

02

Biomasa pro energii



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Publikace vznikla v rámci projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost Zelený most mezi školou a praxí – environmentální vzdělávací moduly pro trvale udržitelný rozvoj, registrační číslo CZ.1.07/1.1.00/14.0153, který realizuje Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670 ve spolupráci s těmito partnery:

- Vyšší odborná škola a Střední zemědělská škola, Tábor, náměstí T. G. Masaryka 788
- Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Hradec Králové, Hradební 1029
- Střední odborná škola energetická a stavební, Obchodní akademie a Střední zdravotnická škola, Chomutov, příspěvková organizace, Na Průhoně 4800
- Masarykova střední škola, Letovice, Tyršova 500
- Střední škola – Centrum odborné přípravy technické, Kroměříž, Nábělkova 539
- Integrovaná střední škola technická, Benešov, Černoletská 1997

Tato publikace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Více informací o projektu najdete na www.zelenymost.cz.

BIOMASA PRO ENERGII

Autorský tým:

Doskočilová Alena, Masarykova střední škola Letovice

Dostálová Hana, Ing., Masarykova střední škola Letovice

Chládek Marek, Ing., Masarykova střední škola Letovice

Svitavský Michal, Mgr., SPŠ elektrotechnická a informačních technologií Brno

Šimíček Vladimír, PaedDr., Střední škola informatiky, poštovníctví a finančnictví Brno

Editor: Ing. Marcel Gause

Metodická pomoc: RNDr., PhDr. Danuše Kvasničková, CSc.

Obálka a grafická úprava: Quo-ST, spol. s r.o.

Tisk: FINAL EXIT tisková produkce

Text neprošel jazykovou úpravou

Vydala Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670
Tábor 2013



Biomasa pro energii





Obsah

1	Úvod	8
2	Biomasa a její produkce	11
2.1	Tok energie v ekosystémech	11
2.1.1	Produkce biomasy	12
2.1.1.1	Primární produkce	12
2.1.1.2	Sekundární produkce	12
2.1.2	Využití energie pro produkci biomasy	13
2.1.3	Faktory ovlivňující produkci biomasy	13
2.1.3.1	Abiotické faktory	14
2.1.4	Produktivita biomasy různými ekosystémy	15
2.2	Využití biomasy	15
2.2.1	Nepotravinářské využití biomasy	15
2.2.2	Energetické využití biomasy	15
2.2.3	Možnosti	16
2.2.4	Další využití biomasy	16
2.2.5	Zdroje biomasy	16
2.2.6	Rozdělení biomasy podle skupenství	17
2.2.7	Výhody energetického využití biomasy	17
2.2.8	Nevýhody energetického využití biomasy	18
2.3	Energie v biologických zbytcích a odpadech	18
2.3.1	Podíl biomasy ve využití energetických zdrojů	19
2.3.2	Situace v České republice	19
2.3.3	Situace ve světě	19
3	Biomasa a její členění	22
3.1	Zemědělská biomasa (fytomasa)	22
3.2	Energetické rostliny	22
3.3	Rychle rostoucí dřeviny (RRD)	23
3.3.1	Topoly (Populus)	23
3.3.2	Vrba (Salix)	23
3.4	Obecná doporučení pro výsadbu a pěstování RRD v ČR	24
3.4.1	Topol	24
3.4.2	Vrba	24
3.5	Polní plodiny - byliny	24
3.5.1	Jednoleté rostliny	24

3.5.2	Víceleté a vytrvalé rostliny	26
4	Další biomasa využitelná jako zdroj energie	29
4.1	Řasy	29
4.2	Zbytková biomasa	31
4.3	Lesní biomasa	31
4.3.1	Palivové dřevo	31
4.3.2	Zbytková lesní biomasa	32
4.4	Formy biomasy používané k vytápění	33
4.4.1	Druhy paliva získávané z biomasy	33
4.4.2	Produkty z biomasy a jejich použití k vytápění	33
4.4.2.1	Polenové (kusové) dřevo	33
4.4.2.2	Štěpka	33
4.4.2.3	Piliny a hobliny	35
4.4.2.4	Brikety	35
4.4.2.5	Pelety	36
4.4.2.6	Slámové balíky	37
4.4.2.7	Bionafta	37
4.4.2.8	Bioetanol (biolíh)	37
4.4.2.9	Bioplyn	38
4.4.2.10	Vodní řasy	38
5	Zpracování biomasy pro energetické využití a její distribuce	40
5.1	Stroje a zařízení pro pěstování, sklizeň, úpravy a dopravu biomasy	40
5.1.1	Stroje pro pěstování	40
5.1.2	Stroje pro sklizeň	41
5.1.3	Stroje pro úpravu vlastností	41
5.1.3.1	Úprava velikosti	41
5.1.3.2	Úprava formy	42
5.1.3.3	Úprava vlhkosti	43
5.1.4	Stroje pro dopravu	44
5.2	Ekonomické, ekologické a bezpečnostní aspekty využívání biomasy	45
5.2.1	Ekonomické aspekty	45
5.2.2	Ekologické aspekty	46
5.2.3	Bezpečnostní aspekty	47
6	Energetické využití biomasy	48

6.1.1.1	Malá a střední lokální zařízení a výtopny	48
6.1.1.1.1	Specifika kotlů na biomasu	49
6.1.1.1.2	Typy kotlů a kamen	50
6.1.1.2	Teplárny a elektrárny s parními turbínami	50
6.1.1.3	CZT a elektrárny většího výkonu	50
6.2	Výroba elektřiny	55
6.2.1	Rozdělení provozů podle tepelného výkonu	55
6.2.1.1	Teplárny a elektrárny s parními turbínami	55
6.2.1.2	Centrální zdroje tepla (CZT) a elektrárny většího výkonu	55
6.2.2	Kogenerace	56
6.2.2.1	Obecný princip kogenerace	57
6.2.2.2	Rozdělení dle instalovaného výkonu	58
6.3	Dřevoplyn	58
6.3.1	Definice a použití	58
6.3.2	Způsob výroby dřevoplynu	59
7	Biotechnologické využití	61
7.1	Bioplyn	61
7.1.1	Princip tvorby bioplynu	61
7.1.2	Zdroje na výrobu bioplynu	62
7.1.3	Technologie výroby bioplynu	63
7.1.3.1	Faktory ovlivňující konečný výsledek	64
7.1.3.2	Schéma zařízení na výrobu bioplynu	65
7.1.4	Využití bioplynu	67
7.1.5	Úprava bioplynu	68
8	Využití dalších chemických procesů pro zpracování biomasy	69
8.1	Technologie výroby motorových paliv II. generace	69
8.2	Hlavní motorová paliva vyrobená z biomasy	70
8.2.1	Méně známá kapalná motorová biopaliva	72
9	Využití bioodpadu	73
9.1	Kompostování	73
9.1.1	Význam humusu	73
9.1.2	Základní podmínky pro tvorbu kvalitního humusu	73
9.1.3	Průběh kompostování	74

9.1.4	Způsoby kompostování	74
9.2	Čistírenské kaly	75
9.2.1	Možnost likvidace čistírenských kalů	76
9.2.2	Hlavní směry vedoucí ke snadnějšímu využití kalů	76
9.2.3	Způsoby využití kalu	77
10	Podpora a osvěta pro využívání biomasy	78
10.1	Legislativa	78
10.1.1	Zákony, právní normy, vyhlášky, směrnice	78
10.1.2	Možnosti čerpání podpory při výrobě elektřiny z biomasy	79
10.1.3	Dokumenty nutné k podnikání v oblasti energetiky z obnovitelných zdrojů	80
10.2	Požadavky na dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci - BOZP	80
	Otázky a úkoly	83
	LITERATURA	84

1 Úvod

Říkává se, že energie je krev průmyslu. Ale zdaleka nejen průmyslu. Často si ani neuvědomujeme, že energie je základním předpokladem **veškerého života** na naší planetě, tedy i nás - lidí. Každé malé dítě ví, že musí jíst - a že většímu výdeji energie (při sportu, při práci) odpovídá i větší potřeba výživy. Tuto **energetickou potřebu** pro život lidí zajišťuje již více než 5000 let hlavně zemědělství ve formě potravin, v některých oblastech světa také rybníkářství.

Základním energetickým zdrojem pro naši planetu je Slunce, které vyzařuje do vesmírného prostoru obrovské množství energie (okolo $3,8 \cdot 10^{19}$ MJ /s). Z ní na naši Zemi dopadá přibližně pouze jedna dvoumiliardtina, ale tato „kapka“ energie ohřívá zemský povrch, uvádí do pohybu vrstvy atmosféry kolem něho a přeměňuje se v energii větru, umožňuje oběh vody a mění se ve vodní energii, je příčinou energie mořského vlnění a díky fotosyntéze je jeho malá část (necelé 1 %) zdrojem energie pro veškerý život na Zemi. Fotosyntéza představuje obdivuhodnou základní reakci života, při níž je v zelených rostlinách energie slunečního záření převáděna do energie chemických vazeb organických látek (z energetického hlediska do „energetických konzerv“ či do biomasy). Ty jsou pak v následných potravních řetězcích postupně využívány a měněny a slouží jako zdroj výživy (energie a látek) pro všechny ostatní organismy - tedy i pro nás.

Kromě této základní energetické potřeby pro život, je pro lidi důležitá také další **energetická potřeba** - pro úpravu potravy, bydlení, výrobu různých látek, dopravu, obchod, spotřebu, kulturu - prostě pro lidský způsob života. Velikost energetické spotřeby se v průběhu vývoje lidské společnosti měnila. I v dnešním světě existují obrovské rozdíly ve spotřebě energie.

Předpokládá se, že naši předchůdci, kteří ještě nepoužívali oheň, potřebovali pro svůj život okolo 8000 kJ denně, což odpovídá i dnešnímu příjmu potravy. Využíváním ohně stoupla energetická spotřeba našich předchůdců někdy před 500 000 lety na dvojnásobek - tj. asi na 6 GJ/rok na osobu. V dobách počátečního zemědělství asi před 10 000 lety se tato spotřeba vlivem využívání zvířat zvýšila na 20-30GJ/osobu/rok, ve starověku a středověku se dále zvyšovalo využívání energie vody a větru. Naprostou změnu ve spotřebě energie pak znamenala **průmyslová revoluce**, která zahájila využívání nového energetického zdroje - fosilních paliv. S vynálezem parního stroje stoupla spotřeba energie přibližně na 100 GJ/osobu/rok. Další velmi nerovnoměrný vývoj ve světě dokumentuje diametrálně rozdílná spotřeba energie v dnešním světě: zatímco v USA se roční spotřeba energie na osobu odhaduje na 350 GJ, v Evropě průměrně na 200 GJ, v rozvojových státech Afriky pouze na 20-30 GJ na osobu/rok. Hlavním energetickým zdrojem současné civilizace jsou fosilní paliva.



Odkud se vlastně vzala?

Jejich základem je biomasa (především rostlin, ale i ostatních organismů), která se na Zemi fotosyntézou vytvářela **před mnoha miliony let** a která se v průběhu následujících milionů let vlivem geologických změn postupně pod vrstvami hornin za nepřístupu vzduchu měnila v uhlí, ropu a zemní plyn. Když uvážíme, že existence člověka na Zemi (včetně jeho přímých předchůdců) se dnes odhaduje na dobu 1 - 2 miliony let a proces vytváření např. černého uhlí na více než 200 milionů let, pak je na první pohled zřejmé, že fosilní paliva jsou **zdroje neobnovitelné**.

Nevíme sice přesně, jak velké zásoby fosilních paliv se v hlubinách naší Země ještě skrývají a odhady se u jednotlivých druhů paliv i u jednotlivých odhadců liší až v měřítku století, ale víme, že je nejvyšší čas intenzivně **hledat nové energetické zdroje** pro lidstvo, chceme-li nadále využívat stejné či zvyšující se množství energie.

Navíc využívání fosilních paliv s sebou nese vážné nebezpečné vlivy na prostředí. **Nečistoty** vypouštěné do ovzduší z domácích i průmyslových topenišť a ze stále rostoucího počtu dopravních prostředků představují vážné nebezpečí pro zdraví lidí a významně snižují také výnosy a kvalitu zemědělských produktů. Snad ještě větším globálním problémem je to, že při jejich spalování se uvolňuje oxid uhličitý vázaný do těl organismů před mnoha miliony let, což sebou přináší zvyšování skleníkového jevu a s tím související hrozbu **klimatických změn**, jejichž důsledky by mohly představovat katastrofy nezvyklých rozměrů.

Bezesporu nový nepominutelný energetický zdroj nepůsobící na **klimatické změny** představuje **jaderná energie**, která se uvolňuje při rozpadu radioaktivních prvků. Zdrojem je však rovněž neobnovitelný zdroj - různé nerosty ze zemské kůry obsahující izotop U^{235} . Zdá se, že tohoto zdroje je zatím k dispozici značné množství, ale tragické katastrofy z ukrajinského Černobylu a japonské Fukušimy budí mnoho obav z využívání tohoto přírodního zdroje a mnohé státy se proto orientují jiným směrem. Naděje se obracejí i k **jaderné fúzi** - tedy k období procesů probíhajících na Slunci, ale možnosti jejího využívání v praxi jsou zatím v nedohlednu.

Energie však není nedostatek. Stálý a prakticky **nevyčerpatelný** je zdroj sluneční energie, která se na Zemi dostává v množství přibližně $21 \cdot 10^{20}$ kJ /rok - a je zdrojem neustále se **obnovující energie vody, větru i biomasy**. Nevyčerpatelným energetickým zdrojem je i **teplo zemského nitra**, které se uvolňuje stálými radioaktivními přeměnami v hlubinách Země a také **přitažlivé síly Měsíce** na naši Zemi, které způsobují pravidelný příliv a odliv na pobřežích oceánů a moří.

Před technicky vyspělou společností stojí nyní velmi závažné i podněcující úkoly:

- jak efektivněji a bezpečněji (s ohledem na vlivy na prostředí) využívat dosavadní energetické zdroje (neboť jejich náhlé opuštění není prakticky možné),
- jak zlepšit možnosti a perspektivy využívání energetických zdrojů nevyčerpatelných a obnovitelných, s nimiž nemusí být spojeny závažné problémy bezpečnostní, ani vlivy na biosféru.

Přitom je nezbytné mít na zřeteli souvislosti **environmentální, ekonomické i sociální** - tedy základní pilíře **udržitelnosti** dalšího vývoje naší civilizace.

Na tuto cestu je důležité vykročit co nejdříve - a začít ověřovat nejrůznější současné možnosti v praxi. Které způsoby šetření a využívání energie to jsou?

Možnosti šetření energií jsou nejen v jednání každého člověka, které zamezí zbytečnému plýtvání, ale i v řadě technických opatření v průmyslu (nové technologie), v zemědělství (využívání zbytkového tepla a biomasy), v dopravě (nové formy pohonu dopravních prostředků a snižování jejich spotřeby), ve stavebnictví (nové formy izolací, energeticky úsporné stavby atd.).

A další možnosti jsou v postupném a kombinovaném zavádění různých zařízení pro využívání nevyčerpatelných a obnovitelných energetických zdrojů:

- energie solární, jako přímého zdroje tepla, jako zdroje elektrické energie prostřednictvím fotovoltaických článků či jako naakumulované energie v ovzduší, ve vodě a v půdě prostřednictvím tepelných čerpadel (popř. v kombinaci s využíváním energie geotermální),
- energie větru prostřednictvím větrných elektráren
- energie vody prostřednictvím různých typů vodních elektráren,
- energie biomasy, a to jak novými termickými způsoby jejího využívání prostřednictvím spalování, zplynování, zkapalňování apod., tak i různými biotechnologickými způsoby využívání zbytkové biomasy a odpadních organických látek.

Zavádění těchto nových možností úspor a získávání energie musí překonávat mnohé problémy spojené zejména s nepravidelností slunečního záření, ale také s mnoha předsudky, neochotou hledat nové cesty a s řadou nežádoucích společenských vlivů ekonomického i sociálního rázu. Žádné novinky nikdy nebyly přijímány jednoznačně kladně a bez obav.

Navzdory různým těžkostem je důležité nenechat se odradit od hledání možnosti udržitelného řešení energetiky v 21. století.

