroje a způsobu využívání stroje. Normované roční využití strojů představuje hodnoty stanovené dle průměrné výkonnosti strojů, s ohledem na časový fond pro jednotlivé pracovní operace daný agrotechnickými lhůtami. Koeficient oprav lze určit pomocí vztahů (15 a 16).

$$k_o(t) = \frac{rN_{on}(t)}{rN_a(t_n)} \quad [1] \quad (15)$$

$$k_o(t) = \frac{o(t) \cdot t_n}{100} \quad [1] \quad (16)$$

kde: $rN_{on}(t)$	roční náklady na opravy a udržování při normovaném ročním využití rW_n [Kč.rok ⁻¹]
$rN_a(t_n)$	roční náklady na amortizaci při normované době používání a lineárním způsobu odepisování stroje [Kč.rok ⁻¹].

2. Náklady na pohonné hmoty a maziva

Náklady na pohonné hmoty a maziva představují nákladovou položku zahrnující spotřebu pohonných hmot a maziv, nebo elektrické energie u strojů s elektrickým pohonem.

Na spotřebu pohonných hmot v provozních podmínkách má vliv celá řada faktorů souvisejících s podmínkami přírodními (půdní podmínky, svažitost, tvar pozemku), organizačními (druh práce, velikost pozemků, organizace práce a přejezdů) a s technickým stavem energetického prostředku (opotřebení, seřízení atp.) (KAVKA, 1997). Pro stanovení spotřeby paliva je možné použít podrobnou výpočtovou metodu, nebo normativní metodu. Při podrobné výpočtové metodě se provádí rozfázování celkového času nasazení stroje na etapy rozdílného zatížení motoru. Spotřeba paliva se tak určuje součtem spotřeby při jednotlivých zatíženích během doby nasazení, viz vztah (17). Nevýhodou této metody je složitost výpočtu a s ní spojená časová náročnost. Nepřesné vstupní údaje mohou také zapříčinit i nepřesné výsledky.

$$Q_h = \frac{M_{pp} \cdot T_1 + M_{px} \cdot T_2 + M_{po} \cdot T_{vol}}{T_{08} \cdot 0,835} \quad [l \cdot h^{-1}] \quad (17)$$

kde: Q_h	hodinová spotřeba pohonných hmot spotřeba paliva v čase hlavním [kg.h ⁻¹] čas hlavní [h]
M_{pp}	spotřeba paliva v čase pomocném [kg.h ⁻¹]
T_1	čas pomocný [h]
M_{po}	spotřeba paliva při volnoběhu [kg.h ⁻¹]
T_{vol}	doba provozu stroje při volno běžných otáčkách [h]
T_{08}	čas prostojů nesouvisejících se sledovaným strojem [h ⁻¹]
0,835	koeficient pro přepočet kg na litry.

$$M_{pp} = P_j \cdot \eta_v \cdot m_{pe} \quad [kg \cdot h^{-1}] \quad (18)$$

$$M_{px} = 0,3 \div 0,5 \cdot P_j \cdot m_{pe} \quad [kg \cdot h^{-1}] \quad (19)$$

$$T_1 = T_{08} \cdot K_{08} \quad [h] \quad (20)$$

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot (1 - K_{02})}{K_{02}} \quad [h] \quad (21)$$

kde:

P_j	jmenovitý výkon motoru [kW]
h_v	součinitel využití výkonu motoru
m_{pe}	měrná spotřeba paliva [(kg.(kw. h) ⁻¹]
K_{02}	koeficient využití operativního času
K_{08}	koeficient využití provozního času

Pro zjištění spotřeby pohonných hmot je také možné použít normativní metodu. Tato metoda spočívá v odečtení průměrné spotřeby pohonných hmot pro jednotlivé pracovní operace ze stanovených normativů. Výhoda této metody spočívá v jednoduchosti a tím spojené časové nenáročnosti. Nevýhodou této metody může být jistá nepřesnost výsledné spotřeby.

Spotřeba maziv bývá definována jako objem maziv v motoru vyměněných v doporučených intervalech většinou vztažených k počtu motohodin (Mth) stroje. Konkrétní interval výměny maziv je pro každý typ energetického prostředku ojedinelý.

Podle ABRHAMA (1996) lze zohlednit náklady spojené se spotřebou maziv do ceny paliva. Tato cena se pak nazývá komplexní cena paliva a lze jí určit podle vztahu (22) jako součin z ceny pohonné hmoty a korekčního součinitele na spotřebu maziv, který se pohybuje v rozmezí 0,1 až 0,2.

$$C_{kp} = C_n \cdot (1 + k_{maz}) \quad [\text{Kč.l}^{-1}] \quad (22)$$

kde:

C_{kp}	komplexní cena maziva
C_n	cena pohonné hmoty [Kč.l ⁻¹]
k_{maz}	korekční součinitel na spotřebu maziv

Jednotkové náklady na pohonné hmoty a maziva pak lze vypočítat podle vztahu (23) (KAVKA, 1997).

$$jN_{PHM} = Q_{ph} \cdot C_{kp} \quad [\text{Kč} \cdot (\text{ha}; \text{t}; \text{h})^{-1}] \quad (23)$$

kde:

jN_{PHM}	náklady na pohonné hmoty a maziva [Kč.(ha; t; h) ⁻¹]
Q_{PH}	spotřeba pohonných hmot na měrnou jednotku [l.(ha; t; h) ⁻¹]

3. Náklady na mzdu obsluhy

Náklady na mzdu obsluhy představují náklady na mzdu pracovníků vykonávající obsluhu stroje. Mzda slouží pracovníkům k realizaci jejich cílů a při stanovení mezd by měly být zohledněny nejen cíle podniku a pracovníka, ale také třetího subjektu (sociálních partnerů, státu, legislativních podmínek).

Jednotkové náklady na mzdu obsluhy nejsou v některých metodikách uváděny jako součást nákladů na stroj, resp. soupravu. Vzhledem ke skutečnosti, že stroj bez obsluhy nemůže vykonávat užitečnou práci a že typ stroje a jeho technická úroveň

ovlivňuje počet obsluhujících pracovníků, je žádoucí při kalkulacích pro potřeby tvorby různých podnikatelských strategií mzdové náklady uvádět. Jejich výpočet lze provést podle vztahu (24), ve kterém konstanta 1,35 vyjadřuje podíl zdravotního a sociálního pojištění, který musí platit zaměstnavatel pracovníka (KAVKA, 1997).

$$jN_m = \frac{hN_m \cdot k_z}{hW_s} \quad [\text{Kč.}(\text{ha}; \text{t}; \text{h})^{-1}] \quad (24)$$

kde: jN_m jednotkové náklady na mzdu obsluhy
 hN_m hodinová mzda [$\text{Kč.} \cdot \text{h}^{-1}$]
 hW_s skutečná hodinová výkonnost stroje v soupravě [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$]
 k_z konstanta vyjadřující podíl zaměstnavatele na zdravotním a sociálním pojištění (pro rok 2005 $k_z = 1,35$)

4. Náklady na pomocný materiál

Jednotkové náklady na pomocný materiál, podobně jako náklady mzdové, patří spíše k hodnocení pracovního procesu než stroje samotného. Tyto náklady představují náklady na spotřebu motouzu, nebo síťoviny při lisování apod. Tento materiál musí být bezprostředně spojen s principem práce stroje. Kalkulaci jednotkových nákladů na pomocný materiál lze spočítat ze vztahu (25).

$$jN_{pm} = C_{pm} \cdot Q_{pm} \quad [\text{Kč.}(\text{ha}; \text{t}; \text{h})^{-1}] \quad (25)$$

kde: C_{pm} cena jednotky pomocného materiálu [$\text{Kč.} \cdot \text{kg}^{-1}$]
 Q_{pm} spotřeba pomocného materiálu na jednotku výkonnosti stroje [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Příklad kalkulace nákladů na provoz stroje nebo strojní linky uvádí následující tabulka

Tab.9.4 - Příklad výpočtu nákladů na provoz stroje

Tabulka pro výpočet nákladů sestavených souprav			
Vstupní údaje			
Energetický zdroj	ID 8200		
Katalogová cena	Ct	1 781 640	Kč
Doba odepisování	Tot	6	let
Doba provozu za rok	rTt	2200	hod. (Mth)
Výkonnost soupravy	hW08	2,2	ha.h ⁻¹ ; t.h ⁻¹
Úročení vstupního kapitálu	u _t	3	%
Pojištění	p _t	0,3	%
Plocha na uskladnění	S _{mt}	12	m ²
Způsob uskladnění		Garáž	
Roční náklady na uskladnění	rN _{mt}	60	Kč.m ⁻¹ . rok ⁻¹
Koeficient oprav	k _{ot}	0,5	
Spotřeba paliva	haQ	11	l.ha ⁻¹ ; l.t ⁻¹
Komplexní cena nafty	C _{kn}	23	Kč.l ⁻¹
Pracovní stroj	Horsh SE 3,25		
Katalogová cena	Cs	337284	Kč
Doba odepisování	Tos	6	let
Roční výkonnost soupravy	rW	700	ha.rok ⁻¹ ; t.rok ⁻¹
Úročení vstupního kapitálu	Us	6	%
Pojištění	Ps	0,8	%
Plocha na uskladnění	Sms	8	m ²
Způsob uskladnění		Kolna	
Roční náklady na uskladnění	rNms	34	Kč. rok ⁻¹ . m ⁻¹
Koeficient oprav	kos	1,2	
Mzdové náklady			
Hodinová mzda traktoristy	hNzot	50	Kč.h ⁻¹
hodinová mzda obsluhy	hNzoo	0	Kč.h ⁻¹
počet pracovníků obsluhy	n	0	
Materiálové náklady			
Cena základního materiálu	Czm	0	Kč.t ⁻¹
Množství základního materiálu	Gzm	0	t
Cena pomocného materiálu	Com	0	Kč.t ⁻¹
Množství pomocného materiálu	Gom	0	t

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů			
Energetický zdroj			
Jednotkové náklady na ...			
... amortizaci traktoru	$jN_{at}=Ct/(T_{ot}\cdot rT_t\cdot h W_{os})$	61,35	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... zúročení traktoru	$jN_{ut}=Ct\cdot u/(2\cdot 100\cdot rT_t\cdot h W_{os})$	5,52	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
... garážování traktoru	$jN_{gt}=S_{mt}\cdot rN_{mt}/(rT_t\cdot h W_{os})$	0,15	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
... poplatky a pojištění traktoru	$jN_{spt}=Ct\cdot p/(rT_t\cdot h W_{os}\cdot 100)$	1,10	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
... údržbu a opravy traktoru	$jN_{ot}=jN_{at}\cdot k_{ot}$	30,68	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
... energii traktoru	$jN_e=ha_Q\cdot Ck_n$	126,50	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
Jednotkové náklady energetického zdroje	$jE=jN_{at}+jN_{ut}+jN_{spt}+jN_{gt}+jN_{ot}+jN_e$	225,30	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.T ⁻¹
Pracovní stroj			
Jednotkové náklady na ...			
... amortizaci stroje	$jN_{as}=C_s f(T_{os}\cdot rW)$	81,31	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... zúročení stroje	$jN_{us}=C_s\cdot us/(2\cdot 100\cdot rW)$	7,23	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... garážování stroje	$jN_{gs}=S_{ms}\cdot rN_{ms}/rW$	0,39	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... poplatky a pojištění stroje	$jN_{sps}=C_s\cdot ps/(rW\cdot 100)$	3,85	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... údržbu a opravy stroje	$jN_{os}=jN_{as}\cdot k_{os}$	96,37	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
Jednotkové náklady pracovního stroje	$jS=jN_{as}+jN_{us}+jN_{sps}+jN_{gs}+jN_{os}$	188,14	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
Materiál			
Jednotkové náklady na...			
... základní materiál	$jN_{zm}=G_{zm}\cdot C_{zm}$	0	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
... pomocný materiál	$jN_{pm}=G_{pm}\cdot C_{pm}$	0	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
Jednotkové náklady na materiál	$jN_m=jN_{zm}+jN_{pm}$	0	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
Živá práce Jednotkové náklady na živou práci	$JN_{zp}=(1+0,34(0,35)^n)\cdot (hN_{zpt}+n\cdot hN_{zpo})/hW_{os}$	30,91	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹
Souprava			
Jednotkové náklady soupravy	$jNp=jE+jS+jN_{zp}+jN_{zm}+jN_{pm}$	444,35	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹

Přehled výsledků výpočtů nákladů			
Jednotkové náklady		225,30	
Jednotkové náklady		188,14	
Jednotkové náklady		0	
Jednotkové náklady		30,91	
Celkové jednotkové náklady soupravy		444,35	Kč.ha ⁻¹ ; Kč.t ⁻¹

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

9.4 Srovnání nákladů technologických postupů při údržbě trvalých travních porostů

ČR v současnosti disponuje přebytkem zemědělské půdy, u níž není reálný předpoklad pro její další racionální využití v produkci potravin a potravních surovin. Jedno z řešení této situace představuje zatravňování takové půdy s ohledem na možnou obnovu přirozeně fungujících ekosystémů krajiny.

Nárůst takovýchto ploch v podobě trvalých travních porostů se však neobejde bez potřebných agroenvironmentálních opatření a jednotné koncepce pro jejich údržbu. Tu lze zabezpečovat pomocí strojů speciální konstrukce příp. jejich vhodným sestavením do strojních linek.

Cílem této práce je sestavení návrhů modelových technologických postupů pro dvě varianty údržby trvalých travních porostů a jejich vyhodnocení z hlediska nákladovosti.

9.4.1 Materiál a metody

1) Výběr a charakteristika technologických postupů.

Pro modelování nákladovosti byly vybrány tyto postupy:

- technologický postup sečení travní hmoty a její sklizeň na seno - zahrnuje operace spojené s údržbou TTP a sklizní travní hmoty na seno včetně obracení, shrnování a lisování. V hodnocení bude zahrnut i odvoz balíkovaného sena, při předpokladu 2 sečí.

- **technologický postup mulčování travní hmoty s jejím ponecháním na místě** - zahrnuje operace vláčení a mulčování v počtu 4 zásahů z důvodů dodržení délky rostlinných stébel. Předpokládá se, že mulčování je zabezpečováno takovým typem stroje, který nedrtí travní hmotu na drobné částice, ale láme stébla porostu na kusy o délce 80 - 100 mm, při výšce strniště 100 - 150 mm. Zbytky takto posečené hmoty zůstávají uloženy na strništi, rychle vysychají, snižují svůj objem a pouze část z nich postupně propadne až na povrch pozemku. Tento zásah představuje moderní variantu údržby a předpokládá využití rotorových mulčovačů (svislá osa rotace) s nožovými pracovními orgány, délka kusů travních stébel je výsledkem pracovního režimu mulčovače tj. řezné rychlosti a řešení proti ostří na statoru.

2) Získání technicko-ekonomických podkladů

Pro vybrané soupravy byly zjišťovány jejich pořizovací ceny, doporučené jejich případné agregace, rozměry apod., z firemních materiálů a z údajů prodejců. Energetická náročnost a výkonnost byly zjišťovány z přímých měření prováděných na UZT ZF v Lednici.

3) Modelové výpočty nákladovosti

V modelových výpočtech bylo uvažováno vždy s ročním nasazením traktoru 1000 hod.rok⁻¹. Tato hodnota odpovídá využití traktoru v běžném zemědělském podniku. Výkonnosti strojů byly pro konkrétní typy zadávány na základě měření časových snímků třemi hodnotami. Střední hodnota představovala standardní úroveň výkonnosti, dolní hodnota reprezentovala zhoršené podmínky sklizně a horní hodnota odpovídala ideálním podmínkám.

4) Vyhodnocení nákladovosti pro varianty technologických postupů

Pro modelování nákladů bylo využito programu AGROTEKIS. Výsledkem jsou hodnoty provozních nákladů strojních souprav, vyjádřené v Kč na 1 hodinu nasazení a v Kč na 1 hektar provedené operace. Nejdůležitějšími vstupními údaji jsou pořizovací cena traktoru i přípojných strojů a rozsah jejich ročního nasazení. Výsledky modelových výpočtů provozních nákladů jednotlivých souprav byly dosazeny k příslušným pracovním operacím u hodnocených technologických postupů. Součtem jednotlivých položek pak byly vyčísleny celkové náklady na hodnocené varianty postupů v Kč.ha⁻¹ ošetřeného trvalého travního porostu.

Výsledky

Výběr strojních souprav byl proveden na základě doporučených agregací a zkušeností uživatelů (Tab. 9.8 a Tab.9.9).

S využitím programu AGROTEKIS byly modelovány náklady na jednotlivé pracovní soupravy. Principem je, že náklady jsou modelovány zvlášť pro traktor (zde pro jeho roční nasazení 1000 hod.rok⁻¹) a zvlášť pro přípojné stroje (jejich roční nasazení vychází z podmínek uživatelů). V Tab. 9.5 - Tab.9.7 jsou uvedeny příklady výstupů těchto ekonomických modelů s vyznačením nákladových položek (orámované hodnoty v tabulkách) odpovídajících podmínkám nasazení. Z toho je zřejmé, že nákladové položky pro jednotlivé operace, dosazené do tab. 9.5 a tab.9.6 vznikly tak, že náklady na traktor a přípojný stroj byly vždy sečteny.

Přímé náklady na variantu sečení na seno činí 6 211 Kč. ha⁻¹, na variantu mulčování 3 947 Kč.ha⁻¹ ABRHAM KOVÁŘOVÁ (2003) uvádějí u obdobné varianty (sečení na seno) náklady 5609 Kč.ha⁻¹

Při porovnání celkových nákladů u obou sledovaných variant je zřejmé, že varianta mulčování travního porostu představuje cca 60% nákladů varianty sečení na seno. V praxi by byl rozdíl patrně ještě o něco větší, protože vláčení prutovými branami po dvojím mulčování bude zařazováno vždy podle aktuálního stavu porostu. Čtyři mulčovací zásahy zde navíc představují nadstandardní případ, reálné je počítat spíš se třemi zásahy.

Vyšší náklady u varianty sečení na seno jsou kompenzovány tržbou za prodej sena. Při aktuální ceně sena 1 000 Kč.t⁻¹ a při výnosu 3 t.ha⁻¹ je potom náklad na tuto variantu

3 211 Kč.ha⁻¹. Z hlediska požadavků na údržbu TTP představuje ale varianta mulčování takový způsob údržby, který rychle a operativně zajistí obnovu porostu, ponechaná hmota postupně přispívá ke zvyšování obsahu humusu v půdě. Tyto TTP jsou často orientovány na svažitých polohách, což náklady na operace u varianty sečení na seno významně zvyšují.

Připustíme-li u varianty mulčování možnost pouze 3 zásahů mulčovačem a 2 vláčení, sníží se zde náklady na 2 916 Kč.ha⁻¹. U této varianty lze rovněž vidět i další pozitiva, mj. také ve snížení hustoty pojezdů techniky po povrchu porostu, což se kladně projevuje na obnově biocenóz.

Závěr

Pro sestavené technologické postupy byly vybrány pracovní soupravy s doporučenou agregací. A pro provozní podmínky při jejich nasazení byly modelovány náklady pomocí programu AGROTEKIS. Výsledky ukazují, že náklady na variantu mulčování dosahují cca. 60% výše nákladů na variantu sečení travního porostu na seno. Přímé náklady na variantu sečení na seno činí 6 211 Kč.ha⁻¹, na variantu mulčování 3 947 Kč.ha⁻¹. Při údržbě TTP je často výtěžnost sena druhořadá a rozhoduje operativnost, šetrnost a rychlost zásahu.

Tab.9.5 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS-traktor NH TN 155

Číslo: 127782 Datum zpracování: 10.05.2007
 Typ: Kolové traktory 4x4 100-119 kW -> NEW HOLLAND TN 155

Cena bez DPH: 2103000 Kč Plátce DPH: ano
 Cena vč. DPH: 2565660 Kč Způsob pořízení: Za_hotové

=====

F I X N Í N Á K L A D Y [Kč . r-1] údaje průměrné

Rok	Odpisy	Zúročení	Ostatní	C e l k e m
1	178755	19278	1294	199327
2	281802	17525	1294	300621
3	316151	15773	1294	333218
4	333326	14020	1294	348640
5	343630	12267	1294	357191
6	350500	10515	1294	362309
7	300429	8763	1294	310486
8	262875	7010	1294	271179
9	233667	5258	1294	240219
10	210300	3505	1294	215099

Druh	V A R I A B I L N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]				
	R o č n í n a s a z e n í				
	500	1000	1600	2000	2500
Pohonné hm. a maz.	319	319	319	319	319
Opravy	97	139	168	184	202
Provozní materiál	0	0	0	0	0
C e l k e m	416	458	487	503	521

Náklady na obsluhu za hod : 0 Kč

R o k	P R O V O Z N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]				
	R o č n í n a s a z e n í				
	500	1000	1600	2000	2500
1	815	657	612	603	601
2	1017	759	675	653	641
3	1082	791	695	670	654
4	1113	807	705	677	660
5	1130	815	710	682	664
6	1141	820	713	684	666
7	1037	768	681	658	645
8	958	729	656	639	629
9	896	698	637	623	617
10	846	673	621	611	607

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.6 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS- žací stroj KUHN FC 302 KG

Číslo: 241245 Datum zpracování: 10.05.2007
 Typ: Rotační žací str. nad 2m-příp. -> KÜHN FC 302 RG - 3,0 m

Cena bez DPH: 308700 Kč Plátce DPH: ano
 Cena vč. DPH: 376614 Kč Způsob pořízení: Za_hotové

F I X N Í N Á K L A D Y [Kč . r-1] údaje průměrné

Rok	Odpisy	Zúročení	Ostatní	C e l k e m
1	26240	2830	0	29070
2	41366	2572	0	43938
3	46408	2315	0	48723
4	48929	2058	0	50987
5	50442	1801	0	52243
6	51450	1544	0	52994
7	44100	1286	0	45386
8	38588	1029	0	39617
9	34300	772	0	35072
10	30870	515	0	31385

V A R I A B I L N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]

Druh	R o č n í n a s a z e n í				
	100	200	300	400	500
Pohonné hm. a maz.	0	0	0	0	0
Opravy	109	115	120	123	127
Provozní materiál	0	0	0	0	0
C e l k e m	109	115	120	123	127

Náklady na obsluhu za hod : 0 Kč

P R O V O Z N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]

R o k	R o č n í n a s a z e n í				
	100	200	300	400	500
1	400	260	217	196	185
2	548	335	266	233	215
3	596	359	282	245	224
4	619	370	290	250	229
5	631	376	294	254	231
6	639	380	297	255	233
7	563	342	271	236	218
8	505	313	252	222	206
9	460	290	237	211	197
10	423	272	225	201	190

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.7 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS – mulčovač OSTRATICKÝ HM 4

Číslo: 242505	Datum zpracování: 10.05.2007				
Typ: Mulčovače -> OSTRATICKÝ HM 4-2,4M					
Cena bez DPH: 130000 Kč	Plátce DPH: ano				
Cena vč. DPH: 158600 Kč	Způsob pořízení: Za_hotové				
=====					
F I X N Í N Á K L A D Y [Kč . r-1]				údaje průměrné	
=====					
Rok	Odpisy	Zúročení	Ostatní	C e l k e m	
1	11050	1192	0	12242	
2	17420	1083	0	18503	
3	19543	975	0	20518	
4	20605	867	0	21472	
5	21242	758	0	22000	
6	21667	650	0	22317	
7	18571	542	0	19113	
8	16250	433	0	16683	
9	14444	325	0	14769	
10	13000	217	0	13217	
=====					
V A R I A B I L N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]					
R o č n í n a s a z e n í					
Druh	100	200	300	400	500
Pohonné hm. a maz.	0	0	0	0	0
Opravy	95	100	104	107	110
Provozní materiál	0	0	0	0	0
C e l k e m	95	100	104	107	110
Náklady na obsluhu za hod : 0 Kč					
=====					
P R O V O Z N Í N Á K L A D Y [Kč . h-1]					
R o č n í n a s a z e n í					
R o k	100	200	300	400	500
1	217	161	145	138	134
2	280	193	166	153	147
3	300	203	172	158	151
4	310	207	176	161	153
5	315	210	177	162	154
6	318	212	178	163	155
7	286	196	168	155	148
8	262	183	160	149	143
9	243	174	153	144	140
10	227	166	148	140	136

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.8 - Ekonomický model nákladů pro technologický postup sečení travní hmoty a její sklizeň na seno

P.č.	Operace	ATL (týden)	Stroj - souprava	W ₀₇ [ha.h ⁻¹]	Náklady (ha.h ⁻¹)	Náklady, [Kč.ha ⁻¹]
1	Vláčení porostu	12	Z 8441 Proxima + luční brány NB - 3,6 m	3,0	530	177
2	Pokos porostu	22	NB 155 + KUHN FC 302 RG-3,0m	1,5	1191	794
3	Obracení a shrnování	22	Z8441 Proxima + SP 4 - 152	2,3	584	254
4	Sběr sena svinováním	23	NB 155 + CLAAS 46 ROTOCUT	2,2 (22 ks za 1 hod., á 300 kg)	1738	790
5	Nakládání balíků		Z 8441 Proxima + nakládací vidle	1,3 (13 ks za 1 hod.)	570	438
6	Odvoz balíků	23	Z7745 + přívěs 9 t	0,7	519	741
7	Pokos porostu	33	NB 155 + KUHN FC 302 RG-3,0m	1,5	1191	794
8	Obracení a shrnování	33	Z 8441 Proxima + SP 4 - 152	2,3	584	254
9	Sběr sena svinováním	34	NB 155 + CLAAS 46 ROTOCUT	2,2	1738	790
10	Nakládání balíků		Z8441 Proxima + nakládací vidle	1,3	570	438
11	Odvoz balíků	34	Z7745 + přívěs 9 t	0,7	519	741
Náklady celkem						6211

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.9 - Ekonomický model nákladů pro technologický postup mulčování travní hmoty s jejím ponecháním na místě

P.č.	Operace	ATL (týden)	Stroj - souprava	W ₀₇ [ha.h ⁻¹]	Náklady [ha.h ⁻¹]	Náklady [Kč.ha ⁻¹]
1	Vláčení porostu	12	Z8441 Proxima + luční brány NB - 3,6 m	3,0	530	177
2	Mulčování porostu	22	NB 155 + OSTRATICKÝ BM 4-2,4 m	1,2	1025	854
3	Mulčování porostu	22	NB 155 + OSTRATICKÝ BM 4-2,4 m	1,2	1025	854
4	Vláčení porostu	12	Z8441 Proxima + luční brány NB - 3,6m	3,0	530	177
5	Mulčování porostu	22	NB 155 + OSTRATICKÝ BM 4-2,4 m	1,2	1025	854
6	Mulčování porostu	22	NB 155 + OSTRATICKÝ BM 4-2,4 m	1,2	1025	854
7	Vláčení porostu	12	Z8441 Proxima + luční brány NB - 3,6 m	3,0	530	177
Náklady celkem						3947

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

9.5 Ekonomika péče o trvalé travní porosty

Změny v zemědělské politice způsobily zásadní změnu v přístupu k obhospodařování travních porostů v maloplošných a velkoplošných chráněných územích. Na místech přírodních rezervací a 1. zón chráněných krajinných oblastí a národních parků je hlavním cílem ochrana ohrožených organismů, zejména rostlin a živočichů. Naproti tomu poměrně rozsáhlé plochy polopřirozených porostů ve velkoplošných chráněných územích (II.-IY.) zóny a ochranných pásem národních parků a chráněných krajinných oblastí), nelze pouze obhospodařovat za účelem zachování biodiversity, ale je zde nutno hledat kompromis mezi požadavky na ochranu přírody a ekonomickým způsobem výroby zemědělských produktů.

9.5.1 Materiál a metody

V příspěvku jsou uvedeny tři soupravy, které zajišťovaly sečení trvalých travních porostů na sledovaných pozemcích. Jedná se o náklady soupravy **NEW HOLLAND TM 165 + žacího stroje KÜHN S.A. FC 300 GT**, dále náklady soupravy **JOHN DEERE 6910 + rotačního žacího stroje PÖTTINGER CAT NOVA 215 CR** a náklady soupravy **Zetor 8045 + žacího stroje John Deere 328**.

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů se provádí podle tabulky 9.10. Postupně jsou posuzovány 3 uvedené soupravy, které se liší vstupními údaji charakteristickými pro danou soupravu (energetický stroj, pracovní stroj a odpovídající výkonnost soupravy). V tabulce 9.11 jsou uvedeny jednotlivé nákladové ukazatele při technologii sečení trvalých travních porostů.

Jejich přehled pro vlastní poznání jednotlivých faktorů je uveden v tabulce 9.12. Podíl jednotlivých složek nákladů u jednotlivých souprav vyjadřuje tabulka 9.13. výstupy jsou uvedeny na obrázku 9.1.

Z obrázku 9.1 je patrné, že u jednotlivých souprav byly odchylky v procentickém zastoupení jednotlivých jednotkových nákladů k celkovým jednotkovým nákladům soupravy. Jejich podrobnějším studiem je zjištěno, že poměr mezi energetickými prostředky u různých souprav je značně odlišný od poměru mezi jejich jednotkovými náklady. Podobné hodnocení lze dokumentovat i u pracovních strojů. Jako hodnota je vždy zvolena varianta s nejnižší pořizovací cenou a nejnižšími jednotkovými náklady (viz. tabulka 9.14).

Z tabulky 9.14 je patrné, že nová pořizovací cena nemusí nutně zvýraznit jednotkové náklady na energetický prostředek, pokud tento prostředek ve spojení s vhodným pracovním strojem bude mít dostatečnou pracovní výkonnost definované soupravy. Rovněž u pracovních strojů je poměr pořizovacích cen odlišný od poměru jednotkových nákladů na tyto pracovní stroje.

Hodnoty z tabulky 9.14 jsou zobrazeny na obrázku 9.2 - Hodnocení souprav.

Tab.9.10 - Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů			
Energetický zdroj		Pracovní stroj	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		<i>Jednotkové náklady na...</i>	
...amortizaci traktoru	$jNat=Ct/(Tot.rTt.hW_{08})$	...amortizaci stroje	$jNas=Cs/(Tos.rW)$
...úročení traktoru	$jNut=Ct.ut/(2.100.rTt.hW_{08})$	...úročení stroje	$jNus=Cs.us/(2.100.rW)$
...garážování traktoru	$jNgt=Smt.rNmt/(rTt.hW_{08})$	...garážování stroje	$jNgs=Sms.rNms/rW$
...poplatky a pojištění traktoru	$jNspt=Ct.pt/(rTt.hW_{08}.100)$	...poplatky a pojištění stroje	$jNsps=Cs.ps/(rW.100)$
...údržbu a opravy traktoru	$jNot=jNat.kot$	...údržbu a opravy stroje	$jNos=jNas.kos$
...energii traktoru	$jNe=haQ.Ckn$	-	-
<i>Jednotkové náklady traktoru</i>		$jE=jNat+jNut+jNspt+jNgt+jNot+jNe$	
<i>Jednotkové náklady stroje</i>		$jS=jNas+jNus+jNsps+jNgs+jNos$	
<i>Jednotkové náklady na živou práci</i>		$jNzp=(1+0,36).(hNzpt+n.hNzpo)/hW_{08}$	
<i>Jednotkové náklady soupravy</i>		$jNp=jE+jS+jNzp+jNzm+jNpm$	
-	-	kde: $jNzp = 0$; $jNzm = 0$	

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.11 - Výpočet nákladových ukazatelů

Výpočet nákladových ukazatelů při údržbě TTP - SEČENÍ TTP				
Energetický zdroj	Jednotka	NEWHOLLAND TM 165	JOHNDEERE 6910	Zetor 8045
Cena energetického prostředku(Ct)	[Kč]	2935320	2880420	136 187
Doba odepisování (Tot)	[roky]	6	6	6
Doba provozu za rok (rTt)	[Mth]	1 500	1 700	600
Výkonnost soupravy (hWos)	[ha.h ⁻¹]	1,72	1,91	1,69
Úročení vstupního kapitálu (ut)	[%]	3	3	3
Pojištění (pt)	[%]	0,3	0,3	1,5
Plocha na uskladnění (Smt)	[m ²]	16	16	16
Roční náklady na uskladnění (rNmt)	[Kč.m ² .rok]	60	60	60
Koeficient oprav (kot)	[-]	0,5	0,4	0,5
Spotřeba paliva (haQ)	[l.ha ⁻¹]	14,48	5,408	8,23
Cena nafty (Ckn)	[Kč.r]	23	23	23
Pracovní stroj	Jednotka	Rotační žací stroj KOHN S.A. FC 300 GT	Rotační žací stroj PÖTTINGER CAT NOVA 215CR	Žací stroj John Deere 328
Cena stroje (Cs)	[Kč]	376614	207000	752500
Doba odepisování (Tos)	[roky]	6	6	6
Roční výkonnost soupravy (rW)	[ha.rok ⁻¹]	200	200	250
úročení vstupního kapitálu (us)	[%]	3	3	3
Pojištění (ps)	[%]	0,8	0,8	0,8
Plocha na uskladnění (Sms)	[m ²]	10	12	12
Roční náklady na uskladnění (rNms)	[Kč.m ² .rok]	34	34	34
Koeficient oprav (kos)	[-]	0,8	0,9	1,2
Mzdové náklady	Jednotka	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3
Hodinová mzda traktoristy (hNzpt)	[Kč.h ⁻¹]	100	100	80