2. Biomasa a její produkce

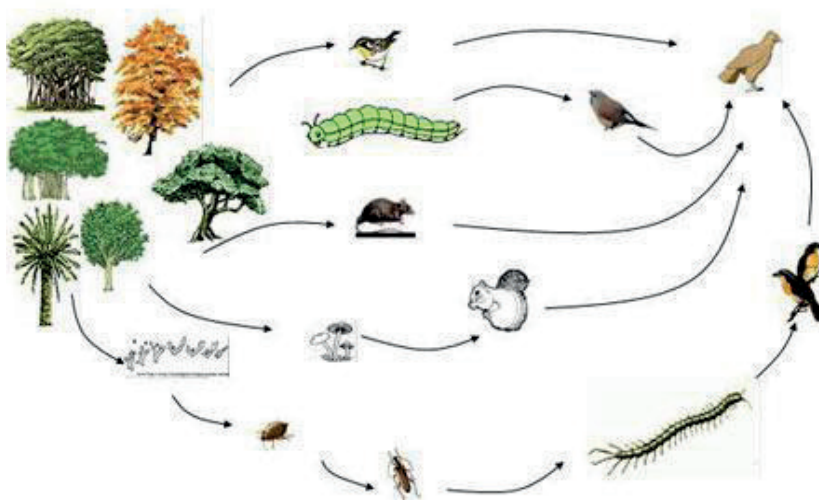
Biomasa je definována jako substance biologického původu zahrnující rostlinnou biomasu pěstovanou na půdě nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. V širokém slova smyslu je biomasa hmotou všech organismů na Zemi, zahrnující jak jejich „tělesné schránky“, tak i živé a neživé produkty jejich činnosti – stonky trav a obilovin, dřevo, semena a jejich obaly, exkrementy atd.

Obnovitelnost biomasy může být ovlivněna celou řadou faktorů, jako jsou např. sluneční záření, klimatické podmínky, technologie v zemědělství apod. Někdy se pojetí biomasy zužuje na materiály, u nichž můžeme statisticky předpokládat obnovitelnost v průběhu jednoho roku. Jako energetický zdroj se využívá biomasa rostlin (fytomasa) a odpadní organické látky.

2.1 Tok energie v ekosystémech

Předpokladem toku energie a koloběhu látek je schopnost zelených rostlin vytvářet organické látky z látek anorganických a poutat v nich při fotosyntéze sluneční energii ve formě chemických vazeb. V tomto procesu dochází k akumulaci organické rostlinné hmoty a vzniku rostlinné biomasy. Toto je hlavní význam **autotrofních organismů**, tj. zelených rostlin (ve vodě popř. sinic), které produkují organické látky – jsou to producenti.

Energii chemických vazeb ve formě potravy přijímají **heterotrofní organismy** (nezelené rostliny, živočichové a rozkladači). Využívají ji k tvorbě vlastních organických látek, část energie uniká ve formě tepla do prostoru.



Potravní řetězce

V ekosystémech se objevují organické látky také ve formě neživých organismů a jejich částí –**nekromasa**. Ta zpětně podléhá v průběhu vytváření humusu (humifikace) a následné mineralizaci degradaci na anorganické látky – oxid uhličitý, vodu a minerální látky.

Funkce ekosystémů je založena na přeměnách energie a na jejím toku mezi jednotlivými složkami. Energie není recyklována, biosféra je zcela závislá na jejím přísunu od Slunce.

2.1.1 Produkce biomasy

2.1.1.1 Primární produkce

Primárními producenty jsou **zelené rostliny**, na jejich aktivitě jsou závislé ostatní druhy a skupiny organismů.

Energie fotonů je při **fotosyntéze** využívána k syntéze jednoduchých organických vysokoenergetických molekul z vody a oxidu uhličitého, za přítomnosti chlorofylu. Energie obsažená v chemických vazbách organických látek je nadále využívána k syntéze složitějších látek, k růstu organismů a k zajištění všech jejich životních funkcí a to i v dalších skupinách organismů v rámci potravních řetězců. Z množství sluneční energie dopadající na zemský povrch se ve fotosyntéze využívá přibližně 1 %.

Rovnice fotosyntézy

$H_2O + CO_2 + \text{chlorofyl} + \text{sluneční záření} \rightarrow C_xH_xO_x + O_2 + H_2O + \text{produkty látkové výměny}$

2.1.1.2 Sekundární produkce

Sekundárními producenty jsou **živočichové**, kteří přijímají již fotosyntézou vytvořenou energii ve formě potravy. Část přijaté energie je degradována v energii tepelnou uvolněnou do prostoru, část je transformována v biomasu, část spotřebována na životní procesy.



FOTOSYNTÉZA

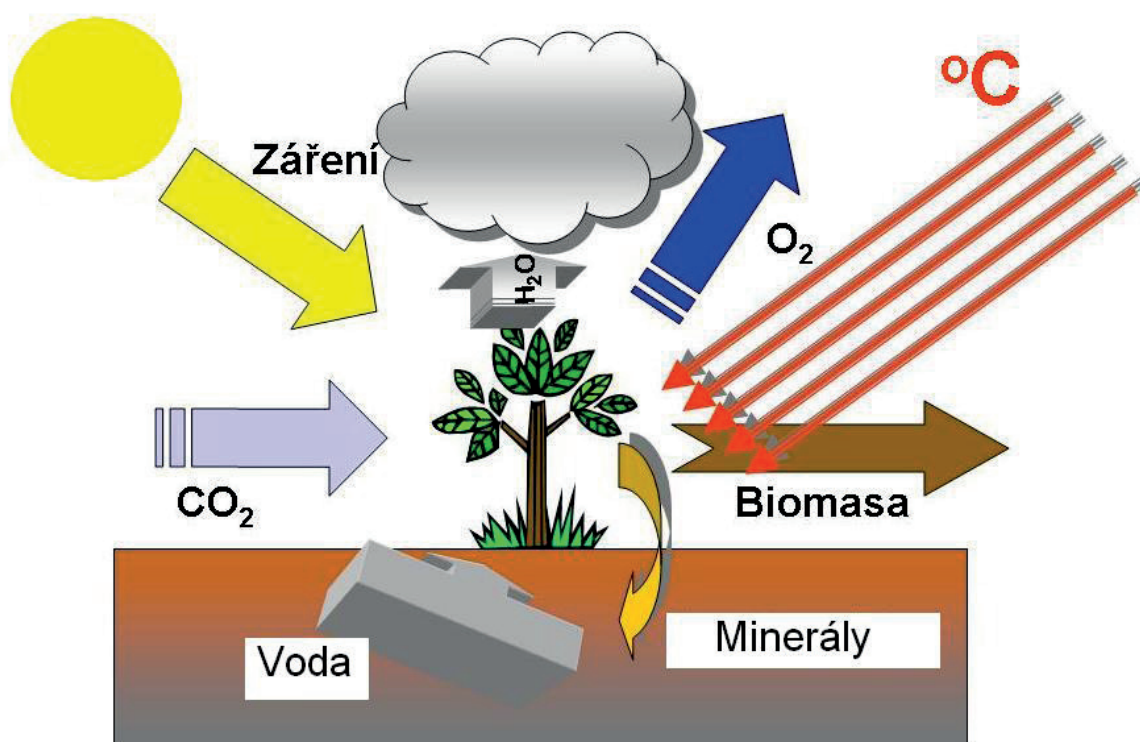


Schéma fotosyntézy

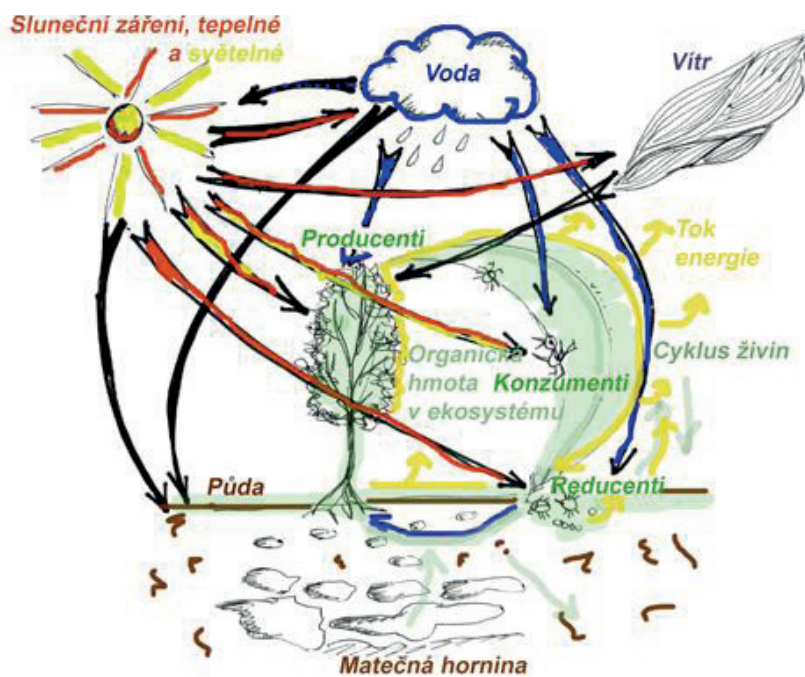
2.1.2 Využití energie pro produkci biomasy

Využití energie pro produkci nové biomasy je na různých stupních trofických vztahů odlišné. Vyšší využití energie odpovídá vyšším stupňům evolučního vývoje a organizace organismů.

- Rostliny využívají zhruba jednotky procent dopadající světelné energie.
- Býložravci jsou schopni využít kolem 10 % energie přijaté v potravě.
- Masožravci až kolem 20 %.

2.1.3 Faktory ovlivňující produkci biomasy

V přírodních i hospodářsky využívaných ekosystémech závisí produkce biomasy na celé řadě faktorů, které lze rozdělit do dvou základních skupin – **abiotické a biotické faktory**.



Abiotické a biotické složky ekosystému a základní procesy v něm

2.1.3.1 Abiotické faktory

- Složení atmosféry
- Světlo
- Teplo
- Voda
- Půda (obsahuje i složku biotickou-půdní edafon)

2.1.3.2 Biotické faktory

Jsou tvořeny vztahy mezi organismy a jejich funkcí v ekosystému, což především vyjadřují potravní (trofické) řetězce, které se dělí na:

1. Pastevně-kořistnické

- predátorské
- parazitické

2. Rozkladné

Mezi jednotlivými stupni těchto řetězců dochází k přenosu látek a energie. Ty jsou v rámci jednotlivých ekosystémů využívány v různé míře. Část primární i sekundární produkce může být i velice dlouho uložena v poměrně inertních materiálech např. humusu. Finální stádium pro veškerou organickou hmotu je rozkladný řetězec. Rychlost procesu rozkladného řetězce rozhoduje o rychlosti koloběhu látek v ekosystému, tedy i o rychlosti a množství produkce biomasy.

2.1.4 Produktivita biomasy různými ekosystémy

Produktivita ekosystémů se udává v sušině (váha biomasy za suchého stavu). Vyjadřuje se v kilogramech (kg) na jednotku plochy, většinou m².

- **Mořské ekosystémy:** středně velká produktivita na málo okamžité biomasy
- **Ústí řek, sladkovodní močály, útesy:** vysoká produktivita na středně velkou biomasu
- **Stepi, louky, pastviny, křoviny:** středně velká produktivita na středně velkou biomasu
- **Tundra, poušť:** malá produktivita na středně velkou biomasu
- **Lesy:** středně velká produktivita na velké množství okamžité biomasy

Třebaže ekosystémy s dominantní složkou dřevin zaujímají zhruba 11 % zemského povrchu, je v nich akumulována většina biomasy (tropické lesy). Je to podstatně víc, než v oceánech s 6x větší rozlohou.

Kontrolní otázky:

- 1) Uveď tři autotrofní a tři heterotrofní organismy.
- 2) Dopln' rovnici fotosyntézy za vzniku glukózy (C₆H₁₂O₆):
....H₂O +CO₂ + sluneční energie → C₆H₁₂O₆ + 6H₂O + 6.....
- 3) Navrhni konkrétní příklad ke každému z uvedených trofických řetězců.

2.2 Využití biomasy

2.2.1 Nepotravinářské využití biomasy

- Biomasa je jedním z nejrozšířenějších obnovitelných přírodních zdrojů na Zemi.
- Nejstarším a nejdůležitějším využitím biomasy je použití jako potravy pro lidi a zvířata.
- Od dob objevení ohně využívá člověk biomasu také jako zdroj energie. Je tedy nejdéle využívaným zdrojem energie.

2.2.2 Energetické využití biomasy

Až do 18. století byla biomasa využívána ve formě dřeva celosvětově vůbec nejdůležitějším zdrojem energie. V průmyslově vyspělých zemích se s nástupem průmyslové revoluce a využívání fosilních zdrojů energie stala biomasa téměř bezvýznamnou.

V minulosti energii z biomasy lidstvo využívalo pomocí spalování. Topilo se zejména dřevem, ale i rašelinou nebo sušeným trusem. Ohniště se postupně vyvíjela od jednoduchých topenišť ke stále efektivnějším topidlům. Biomasa hlavně sloužila (a stále slouží) jako zdroj tepla pro vytápění, vaření a ohřev vody.

Do biomasy jsou vkládány naděje, že bude alternativním obnovitelným zdrojem, který v budoucnu nahradí určitou část dnes docházejících neobnovitelných zdrojů energie (uhlí, zemní plyn, ropa) a také redukuje problémy spojené s jejich získáváním, zpracováním a využíváním s ohledem na ochranu životního prostředí (omezování produkce skleníkových plynů, snižování produkce biologických odpadů apod.). Biomasa představuje pro lidstvo jakousi přírodní hmotovou a energetickou konzervu, použitelnou právě ve chvíli, kdy to člověk nejvíc potřebuje.

2.2.3. Možnosti využití energetického potenciálu biomasy

Z energetického hlediska je i dnes základním a nejčastějším konečným využitím biomasy její spalování. Existuje však řada vhodných technologií pro přeměnu biomasy v pohonnou hmotu a výrobu elektrické energie.

2.2.4 Další využití biomasy

V současnosti se biomasa využívá kromě potravinářství a energetiky v celé řadě dalších odvětví.

- **Papírenství** – výroba různých typů papíru, obalů, kartonů.
- **Stavebnictví** – výroba stavebních materiálů – desek, izolačních hmot, vycpávek.
- **Dřevozpracující průmysl** – řezivo, nábytkářská výroba, konstrukce.
- **Chemický průmysl** – náhrada ropy jako suroviny při výrobě, výroba hnojiv.
- **Farmaceutický průmysl** – výroba léčiv, parfumerie.
- **Ostatní** – dekorace, košíky, pletené ozdoby, kartáče, smetáky...

2.2.5 Zdroje biomasy

▪ **Zemědělská biomasa – fytomasa**

Tvoří ji biomasa cíleně pěstovaná v agroekosystémech, jejíž hlavní produkt je primárně určen k energetickým účelům. Zahrnuje biomasu obilovin, olejnin, trvalé travní porosty, rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě a rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. Zemědělská biomasa je bezesporu nejkomplexnější složkou potenciálu biomasy ČR. Zahrnuje veškerou fytomasu pěstovanou na zemědělské půdě, tedy nejen na orné půdě, ale také ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic, vinic, trvalých travních porostů i rozptýlené zeleně v krajině.

▪ **Lesní biomasa – dendromasa**

Zahrnuje palivové dřevo, zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, prořezávek a probírek a lesní těžařské zbytky. Při energetickém využívání je zde (stejně jako v ostatních kategoriích) nutno brát v úvahu manipulační a dopravní nároky a lokální dostupnost zdroje. Část odpadu z těžby dřeva by však měla zůstat v lese, je velmi důležitým a prakticky nenahraditelným zdrojem živin pro lesní ekosystém. Tlející dřevo má zásaditou reakci a pomáhá neutralizovat kyselost lesních půd. Ležící větve také obohacují humus, pomáhají udržovat vlhkost půdy a chrání ji proti erozi.

▪ **Zbytková biomasa**

Obsahuje vedlejší produkty a zbytky z papírenského, potravinářského, živočišného, dřevozpracujícího průmyslu a zemědělství. Dále sem patří lihovarnické zbytky, čistírenské kaly a vyříděný komunální odpad. Zbytková biomasa zahrnuje široký rozsah druhů biomasy, vznikající sekundárně při zpracování primárních zdrojů. Velký význam pro další zpracování má odpadní biomasa z živočišné zemědělské výroby - exkrementy chovných zvířat.

2.2.6 Rozdělení biomasy podle skupenství

- **Pevná biomasa** je taková biomasa, která se při jakýchkoliv podmínkách přípravy pro energetické využití nachází v pevném stavu. Patří sem dřevo v různých formách, seno, sláma a energetické plodiny určené k přímému spalování.
- **Kapalná biomasa** se v podmínkách, při nichž je skladována, dopravována a připravována pro energetické využití, nachází v kapalném stavu. Takovouto biomasou jsou například čistírenské kaly, nebo kejda.
- **Plynná biomasa** se vyskytuje v přírodě v plynném stavu. Patří sem bioplyn, který vzniká rozkladem organických látek bez přístupu kyslíku. Produkuje se například v rýžových polích, močálech, rašeliništích, permafrostu, skládkách, starých dolech...

Ze všech tří typů biomasy dle skupenství lze vyrobit energetické zdroje – **biopaliva**.

2.2.7 Výhody energetického využití biomasy

- obnovitelný zdroj bez škodlivých emisí;
- spalování odpadů a jejich energetické využití pomáhá snižovat množství odpadů;
- skladovatelný zdroj obnovitelné energie;
- neutrální proces vůči bilanci CO₂, oxid uhličitý, který se při spalování uvolní, je znovu vázán do nově rostoucích rostlin a nezvyšuje tak jeho podíl v atmosféře;
- ekonomický rozvoj venkova - vznik nových pracovních míst, využití zemědělské půdy ležící ladem;
- ochrana před šířením agresivních rostlin přenesených z jiného prostředí;
- zadržování vody, bránění půdní erozi;
- používání není omezeno jen na určité lokality (opět výhoda oproti např. větrné energii);
- ekologická cesta při využití odpadů-recyklace.



2.2.8 Nevýhody energetického využití biomasy

- vlivem zpracování a dopravy někdy cena biomasy dosud převyšuje cenu fosilních paliv
- spolehlivost dodávky do výroby energie může být nižší v porovnání s jinými druhy paliv
- sezónnost pěstování energetických rostlin vyžaduje skladování v poměrně velkém rozsahu
- nebezpečí úniku škodlivin při některých technologiích (prach, pevné a kapalné odpady)



Koloběh oxidu uhličitého (CO_2)

Kontrolní otázky:

- 1) Napiš aspoň 3 odvětví, ve kterých je biomasa využívána neenergeticky.
- 2) Jaké typy biomasy rozlišujeme podle zdrojů, ze kterých je získávána?
- 3) Který typ biomasy dělené podle formy je nejpoužívanější?

2.3 Energie v biologických zbytcích a odpadech

Odpadová politika EU potlačuje ukládání odpadů na skládky, usiluje o jejich minimalizaci a znovuvyužití - recyklaci. Ukládání odpadů na skládky je obecně považováno za neudržitelné, ale produkci odpadů nelze úplně zabránit (pouze lze výběrem technologie zmenšit jeho množství). Řešení nabízí využití všech forem odpadů, které není možné recyklovat, k energetickým účelům.

2.3.1 Podíl biomasy ve využití energetických zdrojů

Člověk využívá v současné době pouhých 4 % nově vzniklé biomasy:

2 % se spotřebují při výrobě potravin a krmiv.

1 % končí jako dřevařský produkt, papír nebo vláknitá hmota.

1 % se využívá energeticky – většinou ve formě palivového dřeva.

2.3.2 Situace v České republice

V České republice je nutno počítat s tradičním způsobem vytápění biomasou v lokálních topeništích, který je stále populární a to mnohdy bez ohledu na související efekty. Jedná se o druh a vlastnosti paliva, účinnost a hlavně způsob provozování zdroje. V domácích kotlech se spaluje nejen čistá a suchá biomasa, ale i biomasa kontaminovaná, popřípadě komunální odpad.

Nebezpečné je zejména spalování plastových odpadů pro vznik jedovatých a karcinogenních látek, (např. dioxinů).

V rámci obnovitelných zdrojů energie je biomasa v současné době nejperspektivnějším zdrojem, a to nejen v České republice.

Biomasa se na výrobě tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie v současné době podílí cca 90 % a na hrubé výrobě elektřiny cca 18 %.

ČR si pro rok 2010 stanovila cíl 6 % podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě primárních zdrojů energie a 8 % podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny.

V roce 2020 by měl činit podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě primárních zdrojů 13 %.

V současnosti je využívána především odpadní biomasa (ze zemědělství, průmyslu a lesnictví). Očekává se rozvoj využití pěstovaných energetických dřevin a plodin.

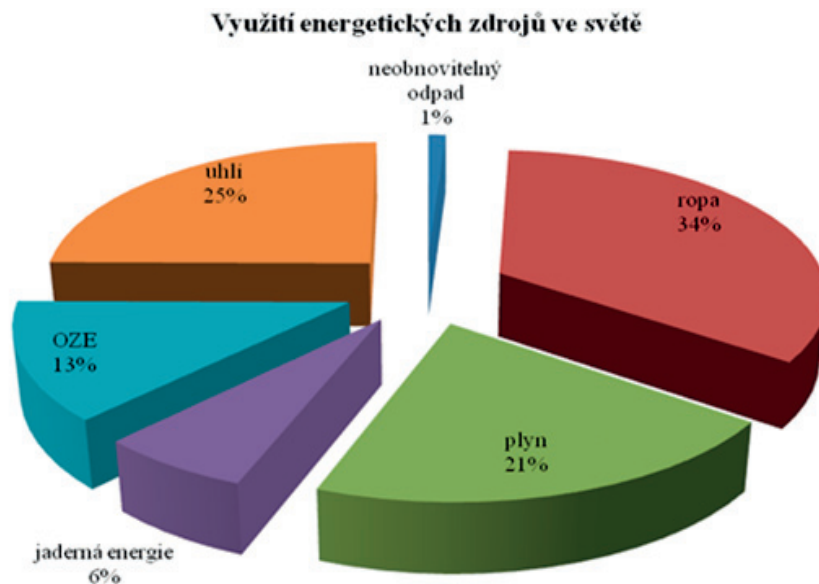
2.3.3 Situace ve světě

Odhaduje se, že celosvětová produkce energeticky využitelné biomasy téměř desetkrát převyšuje svým energetickým potenciálem roční objem světové produkce ropy a zemního plynu. Přesto biomasa pokryje pouze desetinu celosvětové spotřeby primární energie a to navíc zejména díky vysokému podílu biomasy v rozvojových zemích.

Hlavní zdroje biomasy v ČR

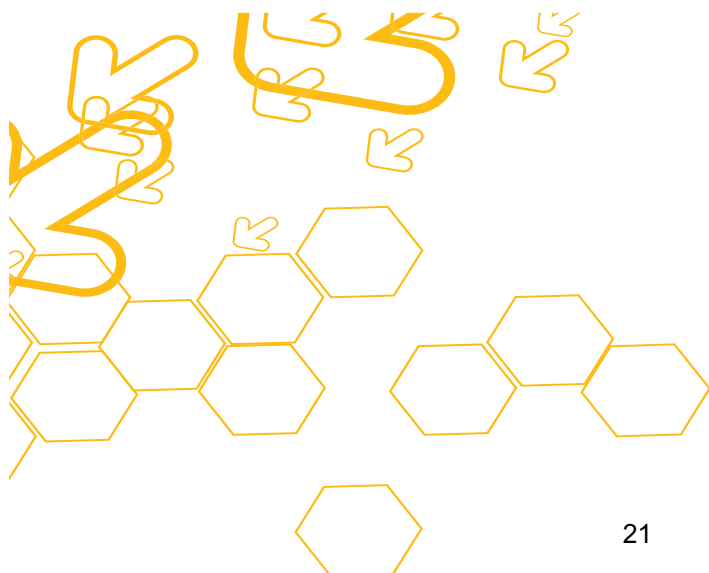
Sektor	Zdroj	Typ zdroje
Zemědělství	Zbytky a odpady z rostlinné výroby	sláma, zbytky po lisování olejů, odpadní zrno, ekonomicky neprodejné produkty apod.
	Odpady ze živočišné výroby	hnůj, kejda, podestýlka drůbeží trus, zbytky krmiv apod.
	Energetické plodiny	Plody/semena olejnin (řepka, slunečnice, len apod.) Cukernaté a škrobnaté plodiny (cukrová řepa, obilniny, brambory apod.)
	Energetické byliny a dřeviny	topol, olše, akát, šťovík, konopí, apod.
	Odpadní travní hmota	tráva z údržby trvale zatravněných ploch apod.
	Odpadní dřevní hmota	zbytky po likvidaci křovin a náletů, odpady ze sadů a vinic
Lesnictví	Palivové dřevo	Suchá lignocelulózová biomasa
	Zbytky a odpady z lesnictví	větve, kůra, pařezy, probírkové dřevo, manipulační odřezky apod.
Průmysl	Zbytky a odpady z průmyslu	zbytky z dřevařského průmyslu - piliny, hobliny, odřezky apod.
		organický odpad z potravinářství – jatka, mlékárny, lihovary, pivovary apod.
		Sulfátové výluhy (odpad z papírenství)
Odpadové hospodářství	Tuhý komunální odpad	Dřevo z demolic a sběrných dvorů
		Směsný komunální odpad
		Odpad na skládkách
	Čištění odpadních vod	Čistírenský kal (komunální a průmyslové ČOV)
Údržba veřejné a soukromé zeleně	Odpadní dřevní hmota	dřevo z údržby parků, zahrad, ochranných pásem, břehových porostů apod.
	Odpadní travní hmota	tráva z údržby parků, zahrad, zatravněných ploch

Biomasa má v rámci Evropské unie zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé domácí spotřebě. Evropská unie měla do roku 2010 dosáhnout 21 % podílu obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny a 12 % podílu OZE na hrubé domácí spotřebě energie. Roční tempo růstu využití biomasy na úrovni zemí EU se neustále zvyšuje.



Kontrolní otázky:

- 1) Kolik procent nově vzniklé biomasy a k jakým účelům člověk využívá?
- 2) Který druh biomasy je v současnosti v ČR nejpoužívanější k získávání energie?
- 3) O kolik procent se má zvýšit podíl biomasy jako zdroje energie do roku 2020 oproti roku 2011?
- 4) Který zdroj energie je celosvětově nejpoužívanější? Jakým druhem biomasy bychom ho mohli nahradit?



3. Biomasa a její členění

Biomasu dělíme dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 482/2005 Sb. na tři hlavní druhy:

- zemědělskou biomasu – fytomasu pěstovanou na zemědělské půdě
- zbytkovou biomasu – vedlejší produkty při zpracování biomasy
- lesní biomasu – dendromasu.

3.1 Zemědělská biomasa (fytomasa)

Energeticky lze dle vyhlášky č. 482/2005 Sb., - Skupina 1 a 2 zužít:

- rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě – vrba, topol, akát, olše, jasan
- cíleně pěstované energeticky využitelné plodiny, které mohou být:
 - jednoleté – hořčice, světlice, laskavec, konopí seté, ...
 - víceleté – topinambur, křídlatka, šťovík, ...
- ozimé a jarní plodiny pro nepotravinářské účely – obiloviny, kukuřice, olejnin a prádlné rostliny
- energetické trávy: ozdobnice, rákos, chrastice, psineček
- část vedlejších zemědělských produktů – sláma olejnin, obilovin
- nespotřebované seno z údržby luk a pastvin.

Přínosem pěstování fytomasy je především péče o krajinu, její ochrana před erozí a vysycháním, efektivní nakládání s rostlinnými odpady, vytvoření pracovních příležitostí a udržení tradičních činností v krajině.

Zemědělská biomasa je nejkomplexnější složkou potenciálu biomasy ČR. Využití fytomasy pěstované na zemědělské půdě podporuje restrukturalizaci našeho zemědělství při částečném přechodu od potravinářských komodit k alternativním technickým, nebo energetickým plodinám.

Dalším pozitivním efektem pěstování alternativních plodin je zajištění energetické soběstačnosti zemědělských oblastí, cílená regionální spotřeba vyprodukovaných zdrojů a zviditelnění venkova.

Hlavním rizikem při využívání biomasy je úbytek zemědělské půdy určené pro produkci potravinářské biomasy, větší počáteční investice, komplikace s akumulací, skladováním a distribucí vyrobené energie a větší spotřeba vody.

3.2 Energetické rostliny

Energetické rostliny jsou cíleně pěstované jako zdroj energie. Dělí se do dvou skupin:

- rychle rostoucí dřeviny
- polní plodiny – byliny

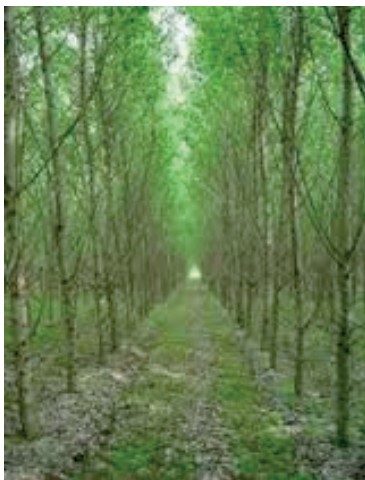
3.3 Rychle rostoucí dřeviny (RRD)

Pro energetické účely se pěstují zpravidla na speciálních, k tomu účelu zakládáných plantážích. Mají krátkou obmětní dobu a jejich hmotový přírůstek významně převyšuje hmotové přírůstky u ostatních dřevin. Mají velký obsah celulózy, používají se hlavně jako zdroj tepla. V České republice se nejčastěji pro energetické využití sází topoly a vrby.

3.3.1 Topoly (*Populus*)

Na světě existuje až 110 druhů topolů, které pocházejí ze severní polokoule od pásma subtropů po Arktidu. Topoly jsou opadavé listnaté stromy, které kvetou v podobě jehněd. Samčí květy mívají červené prašníky, samičí bývají zelené. Plodem je tobolka s ochmýřenými semeny. Rozmnožování se provádí řízkováním z matečnic.

U nás pěstovaný topol japonský je dvoudomá rostlina samčího pohlaví. Topol dospívá mezi 8. až 10. rokem svého růstu. Roční přírůstek délky je 2,5–4 metry, dle klimatických a půdních podmínek. Po obmětí (3-5 let) pařez znovu obrůstá, což umožňuje jeho další využití na palivové dřevo či štěpku. Japonský topol snese zaplavení po dobu až 60 dní, proto je vhodný i do záplavových oblastí, nebo podmáčených luk. Sklizeň se provádí v zimě, kdy je půda zmrzlá.



Topol japonský



Řízky topolu



Energetická vrba

3.3.2 Vrba (*Salix*)

Existují řádově stovky druhů vrb. Mohou mít tvar stromu, křoviny, mohou být plazivé nebo zakrslé. Většina z nich se vyznačuje rychlým růstem, což způsobuje křehkost a také krátkověkost.

Řadíme je mezi dvoudomé opadavé rostliny, květy jsou uspořádány v jehnědách. Plodem je zelená tobolka s ochmýřenými semeny. Velmi snadno se kříží, množí se řízkováním. Jsou typické pro zamokřené půdy, kraje potoků a rybníků.

3.4 Obecná doporučení pro výsadbu a pěstování RRD v ČR

3.4.1 Topol

- půda – zemědělská orná i trvalé travní porosty
- nároky na výběr lokality – mírné klima, nadmořská výška do 650 m nad mořem
- tří až pětiletý cyklus obmýtí – 13 000 až 16 000 ks/ha
- rozměr řádků 1,5 m, jednotlivé řízky sázíme 0,5 m od sebe
- příprava půdy – omezování plevelů před výsadbou a minimálně dva roky po výsadbě
- odplevelování – lze provádět ručně, mezi řádky mechanizovaně
- výsadba – ruční nebo mechanizovaná
- sklizeň – v období vegetačního klidu, způsob sklizně je ruční nebo mechanický – u tříletých porostů postačí řezačka, u porostů starších je nutné mít speciální lesní techniku (např. harvester)
- výnos – roční výnos, v závislosti na délce cyklu a odrůdě, se pohybuje od 8 do 25 t/ha sušiny při obsahu vody 50–60 %.

3.4.2 Vrba

- půda – písčitohlinitá, kyprá, provzdušněná s dostatečnou zásobou spodní vody
- ostatní parametry podobné topolu
- výnos – při správném pěstování vrby lze dosáhnout 15–20 tun/ha sušiny v průběhu jednoho roku vegetace
- obmýtí nastává za 3-6 let

3.5 Polní plodiny – byliny

Rostliny bylinného charakteru, pěstované pro získávání energie. Podle složení rozlišujeme plodiny celulósovité (obiloviny, trávy, konopí, ozdobnice), které se hodí k přímému spalování, nebo k výrobě pelet, briket, plodiny olejnaté (řepka olejka, len, slunečnice), na výrobu bioolejů a bionafty a plodiny škrobno-cukernaté (brambory, kukuřice, cukrová řepa) k výrobě pohonných hmot alkoholovým kvašením.