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.12- Přehled výsledků výpočtu nákladů

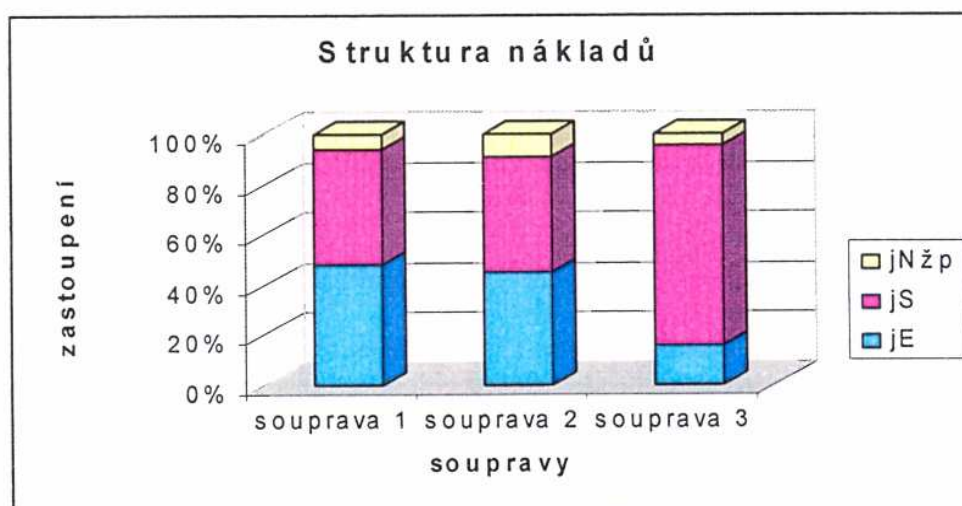
Přehled výsledků výpočtu nákladů				
Jednotkové náklady traktoru (jE)	(Kč,ha ⁻¹)	638,23	347,60	227,63
Jednotkové náklady traktoru (jS)	(Kč,ha ⁻¹)	609,59	353,60	1173,98
Jednotkové náklady traktoru (jNžp)	(Kč,ha ⁻¹)	79,07	71,20	64,38
Celkové jednotkové náklady soupravy	(Kč,ha ⁻¹)	1326,89	772,40	1466

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

Tab.9.13 - Výpočet nákladových ukazatelů

Přehled výsledků výpočtu nákladů				
	Jednotka	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3
Jednotkové náklady traktoru (jE)	(%)	48,10	45,00	15,53
Jednotkové náklady traktoru (jS)	(%)	45,94	45,78	80,03
Jednotkové náklady traktoru (jNžp)	(%)	5,96	9,22	4,39
Celkové jednotkové náklady soupravy	(%)	100,00	100,00	100,00

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

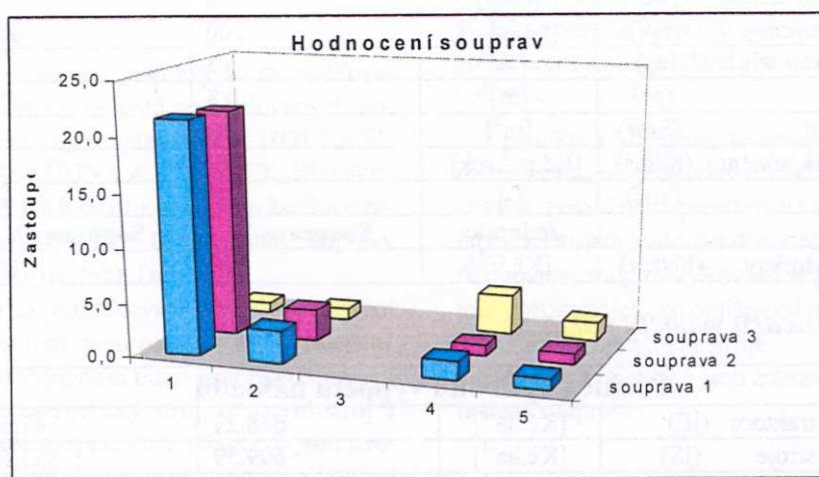


Obr.9.1 - Struktura nákladů na soupravu

Tab.9.14 - Výpočet poměrů mezi soupravou

Energetický prostředek						
	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3	Poměr		
Ct	2935320	2880420	136 187	21,6	21,2	1,0
jE	638,23	347,6	227,63	3,1	2,9 I	1,0
Pracovní stroj						
	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3	Poměr		
Cs	376614	207000	752500	1,8	1,0	3,6
jS	609,59	353,6	1 173,98	1,0	1,0	1,7

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

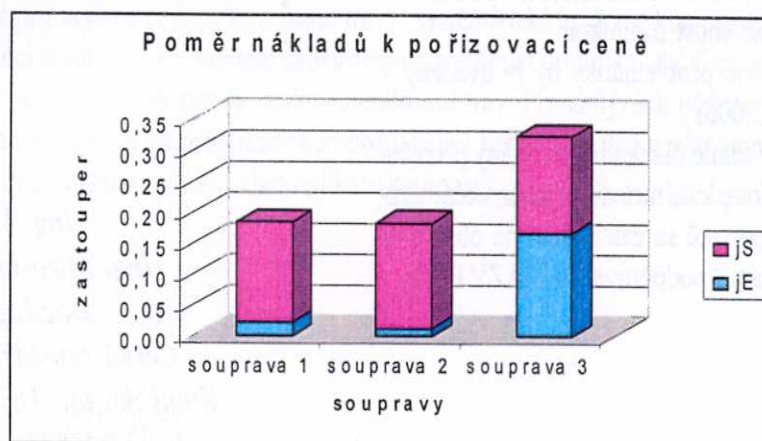
**Obr.9.2** - Hodnocení souprav

Z dalšího hodnocení souprav vyplývá zastoupení jednotkových nákladů v závislosti na pořizovací ceně energetického prostředku a pracovního stroje. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 9.15 a grafické znázornění je na obrázku 9.3.

Tab.9.15 - Výpočet jednotkových nákladů k pořizovacím cenám

Energetický prostředek	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3	Pracovní stroj	Souprava 1	Souprava 2	Souprava 3
Ct	2935320	2880420	136 187	Cs	376614	207000	752500
iE	638,23	347,6	227,63	jS	609,59	353,6	1 173,98
%	0,02	0,01	0,17	%	0,16	0,17	0,16

Zdroj: Údržba trvalých travních porostů

**Obr.9.3** -: Hodnocení souprav

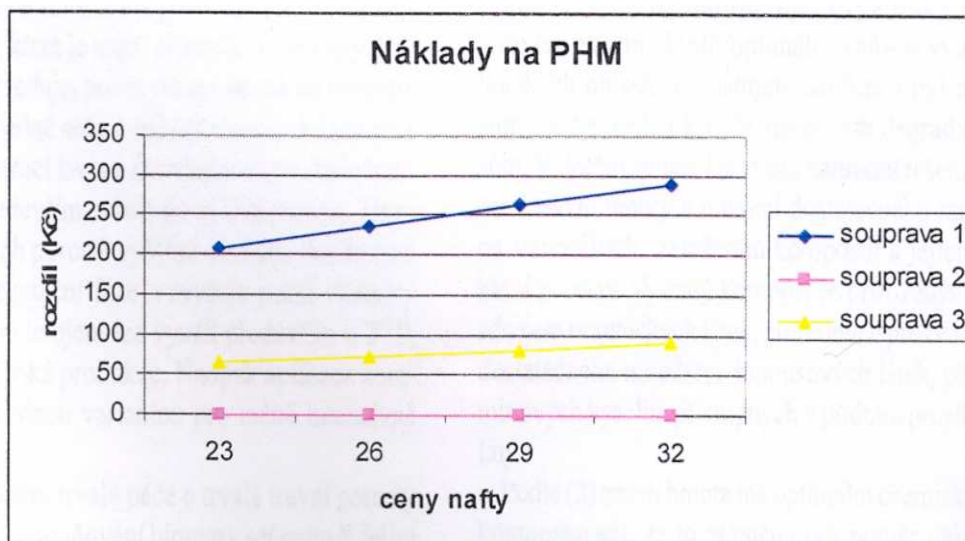
Vliv na ekonomiku provozu bude mít i velmi pohyblivá cena pohonných hmot (počítáno pro naftu). Spotřeba paliva jednotlivých souprav na 1 ha a odchylky cen jsou uvedeny v tabulce 9.16. Odchylka je vyjádřena od nejlevnější soupravy. Výsledky jsou zpracovány na obrázku 9.4.

Tab.9.16 – Náklady na PHM

Náklady na PHM							
	Souprava 1		Souprava 2		Souprava 3		
Průměrná spotřeba (l.ha ⁻¹)	14,48		5,408		8,23		
Cena nafty - 23 (Kč)	333,04	208,656	124,384	0	189,29	64,906	
- 26 (Kč)	376,48	235,872	140,608	0	213,98	73,372	
- 29 (Kč)	419,92	263,088	156,832	0	238,67	81,838	
- 32 (Kč)	463,36	290,304	173,056	0	263,36	90,304	

Zdroj: Údržba trvalých travních

porostů



Obr.9.4 - Náklady na PHM

Následující tabulka 9.17 uvádí výměru, průměrný sklon, použitou soupravu jednotlivých sklizených pozemků.

Průměrná výkonnost soupravy Zetor 7011 upravený na 7245 + Agrostroj Pelhřimov CM 164 byla na pozemku 1 0,457596 ha.hod⁻¹, na pozemku 2 - 0,623377 ha.hod⁻¹ a na pozemku 3 - 0,53482 ha.hod⁻¹. Na pozemku 1 a 2, který měl průměrný sklon 6° činila výkonnost 0,540486 ha.hod⁻¹, což je o 1,06 % vyšší výkonnost oproti pozemku 3, na kterém bylo dosaženo průměrné výkonnosti 0,53482 ha.hod⁻¹. Tato souprava dosahovala přibližně stejné výkonnosti na všech pozemcích. Výrobce udává přibližnou výkonnost tohoto typu žacího stroje 2,1 ha.hod⁻¹. Skutečně dosažená výkonnost činila pouze 25,5% této výkonnosti. Průměrná výkonnost soupravy SAMB Silver 100.4 + Pöttinger NOVADISC 265 + CAT NOVA 310 T CRW činila 1,088634 ha.hod⁻¹. U tohoto typu žacího stroje udává výrobce výkonnost Pöttinger

NOVADISC 265 - 2,6 ha.hod⁻¹ a u CATNOVA 310 TCRW - 3,2 ha.hod⁻¹, což celkem činí 5,8 ha.hod⁻¹. Skutečně dosažená výkonnost činila 18,8 % výkonnosti udávané výrobcem.