Dělení energetických rostlin z hlediska botanického:

- energetické obiloviny
- energetické trávy
- skupinu dvouděložných rostlin, z nichž jsou vysoké výnosy nadzemní hmoty

Dělení energetických rostlin dle délky vegetačního období:

- jednoleté, víceleté a vytrvalé

3.5.1 Jednoleté rostliny

Jednoleté plodiny jsou významné rychlou produkcí a nižšími nároky na mechanizaci.

Přehled základních druhů jednoletých rostlin

Žito ozimé	Čiroky
Tritikale	Konopí seté
Lnička setá	Súdánská tráva
Len setý	Světlice barvířská katrán habešský
Řepka olejka	Koriandr
Hořčice sareptská	Laskavec
Hyso (kříženec čiroků)	Sléz krmný

Energetické a průmyslové využití obilovin

se může uplatnit ve všech oblastech, ale především v těch méně příznivých, aniž by u nich došlo k poklesu výtěžnosti. U obilovin (tritikale a pšenice ozimá) je jako energetická surovina vhodná sláma po sklizni.

Zrno se využije k průmyslovému zpracování, ke krmným účelům, sláma ke krmení, k zaorání, ke spalování. Výhřevnost slámy obilovin se pohybuje přibližně od 12 do 15 MJ/kg při obsahu sušiny 80–85 % hmotnosti. V poslední době se začíná využívat rovněž pro výrobu stavebních panelů.

Obiloviny

pěstované k energetickým účelům mají své přednosti v tom, že mohou produkovat biomasu bez větších investic na pořízení nové techniky. Využívá se technika vhodná i pro jiné klasické plodiny. U obilovin je nutné zohlednit hnojivou hodnotu slámy. Z koloběhu živin lze každoročně odebrat 25–33 % sklizené slámy a použít ji pro průmyslové a energetické účely.

Tritikale,

které je křížencem žita a pšenice, dosahuje dobré výnosy i v méně příznivých podmínkách. Není náročné na předplodinu, snáší půdu i s nepříznivým pH, má menší nároky na ochranu proti chorobám a škůdcům.

Řepka olejka

patří k nejrozšířenějším a nejstarším hospodářským plodinám v ČR. Používá se v potravinářství, dále k výrobě mazacích a hydraulických olejů, fermeží, kosmetických produktů, mýdel, pracích prostředků a masážních olejů. Výlisky ze semen se dají využít jako krmivo pro hospodářská zvířata, nebo k výrobě pelet. Další možností využití řepky olejky je výroba bionafty.

Konopí seté

je rostlinou teplomilnější, náročnou na vodu. Vyžaduje úrodnější půdy, na horších půdách v chladnějších oblastech se snižují dosahované výnosy.

Vhodné jsou dva typy konopí setého:

- jižní typ, dorůstá do výše až 300–400 cm. Dozrává za 130–180 dní. Dává velký výnos vláken, malý výnos semen.
- přechodný typ konopí setého je 170–250 cm vysoký. Dozrává za 90–120 dní. Dává dobrý výnos vláken i semen.

Konopí zpočátku rychle roste, brzy vytváří hodně listů a tím potlačuje plevele. Charakteristické pro konopí je velmi pevné vlákno.

Pěstování konopí setého je upraveno v ČR zákonem č. 167/1998 Sb., o návykových látkách, ve znění pozdějších předpisů.

3.5.2 Víceleté a vytrvalé rostliny

Pro účely **fytoenergetiky** mají největší význam rostliny vytrvalé a víceleté, které vytváří dostatečné množství celkové nadzemní fytomasy (cca od 10 t/ha suché hmoty). Jejich produkce je podstatně efektivnější, neboť zde není nutná každoroční opakovaná kultivace, jako při pěstování rostlin jednoletých.

Tyto rostliny lze pro energetické účely využívat buď částečně, jako vedlejší produkt, nebo celou jejich nadzemní hmotu. V prvním roce zpravidla nejsou ještě produkční, většinou musí náležitě zakořenit a vytvořit zapojený porost. Následující rok je již produkční, tudíž i sklizňový.

Přehled víceletých plodin a energetických trav

Pupalka dvouletá

Komonice bílá

Jestřábina východní

Topinambur hlíznatý

Šťovík krmný

Topolovka růžová

Křídlatky

Chrastice rákosovitá

Kostřava rákosovitá

Psineček velký

Ovsík vyvýšený

Sveřep samužníkový



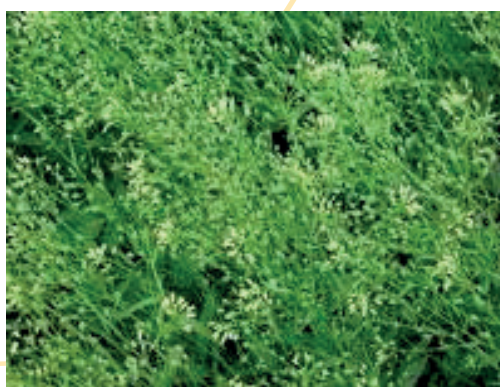
Počátek kvetení klasu tritikale



Dozrávající len



Květ řepky olejky



Lnička setá



Knopí seté



Čirok



Pupalka dvouletá



Komonice bílá



Štovík - Uteuša



Ozdobnice čínská



Křídlatka - květ



Chrastice rákosovitá

4. Další biomasa využitelná jako zdroj energie

4.1 Řasy

Řasy představují velkou a nesourodou skupinu jednoduchých vodních organismů, které využívají energii slunečního záření. Žijí v moři, ve sladkých vodách, na vlhkých místech souše. V symbióze s houbami tvoří lišejníky. Mohou být jednobuněčné i vícebuněčné. Jednobuněčné se volně vznášejí ve vodě jako součást rostlinného planktonu, vícebuněčné často vytvářejí orgány podobné kořenům a stélce vyšších rostlin a žijí přisedle.

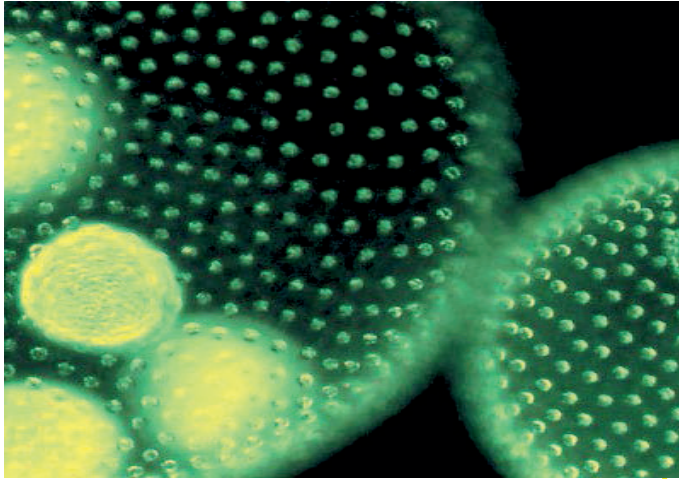
Pro výrobu biopaliv jsou nejperspektivnější řasy zelené, obsahující chlorofyl. Některé druhy řas obsahují až 60 % tuku z celé své hmotnosti a lze z nich snadno a levně vyrobit bionaftu. Jednou z perspektivních cest produkce energetických řas je pěstování ve vodních kulturách, tzv. **bioreaktorech**. Další jejich výhodou je, že rostou mnohem rychleji než polní energetické plodiny, nesklízejí se sezónně, nýbrž průběžně, a lze je pěstovat v místech, která se pro zemědělskou výrobu nehodí, které mohou být umístěny i na jinak nevyužitelné ploše.

Jako problém se může jevit skutečnost, že druhy, které rychle rostou, obsahují málo tuků a naopak. Tímto problémem se zabývá genetické inženýrství.

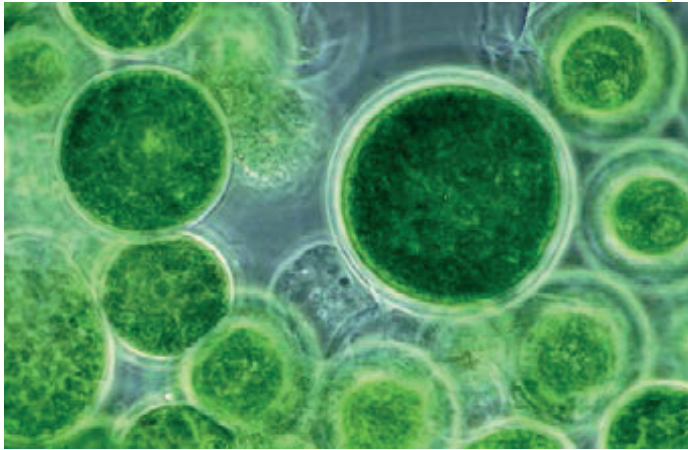
V ČR se otázkou energetického využití řas zabývá v rámci svých projektů především Mikrobiologický ústav AV ČR Třeboň.

Podle výzkumu má výroba z biomasy řas proti tradičním zemědělským postupům tyto výhody:

- vysoká jednotková produktivita (50–100 tun suché hmoty řas/ha) v závislosti na klimatických podmínkách
- výběrem vhodných kmenů, řízenými zásahy do biochemických procesů a regulací kultivačních podmínek lze získat produkt s vyšším obsahem škrobu (surovina pro výrobu bioetanolu a bionafty).
- ve srovnání s kulturními plodinami poloviční spotřeba vody v přepočtu na jednotku produktu
- kultivaci lze významně zlevnit využitím odpadního spalínového CO₂
- další zlevnění je možné zavedením počítačově řízeného kultivačního procesu.



Sladkovodní řasy



Mořské řasy



Pokusný bioreaktor

4.2 Zbytková biomasa

Zbytková biomasa (viz vyhláška č. 482/2005 Sb., Skupina 4 a 5) je podstatnou částí potenciálu energetické biomasy. Tvoří ji zbytky, vedlejší produkty a odpad ze zpracování primárních zdrojů rostlinné nebo živočišné biomasy.

Hlavní zdroje zbytkové biomasy:

- průmysl na výrobu papíru a buničiny
- dřevovýroba
- masokombináty a jatka
- potravinářský a lihovarnický průmysl (odpady z cukrovarů, mlékáren, lihovarů)
- tříděný biologický odpad
- rostlinná i živočišná zemědělská výroba, tj. sláma a exkrementy chovaných zvířat
- čistírenské kaly a kaly ze specifických výrob, pokud jsou kategorizovány jako biomasa

Pro zbytkovou biomasu platí, že je energeticky i ekonomicky nevýhodné přepravovat ji na velké vzdálenosti. Její množství je odhadováno cca na 8–10 tis tun/rok.

4.3 Lesní biomasa (dendromasa)

Lesní biomasu podle vyhlášky č. 482/2005 Sb., – Skupina 3 tvoří:

- palivové dřevo
- zbytková dendromasa z lesnictví a dřevařského průmyslu (zbytková dřevní hmota z těžby dřeva, probírek, prořezávek, odřezky a zbytky z dřevozpracujícího průmyslu).

4.3.1 Palivové dřevo

- Dřevo je snadno dostupný přírodní materiál, který je lidstvem široce využíván po celou dobu jeho existence. Každý druh dřeva má zvláštní vlastnosti, což ovlivňuje možnosti jeho využití.
- Dřevo rozdělujeme podle tvrdosti (schopnost dřeva odporovat vtlačení tělesa různého tvaru do jeho struktury) na měkké a tvrdé. Tvrdost dřeva se uvádí v MPa (0,1 MPa – 1kg/cm²).



Palivové dřevo se nejčastěji prodává v těchto měrných jednotkách:

a) plnometr dřeva (1 pm – 1m³) - krychle o straně 1m plně vyskládaného dřeva bez skulin.

b) prostorový metr dřeva rovnaný (1PRMr) - krychle o straně 1 m srovnaných polen dřeva s minimálními skulinami (cca 0,7 m³).

c) prostorový metr dřeva sypaný (PRMs) – krychle o straně 1 m poházených kusů dřeva (cca 0,4 m³).

Důležitou vlastností palivového dřeva je jeho výhřevnost (množství uvolněné tepelné energie při hoření). Udává se v MJ/kg, popř. MJ/pm. Tvrdé dřevo má vyšší výhřevnost, než dřevo měkké. Měrné jednotky, výhřevnost a úprava dřeva jsou určujícími faktory jeho ceny. V současnosti se pohybuje v rozmezí 200–2 000,- Kč/1 pm.

Měkké palivové dřevo

- pochází nejčastěji z jehličnatých stromů, jako je borovice, modřín, jedle, ale patří sem např. i topol a lípa
- z vyzrálého pryskyřičnatého měkkého dřeva se dělají nejlepší třísky
- tato dřeva rychle hoří, kouří a při hoření z nich odlétají jiskry
- pryskyřičná měkká dřeva se nejčastěji používají na zapálení ohně

Tvrdé palivové dřevo

- pochází většinou z listnatých stromů (dub, buk, akát, ořešák, jasan, jilm ...)
- suchá, tvrdá dřeva ve většině případů poskytují stabilní a dlouhotrvající oheň
- je zdrojem intenzivního, stejnoměrného žáru (vhodné k topení a vaření)

Hlavní důvody k využívání palivového dřeva:

- vzrůstající ceny za plyn a elektrickou energii – dřevo je nejlevnější palivo
- zvýšený zájem o ochranu životního prostředí – dřevo je ekologicky šetrné
- dřevo jako alternativní zdroj tepla – dobrá výhřevnost dříví
- nenáročná skladování a práce s palivovým dřevem

4.3.2 Zbytková lesní biomasa

Jedná se o zbytkovou dřevní hmotu z těžby dřeva, probírek, prořezávek, odřezky a zbytky z dřevozpracujícího průmyslu.

- **Lesní zbytky z probírek** – na příliš hustých mladých lesních porostech se provádí probírka, která zajišťuje kvalitnější a cennější dřevo ponechaných stromů. Probírka se může provádět ručně nebo automaticky, vysoce efektivní je využití štípací hlavice.
- **Lesní zbytky z mytní těžby tzv. lesní klest** – materiál ponechaný na zemi po těžbě. Tvoří ji větve, asimilační orgány, stromové vršky. Efektivní využití je pomocí technologie svazkování.

- **Pařezy a kořeny** – tvoří více jak 20 % suché biomasy stromu. Využívány výjimečně z důvodů vysokých nákladů při těžbě a přepravě.