Jak je z výše uvedeného patné výkonnost souprav při údržbě trvalých travních ploch se pohybovala přibližně na čtvrtinové výkonnosti udávané výrobcem. Tyto nižší hodnoty výkonnosti jsou způsobeny mnoha faktory, které se vyskytují v těchto přírodních podmínkách. Jedním z nich je nižší výměra jednotlivých obhospodařovaných pozemků, která není vhodná pro použití moderní výkonné techniky. Další faktor, který má vliv na nižší dosahovanou výkonnost je tvar pozemků, který bývá členitý a často i s proměnlivým sklonem. Rovněž vliv na výkonnost má i výskyt remízků a kamenů. Při měření, kdy se na krajích pozemků vyskytovaly kameny, vzrostl čas jízdy soupravy o 329 % oproti jízdě bez výskytu kamenů. Také v případě výskytu remízku docházelo k nárůstu neproduktivního času. V případě výskytu podmočeného terénu docházelo k poklesu pojezdové rychlosti.

Následující tabulka 9.17 uvádí výsledky výpočtu nákladů obou souprav. Při výpočtech nákladů byly použity naměřené hodnoty a údaje poskytnuté majitelem. Jak je z tabulky patné skutečné náklady na posečení jednoho hektaru TTP se u první soupravy pohybovaly ve výši 1498 Kč.ha⁻¹ a u druhé soupravy činily 1695 Kč.ha⁻¹. Tyto náklady na posečení jednoho hektaru jsou téměř čtyřnásobně vyšší než normativní náklady na posečení jednoho hektaru TTP ve výši 420 Kč.ha⁻¹ uváděné v (Kavka , 2006). Důvodem vyšších nákladů je především nižší výkonnost soupravy a malý rozsah sečených ploch, což má za následek nedostatečné rozmělnění fixních nákladů.

Závěr

Při údržbě trvalých travních porostů vznikají subjektům hospodařícím v marginálních podmínkách náklady vyšší než je tomu u subjektů hospodařících v příznivějších přírodních podmínkách. Důvodem je nižší dosahovaná výkonnost díky přírodním podmínkám (výměra, svažitost, členitost, zamokření, kamenitost a zamokření pozemků) a na druhé straně rozsah možného nasazení strojů, které je dáno výměrou obhospodařované plochy. Proto u těchto subjektů by měly být zohledněny tyto faktory při rozhodování o výši dotací.

Pro zlepšení ekonomiky nasazení souprav je potřebné volit, pokud možno, ze širšího sortimentu energetických prostředků a pracovních strojů tak, aby byla zajištěna minimální hodnota jednotkových nákladů na soupravu. Rovněž je potřeba přihlížet k výkonnosti soupravy, kterou je souprava schopna docílit. Výkonnost soupravy ale bude závislá na dalších faktorech, jakými je třeba reliéf terénu, svahovitost, velikost pozemku a další.

Z příspěvku je zřejmé, že variabilita výsledných nákladů na pracovní operace je široká a je třeba vždy pečlivě volit nasazení souprav podle okamžitých podmínek s přihlédnutím na vybavenost technikou.

Dílní výsledky řešené problematiky byly uvedeny v (PLÍVA, 2005 a PLÍVA, 2006).

Tab.9.17 - Naměřené hodnoty sledovaných souprav

Pozemek č.	Výměra [ha]	Průměrný sklon [°]	Celkový čas sečení [hod.]	Souprava
1	0,3976	6	0,868889	I
2	1,0000	6	1,604167	1
3	0,5834	12	1,090833	1
4	0,5800	12	0,532778	2

Poznámka.: - souprava 1 - Zetor 7011 upravený na 7245 + Agrostroj Pelhřimov CM 164
 - souprava 2 - SAMB Silver 100.4+ Pottinger NOVADISC265 +
 CATNOVA 310 TCRW

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

Tab.9.18 - Přehled výsledků výpočtů nákladů souprav

Náklady na údržbu TTP			
	Sečení	Sečení	Jednotky
	Zetor 7011 upravený na 7245	SAME Silver 100.4	
Energetický zdroj			
Cena energetického zdroje	150000	1451000	Kč
Doba odepisování	6	6	let
Doba provozu za rok	500	400	hod
Výkonnost soupravy	0,54	1,08	ha*h ⁻¹
Úročení vstupního kapitálu	5	5	%
Pojištění zákonné	330	877	Kč*rok ⁻¹
Pojištění havarijní	1800	0	Kč*rok
Plocha na uskladnění	16	16	m ²
Roční náklady na uskladnění	60	60	Kč*m ⁻² *rok
Spotřeba paliva	3,3	6,1	l*h ⁻¹
Cena nafty	28	28	Kč*l
	Agrostroj	Pöttinger NOV ADISC 265 + CAT	
Pracovní stroj	Pelhřimov CM 164	NOVA310TCRW	
Cena pracovního stroje	160000	263580	Kč
Doba odepisování	6	6	let
Roční výkonnost soupravy	150	150	ha*rok ⁻¹
Úročení vstupního kapitálu	5	5	%
Pojištění	0	0	Kč*rok ⁻¹
Plocha na uskladnění	10	10	m ²
Roční náklady na uskladnění	35	35	Kč*m ⁻² *rok ⁻¹
Průměrná hodinová mzda traktoristy	90	90	Kč*hod
lednotkové náklady na ...			
... amortizaci traktoru	119,05	503,82	Kč*ha ⁻¹
... zúročení traktoru	17,86	115,15	Kč*ha ⁻¹
... garážování traktoru	4,57	2,00	Kč*ha ⁻¹
... poplatky a pojištění traktoru	10,14	1,83	Kč*ha ⁻¹
... údržbu a opravy traktoru	476,19	208,33	Kč*ha ⁻¹
... energii traktoru	222,22	142,33	Kč*ha ⁻¹
... amortizaci stroje	177,78	292,87	Kč*ha ⁻¹
... zúročení stroje	53,33	87,86	Kč*ha ⁻¹
... garážování stroje	2,33	2,33	Kč*ha ⁻¹
... poplatky a pojištění stroje	0,00	0,00	Kč*ha ⁻¹
... údržbu a opravy stroje	200,00	263,58	Kč*ha ⁻¹
... náklady na živou práci	214,29	75,00	Kč*ha ⁻¹
Celkové jednotkové náklady soupravy	1497,77	1695,11	Kč*ha⁻¹

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

10. Závěr

Člověk v současné době se intenzivně zabývá výzkumem a praktickým využitím obnovitelných zdrojů. Biomasa je obnovitelný zdroj energie, který může částečně nahradit fosilní paliva, především uhlí, ale i zemní plyn.

Zatím se používá k vytápění v domácnostech i obecních výtopnách hlavně dřevo. Stále častěji se začínají objevovat i jiná biopaliva než palivové dříví a dřevní štěpka. V centrálních výtopnách je to především sláma a v kotlích pro rodinné domky pak pelety a brikety z odpadního dřeva. Současně je snaha využít pro energetické účely řadu zemědělských plodin. Pro praktické využití těchto energetických plodin ve spalovacích zařízeních využívaných v rodinných domcích a menších provozovných služeb (instalované výkony od 15-50 kW) je nutné z těchto, převážně stébelnatých materiálů vyrobit pelety nebo brikety. Tato biopaliva mají poněkud jiné palivářské vlastnosti než dřevo, nebo dřevěné pelety či brikety. Do 10-15 let může biomasa, jako přední obnovitelný energetický zdroj, pokrývat až 10 % potřeb České republiky při výrobě tepla a elektřiny. Do určité míry nahradí hnědé uhlí na venkově i sníží i spotřebu zemního plynu. Místně, podle podmínek může však nahradit až 100 % energetických zdrojů pro tvorbu tepla, což by mohou mít značný význam pro výrobce i spotřebitele paliva. Pelety se mohou vzhledem ke svým vlastnostem (vysoká hustota, sypkost) dopravovat na libovolnou vzdálenost buď volně, v pytlích (na paletách) nebo v obřích vacích. U paliv ze stébelnin je výhodné, že se většinou nemusí sušit, ale jejich zpracování je nákladnější, paliva z dřevního odpadu lesní těžby je výhodnější před spálením předsušit - pokud možno jen přirozeným provětráváním nebo využitím energie spalin.

Vývoj směřuje ke standardizaci biopaliv do několika základních forem - balíků stébelnin, briket, standardní dřevní štěpky, ale světový trend ukazuje, že perspektivní formou budou pelety v několika kvalitativních a cenových druzích. Za reálné se považuje i spalování kusového paliva (polínka a brikety) v účinných dřevozplyňujících kotlích, které pracují ve spojení s akumulátory horké vody. Pro velké spotřebiče (teplárny a elektrárny) se v zemědělství a lesnictví bude připravovat standardizovaná dřevní štěpka a kompozitní, levnější hnědé pelety. U malých topidel pro rodinné domky a byty lze očekávat větší rozvoj používání automatických kamen lokálního vytápění na vysoce kvalitní bílé pelety. Za další perspektivní způsob využívání biopaliv se považuje zplyňování biomasy s následným zkapalněním a možnost dodávky. upraveného bioplynu do veřejné sítě.

Je možno počítat s urychleným rozvojem výstavby a používání univerzálních bioplynových stanic na zpracování zemědělských a komunálních odpadů. Výzkumně bude řešena problematika separace metanu z bioplynu pro jeho dodávku do sítě a pro aplikaci jako pohonné hmoty. Pevný separát produkovaný bioplynovými stanicemi se bude používat přímo jako hnojivo, jako hlavní podíl suroviny pro komposty a produkční zeminy, část bude sušena a tvarována do palivových a hnojivových pelet. Přebytky kapalného fugátu z bioplynových stanic budou využívány jako hnojivové závlahy, zčásti pro plantáže energetických rostlin, včetně rostlin pro bioplynové stanice.

Výroba bioetanolu bude zavedena až budou zvládnuty nové technologie jeho výroby s vysokou výtěžností z jakékoliv biomasy a za předpokladu dalšího nárůstu cen ropy. Před zemědělstvím a lesnictvím se otevírá příznivá perspektiva spojená však s

nezbytnou změnou struktury výroby tak, aby v ní nejméně 40 % představovaly nepotravinářské produkty pro průmyslové a energetické využití. Zemědělské podniky by však neměly být jen výrobci surovin, ale pokud možno i dodavateli nebo spoludodavateli elektrické energie a tepla.

11. Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo vypracování rešeršního přehledu možných využití přebytečné travní hmoty která vzniká vlivem utlumení živočišné výroby a uvádění půdy do klidu v méně úrodných oblastech naší republiky. V práci je popsáno možná perspektivní využití travní hmoty a to hlavně v energetice jako zdroj paliva pro výrobu tepla či bioplynu. Je zde popsáno i klasické využití travní hmoty jako zdroje objemného krmiva pro hospodářská zvířata či pro výrobu kompostu. V práci jsou uvedeny i příklady energetických trav které se jeví jako slibný obnovitelný zdroj biomasy za příznivých ekonomických výsledků. Sklizeň travní hmoty a následné zpracování se realizuje pomocí strojních linek, proto je součástí diplomové práce i přehled možných strojních linek a ekonomické údaje související s provozem těchto strojů. Ekonomická část obsahuje řadu vzorců s kterými můžeme spočítat kompletní náklady na provoz strojního zařízení na sklizeň travní hmoty a vyhodnotit efektivnost návratnosti investice do tohoto strojního zařízení.