4.4 Formy biomasy používané k vytápění

4.4.1 Druhy paliva získávané z biomasy

- Paliva z fytomasy – dřevní hmota
- Paliva z fytomasy – energetické dřeviny
- Paliva z fytomasy – stébelniny, traviny a rychlerostoucí rostliny
- Paliva z řas

4.4.2 Produkty z biomasy a jejich použití k vytápění

4.4.2.1 Polenové (kusové) dřevo

- nejběžnější forma biomasy na vytápění, využití v domácnostech
- nařezané a našťípané na kusy o délce 25 až 50 cm s průměrem zhruba 10 cm
- vysoké nároky na skladovací prostor, během skladování dobře vysychá
- nízká cena
- nízký podíl automatizace
- spalování v krbech, kotlích s ručním přikládáním, ve zplyňovacích kotlích



Kusové dřevo



Šťípané dřevo - krbové

4.4.2.2 Štěpka

- malé kousky rozdrčeného dřeva, velikost cca 1 až 10 cm
- k výrobě se používá štěpkovačů, nejčastěji přímo v lese
- **výhoda** – minimální potřeba lidské práce, zpracování široké škály dřevního odpadu
- **nevýhoda** – zpravidla vysoká vlhkost štěpky a její poměrně obtížné sušení



Štěpka

Druhy štěpky:

a) Zelená štěpka

- čerstvý klest z lesní těžby s jehličím a listím
- ztráta kvality z důvodu vysokého obsahu vody
- nevhodná pro dlouhodobější skladování
- spalování v elektrárnách, spalovnách



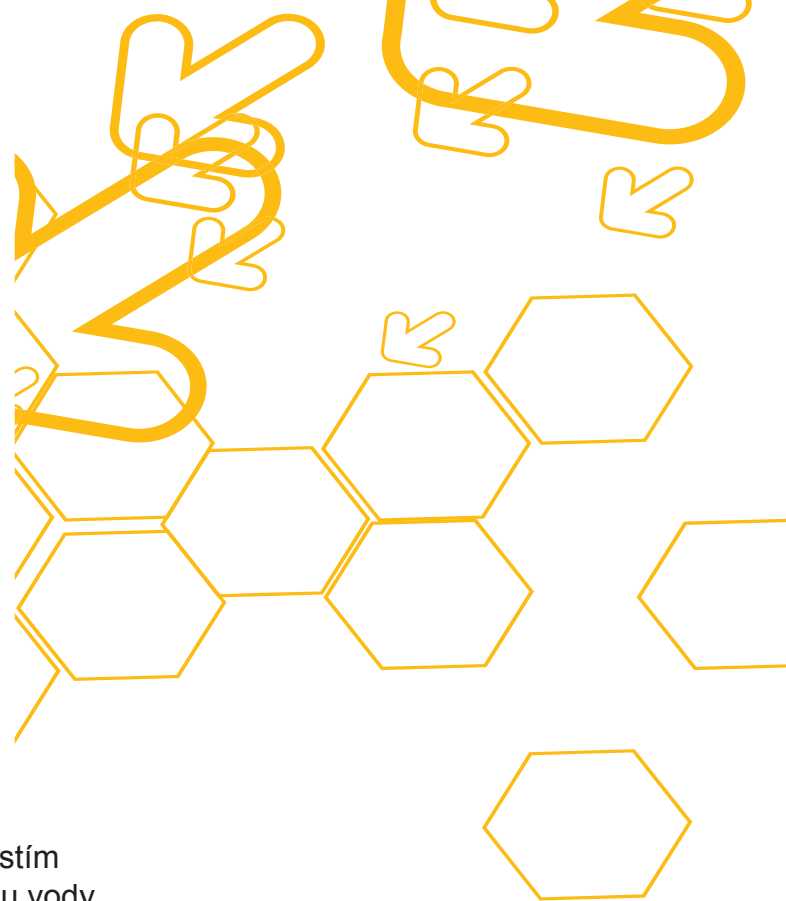
Zelená štěpka

b) Hnědá štěpka

- starý klest z lesních těžeb s větším podílem kůry, bez jehličí a listí
- nízká vlhkost, vyšší výhřevnost
- dobré skladování bez výraznějších ztrát kvality
- spalování v automatických kotlích

c) Bílá štěpka

- vzniká z odkorněného dřeva, např. na pilách
- používá se především pro výrobu dřevotřískových desek
- vyšší cena, pro energetické účely se nepoužívá



4.4.2.3 Piliny a hobliny

- odpad při zpracování řeziva (na rozdíl od štěrky jsou piliny a hobliny zpravidla suché)
- pro spalování se používají podobné typy kotlů jako pro spalování štěrky
- nejčastěji se používají k výrobě pelet či briket



Piliny a hobliny



4.4.2.4 Brikety

- vznikají vysokotlakým lisováním bez pojiv do tvaru válečků, hranolů, šestistěnů o průměru cca 40 až 100 mm a délce do 300 mm.

a) Dřevěné brikety

- vyrábí se z kvalitního odpadního dřeva (piliny, hobliny, kůra)
- vysoká výhřevnost min. 16,5 MJ/kg, podle typu dřeviny
- **výhoda** – vysoká hustota a malý obsah vody
- **nevýhoda** – cena, která je vyšší než u kusového dřeva
- mohou nahradit v krbech či kamnech kusové dřevo
- spalují se v kotlích s ručním přikládáním.



Bukové brikety

b) Agrobrikety

- jsou vyrobeny z bylin (stébelniny, sláma z řepky, výlisky z olejnin)
- nevýhodou je vysoký obsah popela po shoření
- výhřevnost od 12 do 19 MJ/kg
- spalují se v kotlích s ručním přikládáním



Brikety ze slámy

4.4.2.5 Pelety

a) Dřevěné pelety

- pocházejí z čistého odpadního dřeva – piliny, hoblovačky
- lisují se za vysokého tlaku bez pojiv, průměr granulí 6 až 8 mm, délka do 50 mm
- vysoká výhřevnost, min. 16,5 MJ/kg.
- spalují se v automatických kotlích



Pelety



b) Agropelety

- pelety otrubové – vyrábí se z otrub, což je vedlejší mlýnský produkt
- pelety z řepkové slámy – vyrábí se ze slámy řepky olejky
- pelety z obilné slámy – vyrábí se z celých zbytků rostlin obilí po sklizni
- pelety slunečnicové – vyrábí se ze slupek semen slunečnic
- pelety ze sena, rašeliny atd.

4.4.2.6 Slámové balíky

- slisované balíky hranaté nebo kulaté
- vysoký obsah těžké složky (80 %)
- vysoký obsah popelovin po shoření
- spalují se ve speciálních kotlích na slámu



Balíky slámy (hrnaté)

4.4.2.7 Bionafta

- vyrábí se především centrálně ve velkých výrobnách
- v současné době je používána nejen jako palivo pro vznětové motory, ale i jako palivo pro výrobu tepla
- více viz kap. 8.2

4.4.2.8 Bioetanol (biolíh)

- má vysokou výhřevnost a je možné ho spalovat v plynových turbínách či kotlích
- využívá se jako topivo v biokrbch, nebo motorové palivo
- výroba je podporována státem (dotace, daňové úlevy).
- více viz kap. 8.2

4.5.2.9 Bioplyn

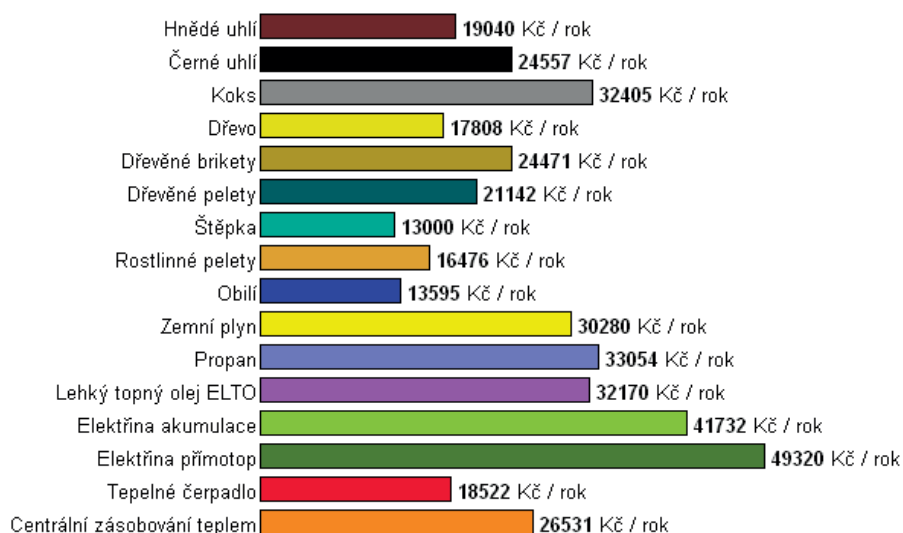
- u nás nejrozšířenější biopalivo
- více viz kapitola 7.1

4.4.2.10 Vodní řasy

- variabilní využití – palivo, surovina na výrobu vodíku, metanu či biopalivo
- průmyslová výroba vodíku je zatím velmi obtížná, do budoucna perspektivní
- výborný energetický potenciál, podobně jako u vodíku, hlavní využití v budoucnosti

Srovnání cen paliv pro vytápění

**Graf - modelová situace – rodinný dům cca 90 m² obytné plochy
(spotřeba tepla 65 GJ/18,1 MWh)**

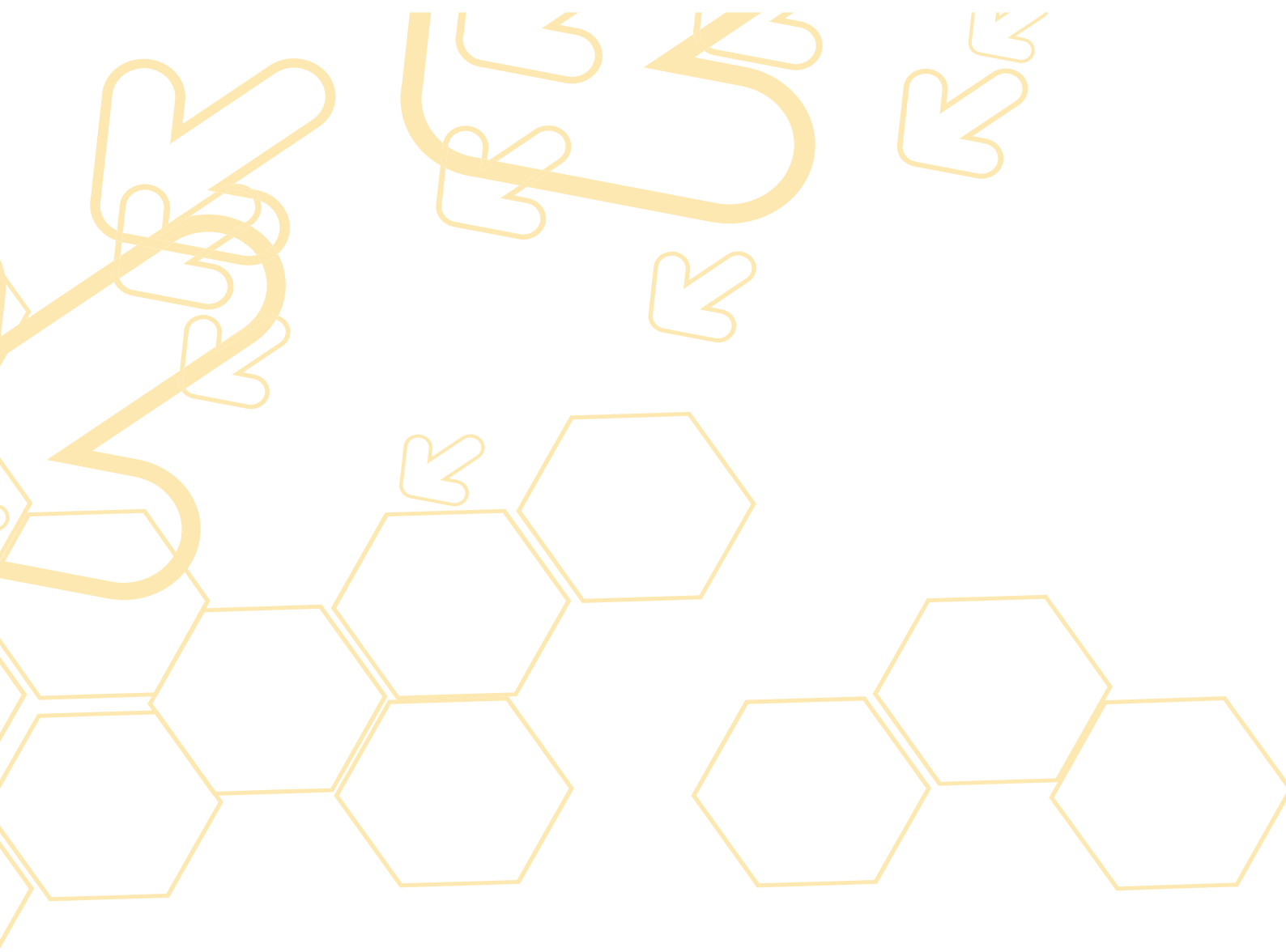


Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/>

Poznámka: Ceny plynu a el. energie od 1. 1. 2011.

Kontrolní otázky:

- 1) Jaký je rozdíl mezi dendromasou a fytomasou?
- 2) Znáte legislativu, která stanoví druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny?
- 3) Jak členíme energetické rostliny podle vegetační doby? Uveďte příklady.
- 4) Jaké jsou výhody a jaká případná rizika při pěstování konopí setého?
- 5) Zhodnoťte, jaký je význam a perspektiva vodních řas v ČR.
- 6) Co je to zbytková biomasa a jaké je její využití?
- 7) Jak členíme dendromasu?
- 8) Co je to štěpka? Jaké druhy znáte? Z čeho se jednotlivé druhy vyrábí?
- 9) Co jsou to dřevěné brikety? Z jaké biomasy jsou vyráběny?
- 10) Co jsou to pelety? Co je hlavní surovinou pro jejich výrobu?
- 11) Vyhledejte a zhodnoťte vývoj využívání biomasy pro energetické účely.
- 12) Jaký druh paliva byste doporučil/a na vytápění rodinného domu a proč?



5. Zpracování biomasy pro energetické využití a její distribuce

5.1 Stroje a zařízení pro pěstování, sklizeň, úpravy a dopravu biomasy

5.1.1 Stroje pro pěstování

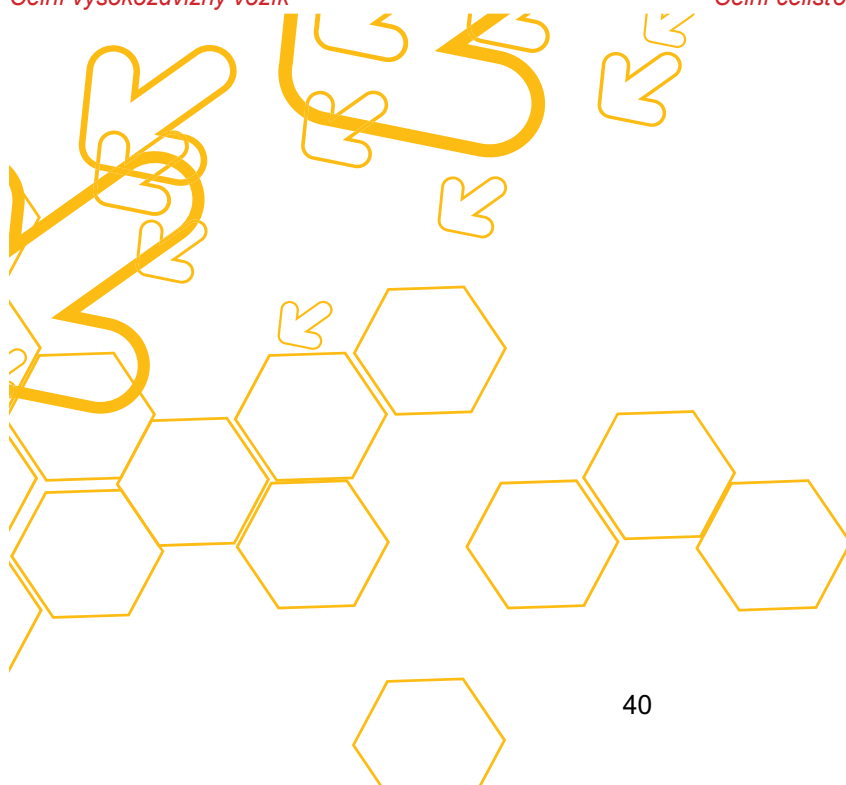
- Pluhy pro orání, mulčovače, diskové brány a kultivátory (provzdušňování, homogenizace a čechrání půdy), postřikovače herbicidů pro hubení plevelů, rozmetače hnojiva.
- Secí, sázecí stroje - speciální, popřípadě obvyklé lesnické.
- Tažné a výkonové stroje – zemědělské a lesní traktory



Čelní vysokozdvížný vozík



Čelní čelistový nakladač



5.1.2 Stroje pro sklizeň

Sklizeň rychle rostoucích dřevin (topolů, vrb) a dřevnatých rostlin (šřovík, šípátka) pojízdnými stroji:

- Specializované stroje – používají se u velkých ploch s krátkodobým obmýtím (průměr kmene do 15cm) např. řezačka Krone, u ploch se střednědobým obmýtím např. harvestorem se speciální hlavicí (kácí, krátí, štěpkuje, odvětjuje).
- Upravené zemědělské stroje u středních ploch – „kombajny“ (sklízeče kukuřice se zesíleným žacím a sekacím ústrojím, např. Claas) a specializované stroje vyrobené jako kombinace odřezávacího ústrojí se štěpkovačem, nesené na univerzálním traktoru vpředu nebo vzadu. Ve většině případů jsou stroje vybaveny fukarem, kterým se štěpka přemisťuje na souběžně pojíždějící vlek za traktorem.
- Motorové kosačky „křovinořezy“ (pro malé průměry) - u malých ploch nebo ruční motorové pily také u menších plantážích s dlouhodobým obmýtím.