V závěru je popsána nejbližší možná perspektiva do budoucna co se týče využití travní hmoty. Do 10 let může pokrýt 10% spotřeby tepla a energií a vzdálenější budoucnosti se bude etanol moc vyrábět z jakékoli biomasy za předpokladu dalšího výzkumu v této oblasti a nárůstu cen ropy.

možnosti zužitkování travní hmoty, obnovitelný zdroj energie, biomasa, kompostování, mulčování, bioplyn, peletování, briketování, travní hmota, spalování biomasy, energetické trávy.

Summary

The objective of this degree work is creating a survey of possible uses of surplus grass material which is caused by animal farming reduction and by bringing the ground in less fertile areas of our country to a standstill. In the work possible uses of the grass are described, especially its use in the energy industry as a fuel source for the production of heat and biogas. Classical usage of the grass material as a food source for livestock or for the production of compost is described here as well. Examples are shown there of energy kinds of grass, which seems to be a promising renewable resource of biomass for favourable economic results. The harvest of the grass material and its consequent processing is done by production lines, that is why a survey of such lines and their economic figures connected with the operation of these machines is also included in this work.

The economic part of this work contains many formulae that can be used for counting out all the costs connected with the operation of the grass harvest machine and for evaluating the effectiveness of the return on investment into this machine.

At the end of the work is described the nearest possible perspective into the future as far as the usage of the grass material is concerned. In 10 years time it can cover 10 % of the

consumption of heat and energy. In case of other research in this field and increase in the price of the crude oil it might be possible in the more distant future to produce ethanol from whatever biomass.

possible utilization of grass material, renewable resource, biomass,composting, mulching, biogas, pelleting, briquetting, grass material,combustion of biomass, energy grass,

12. Přehled použité literatury

1. Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P.: Biomasa – obnovitelný zdroj energie. FC PUBLIC 2004.
2. Kára, J., Stražil, Z., Hutla, P., Ust'ak, S.: Energetické rostliny Technologie pro pěstování a využití. Praha VÚZT 2005.
3. Plíva, P., Banout, J., Habart, J.. Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu. Praha VÚZT 2006.
4. Andert, D., Sladký, V., Abraham, Z.: Energetické využití pevné Biomasy. Praha VÚZT 2006.
5. Zemánek, P.: Speciální mechanizace – mechanizační prostředky pro kompostování. Medelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2001.
6. Kollárová, M., Pliva, P., Jelínek, A.: Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů. Praha VÚZT 2007.
7. M., Pliva, P., Jelínek, A.: Údržba trvalých travních porostů v marginálních podmínkách. Praha VÚZT 2007.
8. Andert, D.: Zemědělská technika a biomasa 2006. Praha VÚZT 2006.
9. Andert, D.: Zemědělská technika a biomasa 2007. Praha VÚZT 2007.
10. Petříková, V., Sladký, V., Stražil, Z.: Energetické plodiny. Praha 2006.
11. Váňa, J.: Výroba a využití kompostu v zemědělství. Praha 1997.

Internetové zdroje

Cz Biom – České sdružení pro biomasy:	http://www.biom.cz
Český statistický úřad:	http://www.csu.cz
Ministerstvo zemědělství ČR :	http://www.mze.cz
EkoWatt – centrum pro obnovitelné zdroje energie:	http://www.ekowatt.cz
Agroweb:	http://www.agroweb.cz
Výzkumný ústav rostlinné výroby:	http://www.vurv.cz
Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky:	http://www.vuze.cz
Výzkumný ústav zemědělské techniky:	http://www.vuzt.cz

Rejstřík

SEZNAM TABULEK

- Tab.2.1** - Vývoj struktury spotřeby energetických zdrojů na světě
Tab.2.2 - Možný potenciál pevných fytopaliv v ČR, úroveň 2005 až 2010
Tab.3.3 - Finanční náklady na pěstování energetických trav (Kč/ha)
Tab.3.4 - Podíl nákladů na hnojení a ochranu rostlin ve 2. a 3. užitkovém roce v procentech z celkových nákladů na 1 ha
Tab.3.5 - Prodej osiva trav (výkupné cena z r. 2004)
Tab.4.1 - Náklady a ekonomika vybraných druhů energetických plodin a travních porostů
Tab.4.2 - Struktura nákladů na peletování
Tab.4.3 - Struktura nákladů na briketování
Tab.4.4 - Celkové náklady na palivo (Kč/t)
Tab.4.5 - Náklady na jednotku v palivu palivo (Kč/GJ)
Tab.5.1 - Příklad pracovního postupu a technického vybavení při zakládání a ošetření porostu na orné půdě uváděním do klidu.
Tab.6.1 - Srovnání fyzikálních, chemických a spalovacích vlastností metanu a jiných plynů
Tab.6.2 - Přepočítávání koeficienty mezi CH₄ a CHSK
Tab.6.3 - Měrná produkce metanu z fytohmoty
Tab.6.4 - Produkce bioplynu z čerstvé a silážovaného rostlinného materiálu
Tab.6.5 - Měrná produkce metanu z vybraných plodin
Tab.6.6 - Produkce bioplynu z různých materiálů
Tab.7.1 - Hodnoty vlhkosti (%), obsahu organické hmoty a živin (% sušiny) v surovinách vhodných do kompostu (údaje v původní surovině jsou označeny X)
Tab.7.2 - Vhodnost pro biotechnologické zpracování V – vhodné, PV – podmíněně vhodné, D nutnost biotechnologické detoxikace, N -nevhodný
Tab.8.1 - Rozlohy trvalých travních porostů v ČR
Tab.8.2 - Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1980 až 2007
Tab.9.1 - Struktura kalkulačního vzorce (členění směrné ceny)
Tab.9.2 - Příklad kalkulace nákladů
Tab.9.3 - Odpisové sazby pro druhou odpisovou skupinu (Zákon č. 339/92 Sb.)
Tab.9.4 - Příklad výpočtu nákladů na provoz stroje
Tab.9.5 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS-traktor NH TN 155
Tab.9.6 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS- žací stroj KUHN FC 302 KG
Tab.9.7 - Příklad výstupu programu AGROTIKIS – mulčovač OSTRATICKÝ HM 4
Tab.9.8 - Ekonomický model nákladů pro technologický postup sečení travní hmoty a její sklizeň na seno
Tab.9.9 - Ekonomický model nákladů pro technologický postup mulčování travní hmoty s jejím ponecháním na místě
Tab.9.10 - Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů
Tab.9.11 - Výpočet nákladových ukazatelů
Tab.9.12 - Přehled výsledků výpočtu nákladů
Tab.9.13 - Výpočet nákladových ukazatelů
Tab.9.14 - Výpočet poměrů soupravy
Tab.9.15 - Výpočet jednotkových nákladů k pořizovacím cenám
Tab.9.16 – Náklady na PHM
Tab.9.17 - Naměřené hodnoty sledovaných souprav
Tab.9.18 - Přehled výsledků výpočtů nákladů souprav

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

- Obr.2.1** - Možnosti využití biomasy
- Obr.2.2** - Měřený kotel Verner 800 kW
- Obr.2.3** - Pohled na rozdrůžovadlo balíků
- Obr.2.4** - Kotel Verner 25 kW při zkouškách
- Obr.2.5** - Brikety vyrobené z psinečku velikého (síta 10mm)
- Obr.2.6** - Brikety vyrobené z psinečku velikého (síta 20mm)
- Obr.3.1** - Sveřep bezbranný
- Obr.3.2** - a,b ,c Psineček veliký, Kostřava rákosovitá, Ovsík vyvýšený
- Obr.3.3** - Náklady na 1 t energetické produkce (bez dotací)
- Obr.3.4** - Náklady na 1 t biopaliv ve formě briket/ pelet
- Obr.5.1** - Mulčovače typu MU s kladívkovým pracovním ústrojím z Agrostroje Pelhřimov
- Obr.5.2** - Detail pracovního válce kladívkového mulčovače v čelním zavěšení na traktoru firmy Perfect van Wamel
- Obr.5.3** - Krouživý mulčovač s detailem proveden pracovního ústrojí od firmy Perfect van Wamel dosahuje vysoké pracovní rychlosti až 10 km/h
- Obr.5.4** - Čelní zavěšení cepového mulčovače menšího záběru firmy Humus je výhodné zvláště na svažitých plochách v horských oblastech
- Obr.5.5** - Model kladívkového mulčovače záběru 1-2 m firmy Humus pro zadní i čelní zavěšení za traktorem s kopírováním plochy půdním válcem
- Obr.5.6** - Mulčovač srpového , krouživého či talířového typu s vertikální osou otáčení pracovních nástrojů nožů
- Obr.5.7** - Mulčovač kladívkového a cepového typu pro ošetření porostů
- Obr.6.1** - Schéma anaerobní fermentace
- Obr.6.2** - Kofermentační bioplynové stanice, plnění odpadní biomasou
- Obr.6.3** - Kofermentační bioplynové stanice, plnění odpadní biomasou
- Obr.6.4** - Výhřevnost bioplynu v závislosti na obsahu metanu
- Obr.6.5** - Schéma změn složení bioplynu při náběhu anaerobního fermentačního procesu
- Obr.6.6** - Měrná produkce bioplynu z čerstvého materiálu ($m^3 *t^{-1}$)
- Obr.6.7** - Seno + kejda 5% sušiny produkce bioplynu na kg sušiny
- Obr.6.8** - Kostřava rákosovitá + kejda přepočet produkce bioplynu na kg sušiny
- Obr.6.9** - Tráva + kejda přepočet produkce bioplynu na kg sušiny
- Obr.6.10** - Chrástice + kejda, přepočet produkce bioplynu na kg sušiny
- Obr.6.11** - Energetický ekvivalent 1 Nm³ bioplynu ve vztahu k jiným palivům
- Obr.6.12** - Kogenerační jednotka firmy TEDOM
- Obr.6.13** - Bioplynová stanice Třeboň
- Obr.7.1** - Diagram možných surovinových skladeb kompostu
- Obr.7.2** - Ruční zkouška vlhkosti kompostovaného materiálu (suchý, optimální, mokrý)
- Obr.7.3** - Možné kombinace směru přepravy zbytkové biomasy
- Obr.7.4** - kompostování v pásových hromadách na volné ploše
- Obr.7.5** - Kompostování v pásových hromadách v uzavřeném prostoru
- Obr.7.6** - Kompostování v kompostovacích žlabech - systém ROYER
- Obr.7.7** - Kompostování v kompostovacích žlabech (BACKHUS)
- Obr.9.1** - Struktura nákladů na soupravu
- Obr.9.2** - Hodnocení soupravy
- Obr.9.3** - Hodnocení souprav

Obr.9.4 - Náklady na PHM

Graf 5.1 - Náklady a spotřeba paliva na ošetření travního porostu mulčováním kladívkového typu v závislosti na pracovním záběru stroje

Graf 5.2 - Náklady a spotřeba paliva na mulčování v závislosti na průchodnosti zpracovaného materiálu mulčovačem

Graf 5.3 - Náklady a spotřeba paliva výrobní řady mulčovačů STS Jindřichův Hradec

Graf 5.4 - Závislosti nákladů a spotřeba paliva na průchodnost kladívkového mulčovače

SEZNAM ZKRATEK

- Fyzikální, chemické a energetické jednotky

C	- Celsiuv stupeň - jednotka teploty
h	- hodina - jednotka času (1 h = 60 min = 3 600 s)
J	- joule - jednotka energie, práce (1 J = 1 Ws = 1 N·m)
K	- kelvin - základní jednotka teploty
kg	- kilogram - základní jednotka hmotnosti v soustavě SI metr
m	- metr - základní jednotka délky v soustavě SI
mol	- jednotka látkového množství v soustavě SI
Nm ³	- normální krychlový metr (při 15 °C, 101,325 kPa) pascal
Pa	-jednotka tlaku (1 Pa = 1 N·m ⁻² = 1 kg·m ⁻¹ ·s ⁻²)
pH	- Sørensenův vodíkový exponent, označuje prostředí kyselé pH < 7, neutrální pH = 7 nebo zásadité pH > 7. Číslo pH nabývá hodnot 0 až 14
S	- sekunda - základní jednotka času v soustavě SI
W	- watt - jednotka výkonu
CE; ce	- uhelný ekvivalent (1 tce představuje 1 t fiktivního paliva o výhřevnosti 29,281 GJ)
OE; oe	- ropný ekvivalent (1 toe představuje 1 t fiktivního paliva o výhřevnosti 41,867 GJ)

- Předpony pro tvorbu násobných jednotek

k	- kilo (10 ³)
M	- mega (10 ⁶)
G	- giga (10 ⁹)
T	- tera (10 ¹²)
P	- peta (10 ¹⁵)
E	- exa (10 ¹⁸)

- Chemické veličiny, značky, vzorce a zkratky

AC	- aldehydová kolona
AMG	- enzym amyloglukosidáza
BP	- bioplyn
CHSK	- chemická spotřeba kyslíku (měřítko znečištění odpadních vod)
CH ₄	- metan
C ₂ H ₄	- etan
C _n H _a O _b	- obecný zápis uhlovodíku
CO	- oxid uhelnatý
CO ₂	- oxid uhličitý
ETBE	- etyl-tercio-butyl-éter
H ₂ O	- voda
H ₂ S	- sulfan

PŘÍLOHY

- Příloha č.1** - Náklady technologických operací:
Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: bez hnojení
- Příloha č.2** - Náklady technologických operací:
Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: hnojení
- Příloha č.3** - Náklady technologických operací:
Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: hnojení kejdou +
tuhá minerální hnojiva
- Příloha č.4** - Náklady technologických operací na 1 ha:
Plodina - Chrastice rákosovitá Varianta: BVO - sklizeň
- Příloha č.5** - Náklady technologických operací na 1 ha:
Plodina - Křídlatka Bohemica Varianta: BVO - sběr lisy
- Příloha č.6** - Schéma bioplynové stanice Kněžice
- Příloha č.7** – Bioplynová stanice Helions
- Příloha č.8** – Bioplynová stanice Triton
- Příloha č.9** – Princip bioplynové stanice

Možnosti zužitkování travní hmoty

Operace		Materiálové vstupy/Produkce				Technické za.jištění operace					Variabilní
Název	Opak.	Název	MJ	Množství	Náklady	Energ.prostředek	Mechaniz.prostředek	Pracnost	Spotřeba	Náklady	Kč/ha
					Kč/ha			h/ha	l/ha	Kč/ha	
Vláčení porostu	1,00					Traktor 50-59 kW	Brána hřebové- záběr 6 m	0,29	2,0	165	165
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-59 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-49 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	2,00		Traktor 60-69 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík.sena (slámy)	1,00					Traktor 40-49 kW	Ostatní tr.návěsy	0,10	0,8	80	80
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-59 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-49 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	1,00		Traktor 60-69 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík.sena (slámy)	1,00					Traktor 40-49 kW	Ostatní tr.návěsy	0,05	0,4	40	40
Plodina celkem					0			4,80	34,0	3685	3685

Zdroj: Energetické využití pevné biomasy

Příloha č.1 - Náklady technologických operací: Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: bez hnojení

Možnosti zužitkování travní hmoty

Operace		Materiálové vstupy/Produkce				Technické zajištění operace					Variabilní
					Náklady			Pracnost	Spotřeba	Náklady	náklady
Název	Opak.	Název	MJ	Množství	Kč/ha	Energ. prostředek	Mechaniz.prostředek	h/ha	l/ha	Kč/ha	Kč/ha
Vláčení porostu	1,00					Traktor 50-60 kW	Brána hřebové- záběr 6-9	0,29	2,0	165	165
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-60 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-50 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	2,40		Traktor 60-70 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík.sena (slámy)	1,00					Traktor 40-50 kW	Ostatní tr..návěsy	0,12	1,0	100	100
Hnojení luk kejdou	1,00	Kejda	t	20,00	176	Traktor 70-79 kW	Kejdovače přípojně, povr.zpracování	1,60	8,0	1000	1176
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-59 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-49 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	1,20		Traktor 60-69 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík.sena (slámy)	1,00					Traktor 40-50 kW	Ostatní tr.návěsy	0,07	0,6	60	60
Plodina celkem					176			6,44	42,4	4725	4901

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

Příloha č.2 - Náklady technologických operací: Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: hnojení kejdou

Možnosti zužitkování travní hmoty

Operace		Materiálové vstupy/Produkce				Technické za.jištění operace					Variabilní
Název	Opak.	Název	MJ	Množství	Náklady	Energ. prostředek	Mechaniz. prostředek	Pracnos	Spotřeba	Náklady	Kč/ha
					Kč/ha			h/ha	h/ha	Kč/ha	
Rozmetání vápenatých hnojiv	0,13	Vápenec jemně mletý	t	2,00	70	Podvozky nákl. aut.3-5 t.	Rozm. prům. hnojiv nesené	0,03	0,6	57	127
Vlácení porostu	1,00					Traktor 50-59 kW	Brána hřebové- záběr 6-9 m	0,29	2,0	165	165
Dovoz hnojiva	1,00					Nákl. auta skl. 5-8 t.		0,08	1,0	70	70
Přihnojování průmyslových.hnojivy	1,00	LAV 27.5%N	t	0,20	1100	Traktor 50-59 kW	Rozm.prům hnojiv	0,33	1,6	215	1315
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-59 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-49 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	2,80		Traktor 60-69 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík. sena (slámy)	1,00					Traktor 40-49 kW	Ostatní tr.návěsy	0,15	1,2	120	120
Hnojení luk kejdou	1,00	Kejda	t	20,00	176	Traktor 70-79 kW	Kejdovače přípojné,	1,60	8,0	1000	1176
Pokos pícnin na loukách	1,00					Traktor 50-59 kW	Rotační žací str. nad 2m	0,63	5,5	490	490
Obracení a shrnování luk	2,00					Traktor 40-49 kW	Obraceče, shrnovače	0,72	5,4	610	610
Sběr sena (slámy) svinováním	1,00	Seno	t	1,40		Traktor 60-69 kW	Svinovací lisy	0,83	4,5	600	600
Odvoz balík. sena (slámy)	1,00					Traktor 40-49 kW	Ostatní trakt.návěsy	0,10	0,8	80	80
Plodina celkem					1346			6,94	42,4	5107	6453

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

Příloha č.3 - Náklady technologických operací: Plodina - Trvalé travní porosty Varianta: hnojení kejdou + tuhá minerální hnojiva

Možnosti zužitkování travní hmoty

Název operace		Materiálové vstupy			Technické zajištění operace						Variabilní náklady celkem
	Opa- kovat	Název	Množství	Cena	Náklady	Souprava	Prac- nost	Spot- řeb	Cena	Náklady	Kč/ha
			MJ/ha	Kč/MJ	Kč/ha		h/ha	I/ha	Kč	Kč/ha	
Hnoj.TMH do 0.2t1ha vč.d.	0.lx	Superfosf. 19 a K sůl 60	0.2 t	4875	97.5	Rozmetadla prům.hn. samoj	0.07	1.4	230	23	120.5
Střední orba	0.lx		0	0	0	Kolové traktory 154 Kw Pluhy sedmiradličné jedno	0.71	17.5	1185	118.5	118.5
Kombinátorování	0.lx		0	0	0	Kolové traktory nad 146 kw Kombinátory - záběr nad 6	0.22	8.2	660	66	66
Setí chrastice	0.lx	Osivo chrastice	23 kg	150	345	Kolové traktory 4x4 50-59 Kw Univerzální secí stroje 3	0.45	3.1	240	24	369
Válení po setí	0.lx		0	0	0	Kolové traktory 4x4 80-99 Kw	0.2	3.4	210	21	21
Ploš.postř.do 300l/ha vč.d	0.lx	Picopur M 750	21	211	42.2	Postřik.+ poprašov. samoj	0.14	1.8	215	21.5	63.7
Sečení chrastice	1x	Stonky chrastice	9 t			Kolové traktory 4x4 40-49 Kw Prstové žací stroje - pří	1.43	8.9	721	721	721
Sběr a lisování chrastice	1x		0	0	0	Kolové traktory 4x4 80-99 Kw Vysokotlaké lis. obří b	0.63	5	925	925	925
Doprava t+p 8-9t střed.m.	8x		0	0	0	Kolové traktory 4x4 60-69 Kw Traktor.přívěsy sklápěcí	0.07	0.3	35	280	280
Hnoj.TMH do 0.2t1ha vč.d.	0.33x	LAV 27.5% N	2 t	5500	3630	Rozmetadla prům.hn. samoj	0.07	1.4	210	69.3	3699.3
Plodina celkem					4114.7		2.82	20.2		2269.3	6384