Sklizeň ostatních energetických rostlin zajišťují klasické sklízeče obilnin a kukuřice.



Balíkování obilné slámy do hranatých balíků



Řezačka se štěpkováním a traktor s korbou

5.1.3 Stroje pro úpravu vlastností

5.1.3.1 Úprava velikosti

Provádí se pro sjednocení rozměrů k plynulé přepravě, manipulaci a spotřebě fytomasy.

- Štěpkovače – stacionární nebo mobilní stroje, které rozsekávají kusové dřevo na štěpku
- Drtiče – stroje drtící kusové dřevo pomocí válců s menšími noži a protinožem na částice
- Rozdružovače - rozdružují kulaté nebo hranaté balíky slámy, sena apod.
- Třídíče – pomocí soustavy vibrujících sít nebo odstředivé síly při rotaci třídí kusovou biomasu na určité velikostní frakce.

5.1.3.2 Úprava formy

Biomasu převádějí do tvarového stavu vhodného k manipulaci a prodejní distribuci.

- Balíkovače – lisy pěchující stonky rostlin do pravidelných kvádrů nebo válců různých rozměrů převázaných motouzem.
- Briketovací lisy – pomocí tlaku a tepla plastifikují dřevěné částice a pojí je do větších celků tzv. briket, majících rozličný tvar.
- Peletovací lisy – zařízení pro výrobu dřevěných nebo jiných fytopelet tlakem.



Rozdružovač na válcové balíky slámy



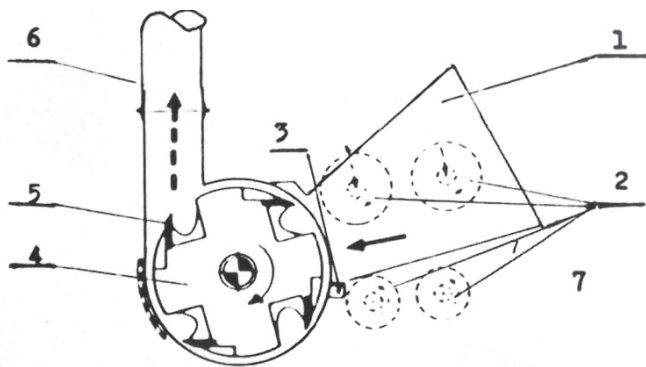
Rozdružovač na hranaté balíky slámy



Bubnový štěpkovač



Universální velkokapacitní drtič



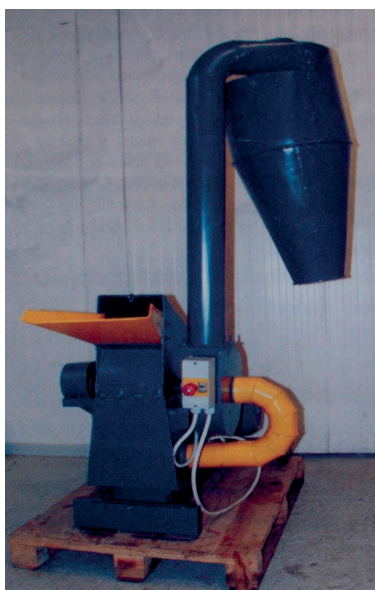
Schema bubnového štěpkovacího stroje

1- ochranný kryt vkládacího prostoru, 2- vtahovací válečky s hydraulickým pohonem a vratným pohybem, 3- protiostrží, 4- rotor štěpkovače, 5- nože rototru (jejich počet určuje délku štěpky), 6- natáčecí odhazová trubka štěpky, 7- směr pohybu vkládaného dřeva

Schéma bubnového štěpkovače



Lis na granulaci biomasy



Kladívkový drtič pevné biomasy

5.1.3.3 Úprava vlhkosti

Voda v biomase určené ke spalování nebo zplyňování snižuje výrazně její výhřevnost. Vlhkost paliva přináší i další negativa, např. zanášení zařízení dehty, zkrácení životnosti, vyšší podíl kouře. Dále pak může způsobit hnilobu, kvašení a samovznícení ve skládce paliva. Palivové dřevo se doporučuje spalovat cca při 25% vlhkosti a nižší.

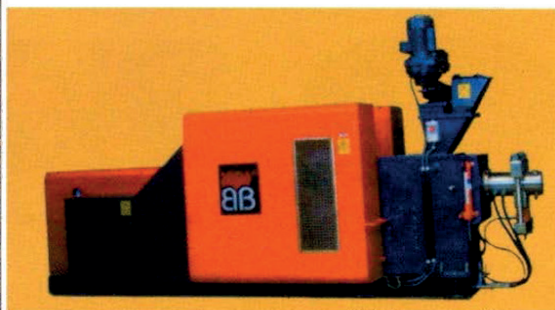
- Sušárny – šnekové, bubnové, indukční nebo konvektivní. Průchozí sušárny bývají součástí větších průmyslových kotlů, kde předsušují (případně i vlhčí – proti možnosti výbuchu) vstupní frakce palivové biomasy.
- Sklady – kryté nebo otevřené. Manipulaci s biomasou zajišťují nakladače a jeřáby.

5.1.4 Stroje pro dopravu

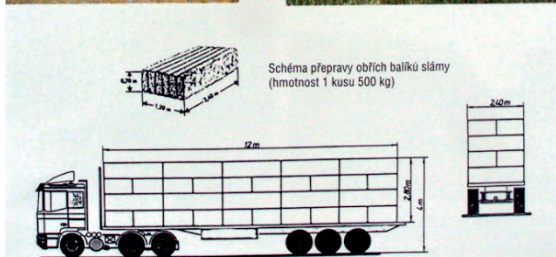
Dopravníky různých typů. Vzduchové (fukary), pásové, šnekové, válečkové. Převozní soupravy kontejnerové, vlečkové, korbové nebo vyvážecí. Čelní nakladače se lžící, s čelistí, s vidlicí.



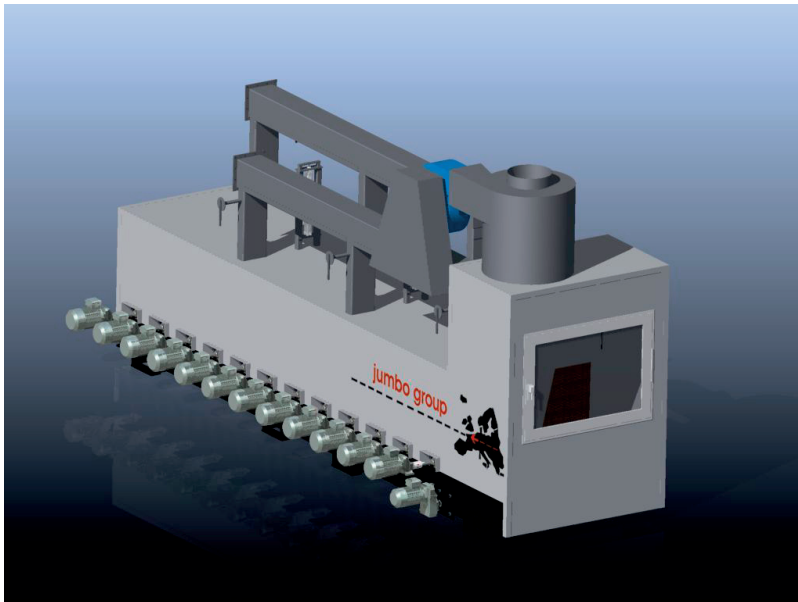
Výroba dřevěných briket



Briketovací lis



Přeprava balíků slámy



Sušárna biomasy - štěpků

Kontrolní otázky:

- 1) Vyjmenujte a popište funkci strojů na pěstování a sklizeň biomasy.
- 2) Vyjmenujte a popište funkci strojů na úpravu formy a velikosti sklizené biomasy.
- 3) Vysvětlete důvody vysoušení biomasy.

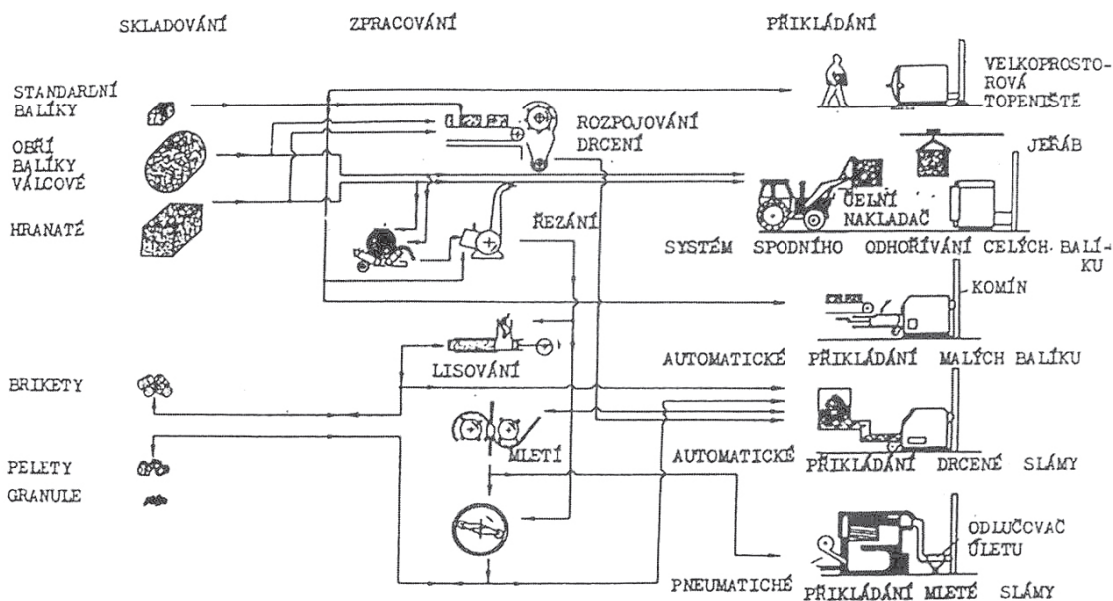
5.2 Ekonomické, ekologické a bezpečnostní aspekty využívání biomasy

5.2.1 Ekonomické aspekty

- Pěstování energetických plodin je jedna z cest racionálního využití půdy, která není konkurenčně uplatnitelná pro produkci potravin. Jedním z významných faktorů uplatnění biopaliv rostlinného původu je rentabilita jejich výroby a schopnost konkurovat ostatním srovnatelným palivům na trhu.

Náklady na produkci energetické biomasy lze rozdělit na:

- a) pěstování a sklizeň** (hnojiva, osivo, sadba, chemické přípravky, náklady na stroje, nájemné půdy, daně, odpisy a opravy staveb, úroky z úvěrů, výrobní a správní režie)
- b) zpracování produktu do formy** (řezanka, lisované balíky, brikety, pelety)
- c) dopravu a skladování** od výroby až k zákazníkovi (tato položka často dělá z výroby bioenergie výrobu neekonomickou a neekologickou).



Manipulace s pevnými druhy biopaliv před spalováním

5.2.2 Ekologické aspekty

Spalování a jiné energetické využívání biomasy nevede k navyšování skleníkových plynů, především CO_2 v atmosféře (jako je tomu u fosilních paliv), neboť pokud opět v přírodě naroste stejný podíl biomasy z uvolněného CO_2 , je okruh uzavřen a bilance plynu je tak nulová.

Nahrazení fosilních paliv fytopalivou je jeden z nejdůležitějších ekologických aspektů vedoucích k omezení růstu antropogenního skleníkového efektu.

S tímto nahrazením je spojeno dále:

- Snížení emisí oxidu siřičitého, který způsobuje škody na porostech, vyvolává kyselost půdy a poškozuje kovové konstrukce a stavby.
- Snížení prašných emisí, oxidů dusíku, těžkých kovů (kontaminují zemědělskou půdu, rostliny a potravinový řetězec).
- Odstranění problému fosilních popelných odpadů, protože rostlinný popel představuje vlastně draselno - fosforečné hnojivo.
- Omezení těžby uhlí představuje minimalizaci emisí dalšího skleníkového plynu metanu, jehož únik doprovází těžbu fosilních paliv.
- Zelený pokryv polí významně působí na filtraci vzduchu a půda s vegetací kladně ovlivňuje množství a kvalitu podzemní vody.
- Využití biologicky rozložitelných odpadů a výroba bioplynu z vytríděného komunálního odpadu navozuje i separace a recyklace dalších surovin (papíru, skla, plastů, kovů ...).

Související příznivé přínosy:

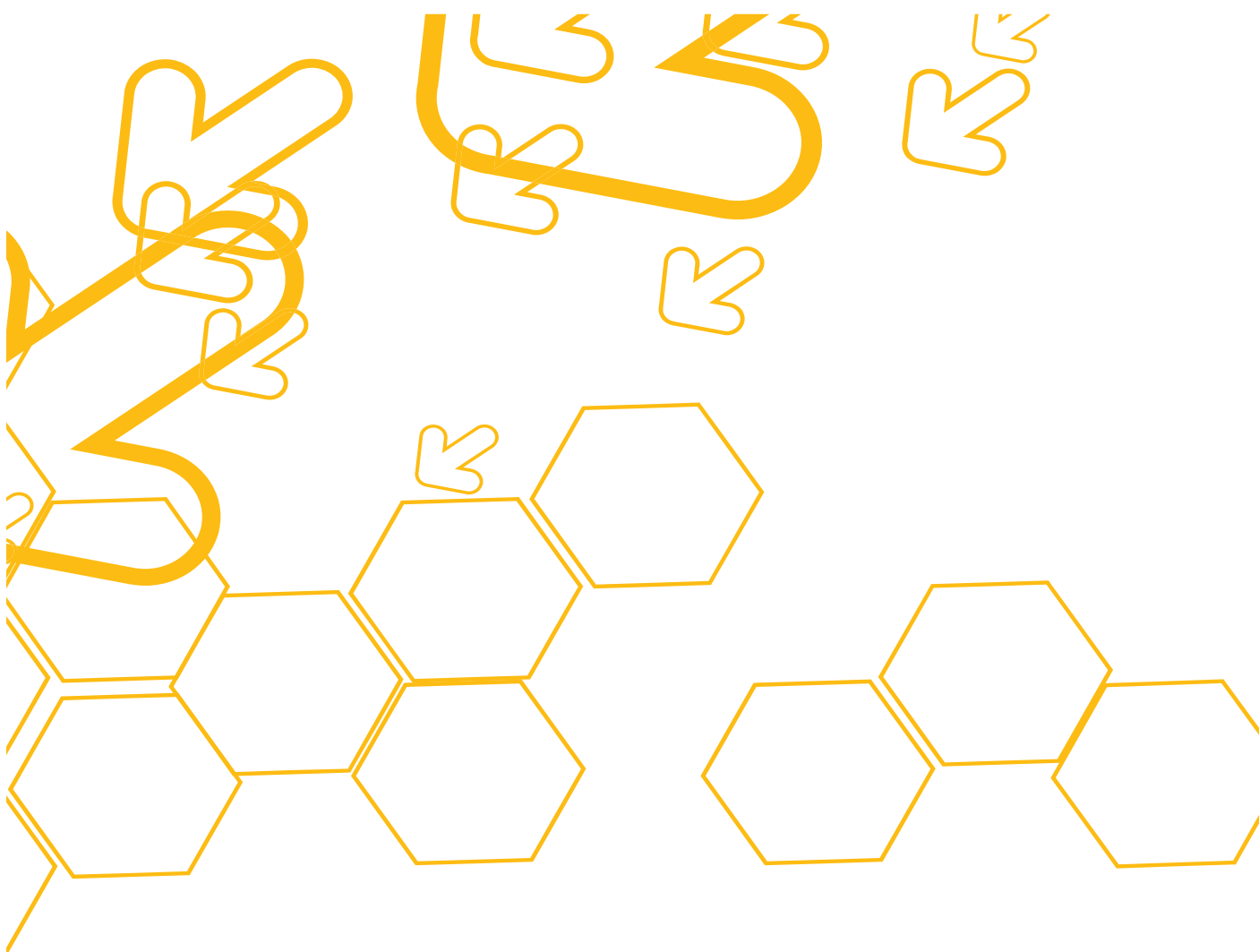
Snížení zaplevelenosti zemědělské půdy, vytvoření nových pracovních příležitostí v zemědělství i v průmyslu, zvýšení ekonomické stability zemědělských podniků, posílení mezinárodní prestiže státu zvýšením soběstačnosti v energetických zdrojích.

5.2.3 Bezpečnostní aspekty

- Zdokonalení technologie zušlechťování biomasy, výroba biopaliv a jejich využití v souladu s potřebami ochrany životního prostředí a výživy lidstva.
- Zavedení širšího využití kogeneračních jednotek zajišťujících místní dodávku tepla spolu s krytím zvýšené poptávky po elektřině.
- Zdokonalení technologie obnovitelných energetických zdrojů s ohledem na požární a hlukovou bezpečnost, ochranu povrchových i spodních vod.
- Zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti dodávek energie z OZE.

Kontrolní otázky:

- 1) Uveďte aspekty ovlivňující cenu energetické biomasy.
- 2) Uveďte příznivé ekologické aspekty využívání a pěstování energetické biomasy.
- 3) Uveďte pozitiva a nebezpečí spojená s decentralizovanou výrobou energie.



6. Energetické využití biomasy

6.1 Výroba tepla

- Spalování - chemický proces rychlé oxidace, kterým se uvolňuje energie chemicky vázaná ve spalovaném palivu a mění se na energii tepelnou a světelnou.
- Tepelnou energii lze následně využít pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie.
- Spalování většinou vyžaduje předběžnou úpravu biomasy (kap. 5.1.3).
- Způsoby spalování biomasy:
 1. **spalování na roštu** - rozšířenější,
 2. **spalování na fluidní vrstvě** – má významné výhody a její technický vývoj stále postupuje.

6.1.1 Rozdělení provozů podle tepelného výkonu

6.1.1.1 Malé a střední lokální zařízení a výtopny

- Výkon kotlů se pohybuje v rozsahu od desítek kW do několika MW.
- V mnoha zemích (např. Dánsko) jsou takové kotle instalovány ve výtopnách menších soustav centralizovaného zásobování teplem (CZT) s tepelným výkonem 1 MW až 10 MW využívajících dřevní štěpku, slámu, peletovanou a briketovanou dřevní surovinu. V ČR je celá řada CZT, jejich nevýhodou je nutnost existence velkého skladovacího prostoru a zařízení na úpravu paliva (drcení, lisování, sušení).

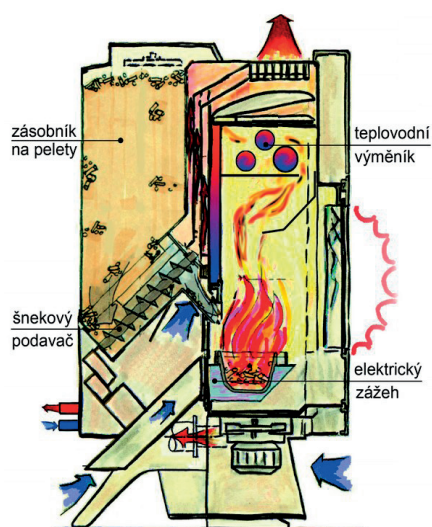


Schéma kamen na pelety



Pohled na kamna na pelety

6.1.1.1.1 Specifika kotlů na biomasu

Biomasa se po zahřátí v topeništi mění až z 85 % ve spalné plyny, které vyžadují pro kvalitní spálení specifický systém hoření.

Do hořícího paliva musí být zaveden primární vzduch, do hořících plynů horký sekundární vzduch a u větších topenišť i terciární vzduch.

Hořící plameny musí dohořet bez ochlazování v keramické dohořivací komoře a po úplném vyhoření spalných plynů předávají teplo teplosměrnému médiu (voda, pára, vzduch, olej apod.).

Základní části kotle na dřevo:

1. Kontejner nebo zásobník na palivo
2. Dřevoplyňující topeniště
3. Spalovací komora k vyhořívání dřevných plynů
4. Tepelný výměník, v němž se odebrává tepelná energie z horkých spalin
5. Popelník, čistící klapky a regulace všeho druhu



Pohled do podávací části kotle na pelety

6.1.1.1.2 Typy kotlů a kamen

Zařízení lze rozdělit podle výkonu, druhu roštu, druhu ohřívání média a přítomnosti akumulční nádrže. Zásadní je především výkon v MW.

- Mezi nízko až středně výkonné zařízení pro vytápění rodinného domu, u kterého je potřeba tepla na vytápění alespoň 15 MWh za rok patří: lokální kamna a topné krby, sporák na dřevo s kachlovými kamny, akumulční kamna, teplovzdušná kamna.
- Mezi velkokapacitní zařízení s velkým výkonem, které slouží k vytápění a výrobě teplé užitkové vody pro mnoho lidí, objektů, nebo i k výrobě elektrické energie patří: Kotel na dřevěné pelety s posuvem paliva do topeniště, kotle na štěpky s fluidačním topeništěm, elektrárnský kotel na štěpky s parním motorem nebo turbínou.



Kotel na pelety

6.1.1.2 Teplárny a elektrárny s parními turbínami

Viz kapitola 6.2.2.1 Teplárny a elektrárny s parními turbínami

6.1.1.3 CZT a elektrárny většího výkonu

Viz kapitola 6.2.2.2 CZT a elektrárny většího výkonu



Pohled na kamna na dřevo



Kotel spalující slámu



Dánská kotelna na dřevní štěpku

Schéma dánské výtopny 3 MGW - palivem je sláma

- | | |
|---|--|
| 1 automatický drapákový jeřáb k manipulaci s balíky | 7 filtry ochlazených spalin |
| 2 sklad balíků | 8 kontejner na popel |
| 3 podávací zařízení na balíky | 9 redler s vodní lázní na dopravu popele |
| 4 rozpojovací a dávkovací zařízení slámy | 10 odtahový ventilátor |
| 5 kotel na spalování slámy | 11 komín |
| 6 ventilátory primárního a sekundárního vzduchu | |

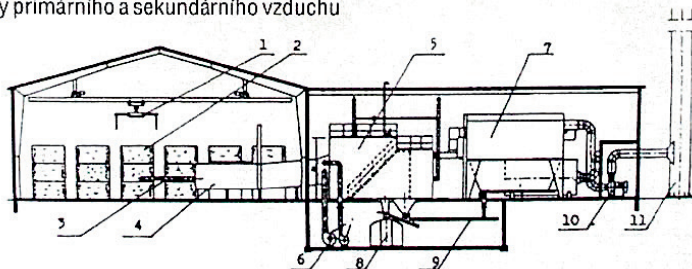


Schéma výtopny spalující slámu

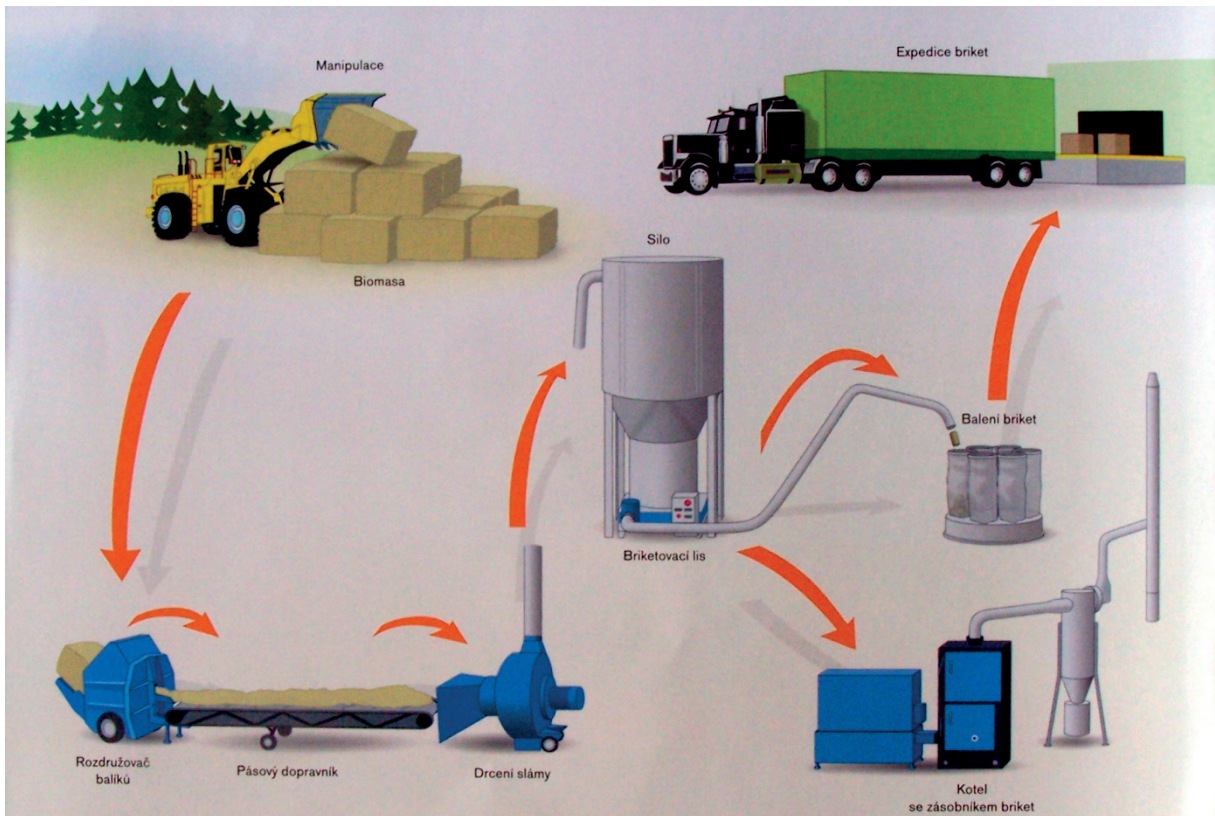


Schéma technologie výroby tepla ze slámy

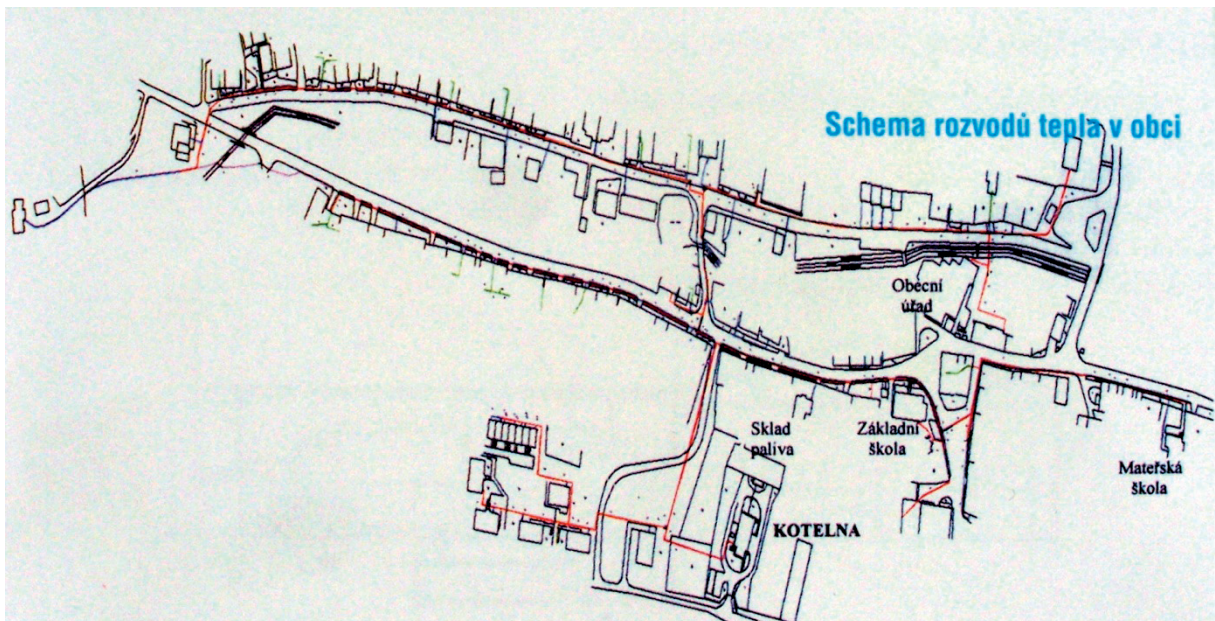
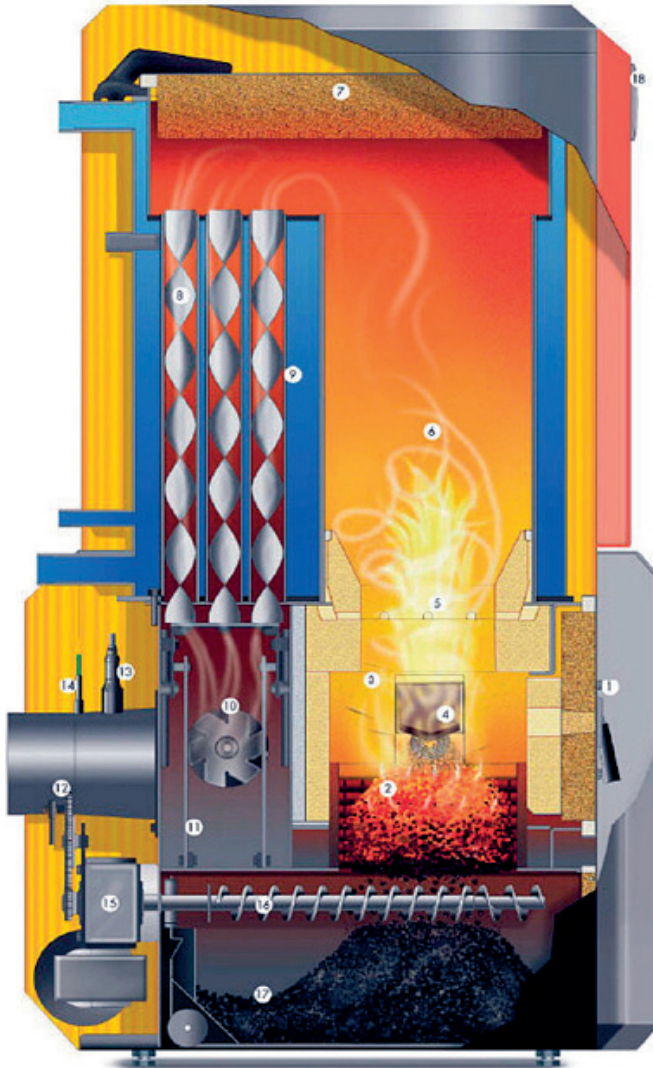


Schéma rozvodů tepla v obci

Automatický kotel na dřevní štěpku

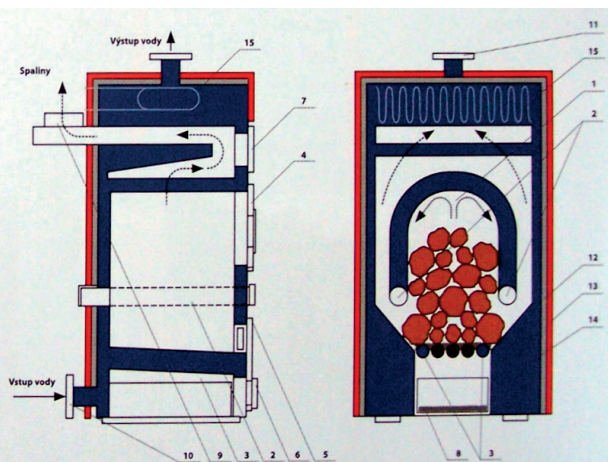


Legenda

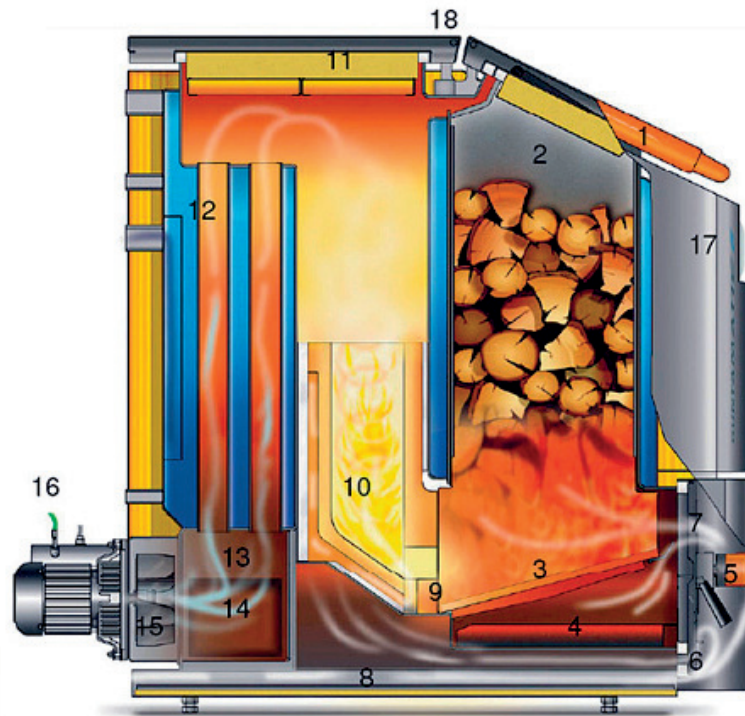
1. Dvířka do ohniště
2. Stupňový rošt - Primární vzduch
3. Spalovací komora
4. Ukazatel naplnění
5. Vířivá tryska - Sekundární vzduch
6. Reakční trubka
7. Čistící víko
8. Vířulátory/vířidla
9. Trubkový výměník tepla
10. Odtahový ventilátor
11. Čištění výměníku tepla
12. Kouřovod
13. Sonda lambda
14. Kouřové čidlo
15. Pohon čištění resp. roštu
16. Popelníkový šnekový dopravník
17. Pojízdný popelník
18. Regule pomocí menu