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

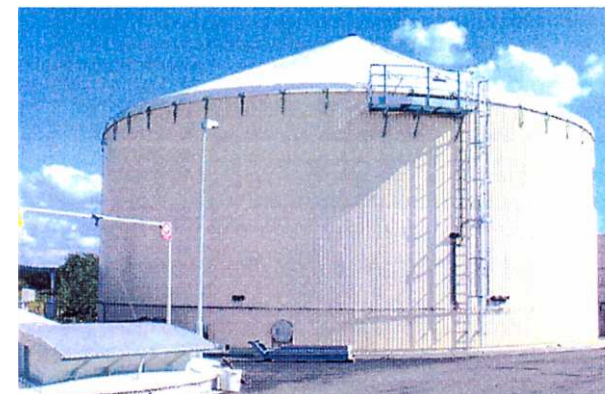
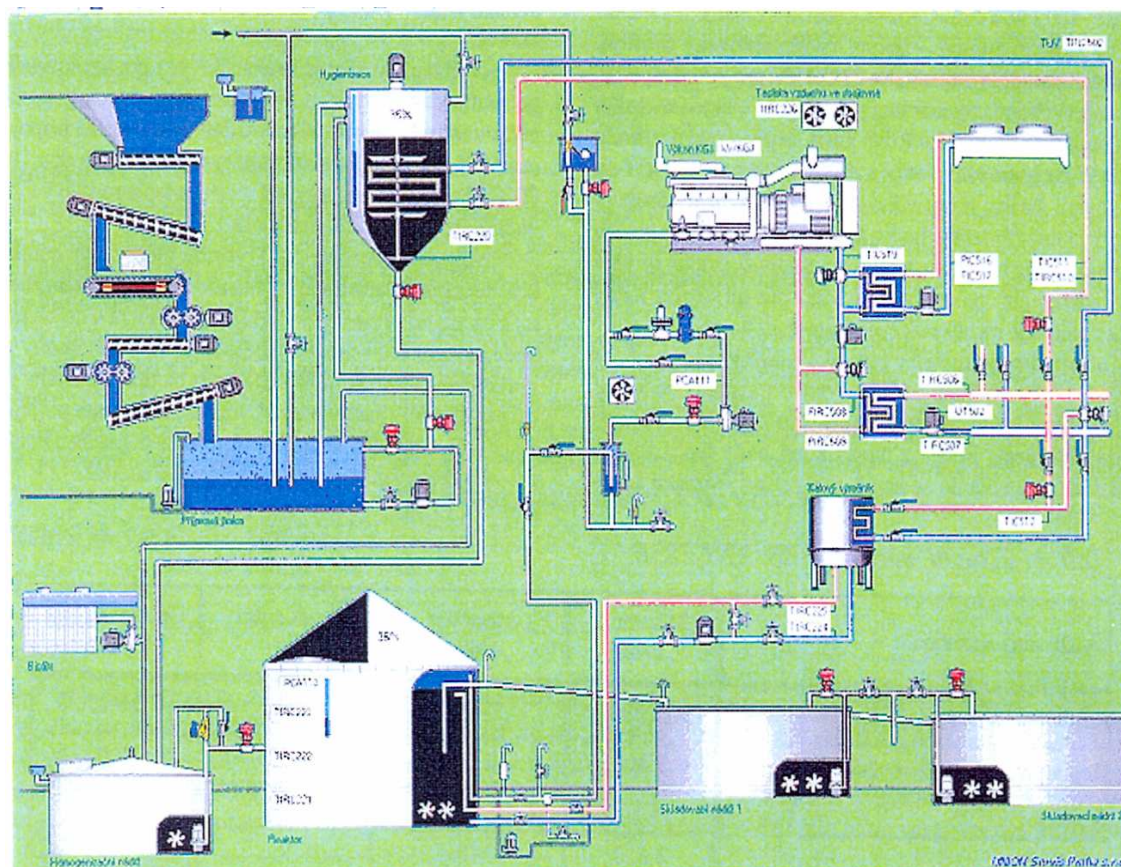
Příloha č.4 - Náklady technologických operací na 1 ha: Plodina - Chrastice rákosovitá Varianta: BVO - sklizeň lisováním

Možnosti zužitkování travní hmoty

Název operace		Materiálové vstupy				Technické zajištění operace					Variabilní náklady celkem	
	Op a- kovat	Název	Množství	Cena	Náklady	Souprava	Prac- nost h/ha	Spo- třeba I/ha	Cena	Náklady		Kč/ha
			MJ/ha	Kč/MJ	Kč/ha				Kč	Kč/ha		
Ploš.postř.do300l/ha vč.d	0.07x	Roundup Biaktiv	41	316	88.48	Postřik.+ poprašov. samoj	0.14	1.8	215	15.05	103.53	
Hnoj.TMH 0.31-0.6t/ha vč.	0.07x	Superfosf. 19 a K sůl 60	0.5 t	4875	170.63	Rozmetadla prům.hn. samoj	0.14	2.3	310	21.7	192.33	
Hluboká orba s urovnáním	0.07x		0	0	0	Kolové traktory 154 Kw Pluhý sedmiradličné jedno V álce rýhované	0.83	26	1580	110.6	110.6	
Kombinátorování	0.07x		0	0	0	Kolové traktory nad 150 Kw Kombinátorv - záběr nad 6	0.22	8.2	660	46.2	46.2	
Sázení křídlatky	0.07x	Sazenice křídlatky	10 tis/ks	6000	4200	Kolové traktory 4x4 40-49 Sazeče předpěstované sadb	5	28.5	3755	262.85	4462.85	
Plečkování křídlatky	0.07x		0 0	0 0	0 0	Kolové traktory 4x2 50 Kw Plečky pasivní	0.71	4.8	555	38.85	38.85	
Plečko vání křídlatky	0.07x		0	0	0	Kolové traktory 4x2 50 Kw	0.71	4.8	555	38.85	38.85	
Sečení křídlatky	lx	Stonky křídlatky	18 t	0	0	Kolové traktory 4x4 50 Kw Prstové žací stroje - pří	1.67	12.2	1075	1075	1075	
Sběr a lisování křídlatky	lx		0	0	0	Kolové traktory 4x4 60-69 Kw	1.25	14.5	1757	1757	1757	
Doprava t+p 8-9t střed.m.	18x		0	0	0	Kolové traktory 4x2 60-69 Kw Traktor.přívěsy sklápěcí	0.07	0.3	35	630	630	
Hnoj.TMH 0.31-0.6t1ha vč.	lx	LAV 27.5% N	0.45t	5500	2475		0.14	2.3	310	310	2785	
Plodina celkem					6934.11		4.87	39.76		4306.1	11240.21	

Zdroj: Zemědělská technika a biomasa 2007

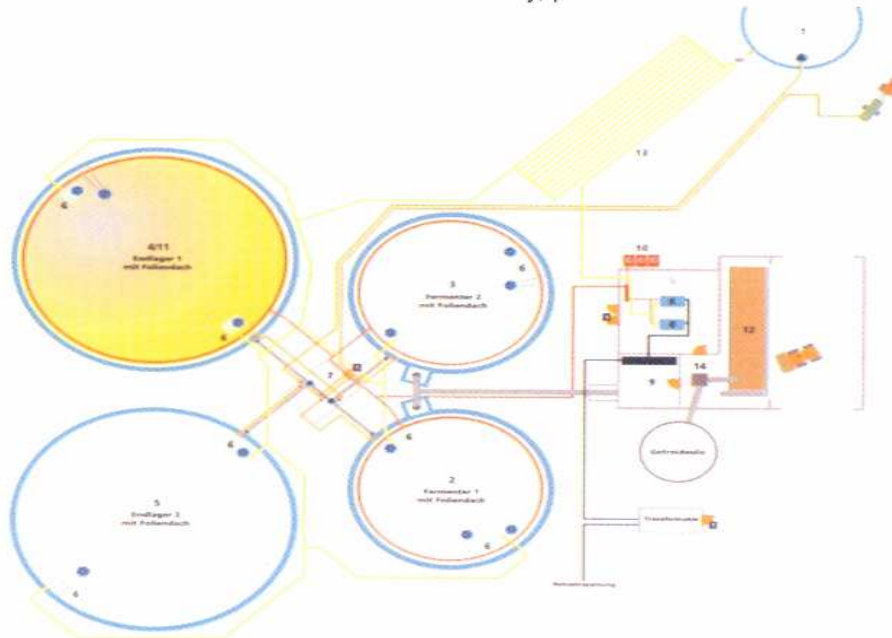
Příloha č.5 - Náklady technologických operací na 1 ha: Plodina - Křídlatka Bohemica Varianta: BVO - sběr lis



Příloha č.6 – Schéma bioplynové stanice Kněžice

bioplynová stanice **Helios**[®]

výkonná a spolehlivá technika v osvědčeném konceptu,
moderní technika s TÜV certifikátem kvality, první na světě:



1. Homogenizační jímka
2. Fermentor I, integrovaný plynojem
3. Fermentor II, integrovaný plynojem
4. Dofermentor 1, integrovaný plynojem
5. Dofermentor 2, integrovaný plynojem
6. Rychloběžná ponorná míchadla se servisní šachtou
7. Čerpadla, rozvaděč, technologická místnost
8. Kogenerační jednotka
9. Řízení
10. Nouzové chlazení
11. Plynojem
12. Dávkoč pevných surovin
13. Chlazení plynu s kondenzační šachtou
14. Zásobník a dávkoč obilí

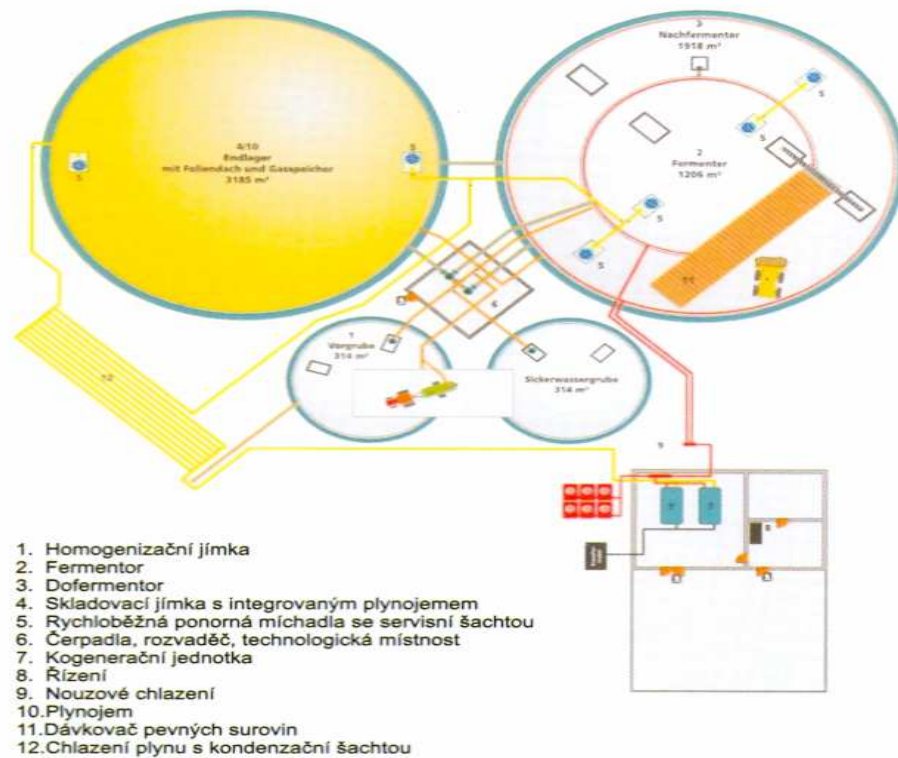
TECHNICKÁ DATA

- **Denní vstup**
22 t kukuřičné siláže
2 t travní senáže
2,5 t obilí
- **Instalovaná KGJ**
2 x 340 kW - MAN plynový motor
- **Elektrický výkon**
denně cca. 16 MWh
ročně cca. 6 000 MWh
- **Tepelný výkon**
denně cca. 18,5 MWh
ročně cca. 6 750 MWh
- **Možnosti této BPS**
elektřina pro cca. 1 750 domácností
teplo pro cca. 195 domácností

Příloha č.7 – Bioplynová stanice Helions

bioplynová stanice **Triton**[®]

kruh v kruhu s přístupnou technikou míchání
a dávkování surovin, včetně integrovaného plynojemu:



TECHNICKÁ DATA

- **Denní vstup**
26 t biomasy
5 m³ hovězí kejdy
- **Instalovaná KGJ**
2 x 340 kW - MAN plynový motor
- **Elektrický výkon**
denně cca. 11,5 MWh
ročně cca. 4 200 MWh
- **Tepelný výkon**
denně cca. 15 MWh
ročně cca. 5 500 MWh
- **Možnosti této BPS**
elektřina pro cca. 1 020 domácností
teplo pro cca. 185 domácností

Příloha č.8 – Bioplynová stanice Triton