Automatický kotel na dřevní štěpku

1. spalovací komora
2. přívod sekundárního vzduchu
3. vodou chlazený rošt
4. příkladací dvířka
5. čistící dvířka
6. dvířka pro přívod a regulaci primárního vzduchu
7. dvířka pro čištění kotle
8. popelník
9. vývod spalin do komína
10. přívod vratné vody do kotle
11. vývod topné vody z kotle
12. tepelná izolace kotle
13. oplechování kotle
14. modrá barva označuje vodu v kotli
15. dochlazovací smyčka



Zplynovací kotel na kusové dřevo – boční plnění



Zplynovací kotel na kusové dřevo a brikety

Legenda

1. Víko plnicího prostoru nahoře s odsávacím kanálem
2. Plnicí prostor s ochrannou vrstvou
3. Horký litinový rošt
4. Popelník
5. Motor primárního a sekundárního vzduchu
6. Sekundární vzduch
7. Primární vzduch
8. Spodní předehřívání vzduchu
9. Tryska sekundárního vzduchu
10. Vysokoteplotní spalovací komora
11. Čistící víko
12. Trubkový výměník tepla
13. Zóna odlučování prachu
14. Čistící otvor
15. Odtahový ventilátor
16. Kouřové čidlo
17. Mikroprocesorová regulace pomocí menu
18. Transportní šroubení

Zplyňovací kotel na kusové dřevo a brikety – horní plnění

Kontrolní otázky:

- 1) Popište specifika kotle na biomasu a uveďte jeho základní části.
- 2) Vymenujte základní chemické technologie a jejich produkty včetně energetického využití.
- 3) Vysvětlete pojmy výhřevnost a parní turbína.
- 4) Seřadte zařízení spalující dřevo vzestupně, podle jejich běžného otopného výkonu:
kotel na dřevo s akumulací, krb, teplovzdušná kamna
- 5) Uveďte dva základní způsoby spalování biomasy v kotlích.

6.2 Výroba elektřiny

6.2.1 Rozdělení provozů podle tepelného výkonu

6.2.1.1 Teplárny a elektrárny s parními turbínami

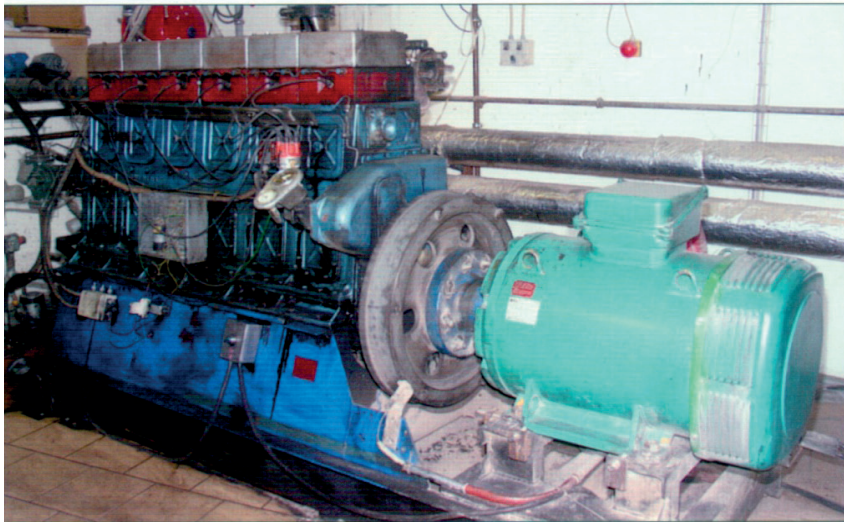
- Jejich výkony nepřesáhnou 10 MW a jsou značně rozšířeny v severoevropských zemích.
- Systém přípravy a uskladnění paliva je shodný s řešením v případě výtopy. Kotle mají specifické provedení topeniště v závislosti na druhu biopaliva.

6.2.1.2 Centrální zdroje tepla (CZT) a elektrárny většího výkonu

- Tepelné výkony nad 10 MW.
- Biomasa může být takto využita dvěma způsoby:
 - a) spalováním biomasy v parních kotlích s připojenou parní turbínou v teplárenském zapojení
 - b) kombinovaným spalováním biomasy a fosilního paliva



Technologie výroby elektřiny z rychle rostoucích dřevin



Motorgenerátor elektřiny na dřevoplyn

6.2.2 Kogenerace

- Kogenerace je výroba elektrické energie za využití zbytkového tepla, vznikajícího při spalování jakéhokoliv paliva. Umožňuje zvýšení účinnosti využití energie paliv.
- Význam kogenerace:
 - a) vysoká energetická účinnost využití biopaliv,
 - b) snižování emisí skleníkových plynů, zejména CO₂,
 - c) spotřeba elektrické energie v místě její výroby, čímž odpadají náklady na její transport.
- Nespotřebované přebytky elektřiny lze na základě smlouvy uzavřené s příslušným distributorem elektřiny odprodávat do elektrické sítě.

Kogenerace energií

Velké kotelny vyrábějí vedle tepla i elektřinu tzv. **kogenerací**.



Schéma využití dřevní hmoty pro teplo a elektřinu



Kogenerační jednotka velkých výkonů – celkový pohled

6.2.2.1 Obecný princip kogenerace

- V kogenerační jednotce elektřina vzniká stejným způsobem jako ve všech ostatních elektrárnách, tedy roztočením elektrického generátoru, což probíhá se srovnatelnou účinností (cca 35 %). Teplo, které se k roztočení elektrického generátoru v pístovém spalovacím motoru uvolní, je prostřednictvím chlazení spalovacího motoru a výfukových plynů efektivně využito, což účinnost kogenerační výroby elektrické energie zvyšuje právě o hodnotu využitého tepla, až přes 90%.
- Toto odpadní teplo je výhodně využíváno například k ohřevu teplé vody a k vytápění budov.
- Kogenerační jednotky mohou plnit funkci náhradního zdroje elektrické energie.



Mikrokogenerační jednotka na dřevní pelety



Pohled do kogenerační jednotky fi. TEDOM

6.2.2.2 Rozdělení dle instalovaného výkonu

Kogenerace představuje kombinovaný zdroj, bez ohledu na instalovaný výkon.

a) Mikro-kogenerace - do 50 kWe

Její výkon je dimenzován pro rodinné a dvougenerační domy spalující zemní plyn.

b) Malá a střední kogenerace - do 2 GWe

Spalování zemního plynu nebo bioplynu (případně dřevoplynu). Její výkon je dimenzován pro obytné oblasti a živnostenské provozy. Kogenerační jednotka se provozuje paralelně s kotlem. Oba zdroje tepla jsou připojeny k topnému systému na ohřev topné a pitné vody.

c) Velká kogenerace – nad 2 GWe

Jedná se o velké kogenerační jednotky, které energeticky zálohují např. větší města.

Kontrolní otázky:

1. Uveďte principy výroby elektřiny z biomasy.
2. Zhodnoťte význam energie z biomasy vzhledem k ostatním OZE.
3. Vysvětlete principy a význam kogenerace (společné výroby tepla a elektřiny).
4. Rozdělte kogenerační zařízení podle výkonu a posuďte u nich investiční náklady na jednotku vyráběné energie.

6.3 Dřevoplyn

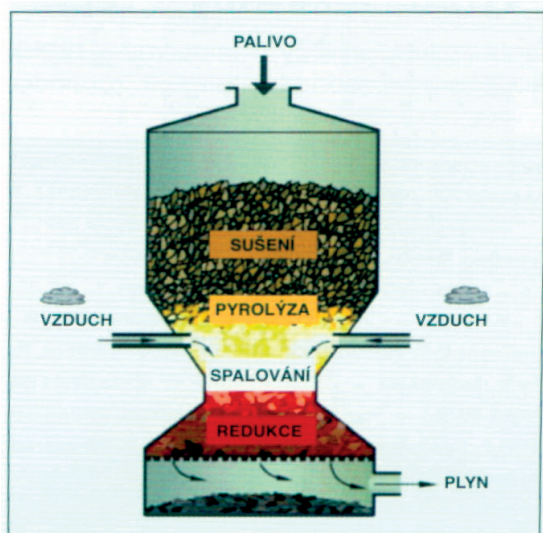
6.3.1 Definice a použití

Dřevoplyn je produkt anaerobního zplyňování biomasy při době setrvání částic v desítkách sekund. Jde o proces, při kterém uhlík v molekulách reaguje za vysoké teploty (>500 °C, obvykle 800°C až 900°C) s párou nebo kyslíkem, čímž vzniká směs oxidu uhelnatého (CO), vodíku (H₂), metanu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂).

V některých generátorech vzniká také větší množství dehtových látek, které obsahují rakovinotvorné polycyklické aromatické uhlovodíky (fenoly) a tuhé částice. Výhřevnost plynu se pohybuje v rozmezí 4 až 6 MJ/m³.

Současnost použití: Dřevoplyn lze použít na vytápění, nebo k výrobě elektřiny. Oproti technologii ze 40. let jsou dnešní generátory vybaveny elektronickými kontrolními systémy, takže nepotřebují stálý dohled.

Pro použití ve spalovacích motorech, Stirlingově motoru, spalovací turbíně, nebo v palivových člancích je nutné vyčištění dřevoplynu. Na druhé straně dehtové látky zvyšují výhřevnost plynu při jeho přímém spalování.



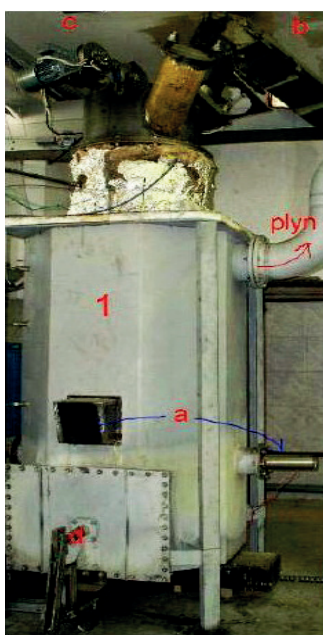
Reakce probíhající v plynovém generátoru typu Imbert

6.3.2 Způsob výroby dřevoplynu

Ve vyvíječi plynu dřevo hoří shora dolů, vzniklý plyn prostupuje přes žhavou vrstvu dřevěného uhlí, čímž se nehořlavý oxid uhličitý redukuje na jedovatý a hořlavý oxid uhelnatý, který je základní složkou dřevoplynu.

Dále se v této části generátoru rozkládá vodní pára na vodík a také se zde rozkládá dehet, který je obsažen v plynu v důsledku nedokonalého spalování.

Dřevěné uhlí k redukcí vzniká v generátoru samovolně. Plyn se následně filtruje od prachu, intenzivně se chladí v trubkovém nebo vodním chladiči, aby se z něj vysrážela voda a ocet.



*1 - zplyňovací generátor, 2 - hrubý odlučovač prachových částic (horký cyklon)
3 - první chladič plynu, 4 - vodní pračka plynu, 5 - druhý chladič plynu,
6 - odlučovač kapek, 7 - jemný filtr na odstraňování prachových částic z prací vody*

*a - přívodní trysky na vzduch, b - pásový palivový dopravník,
c - zařízení pro kontrolu hladiny paliva v generátoru,
d - zařízení pro automatické roštování*

Zařízení k výrobě dřevoplynu (kogenerační jednotka DSK)

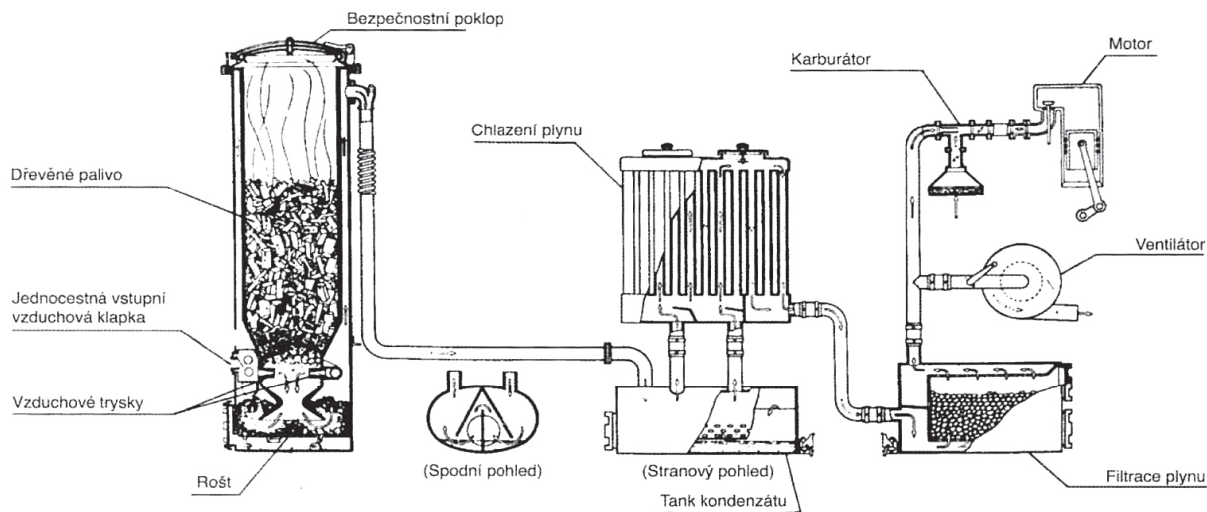
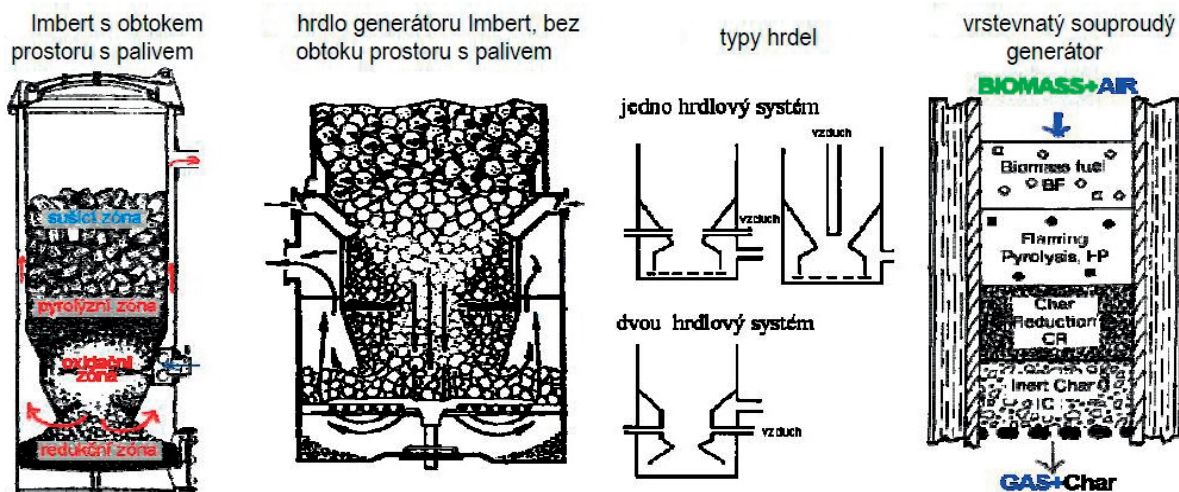


Schéma zplyňovače Imbert používaného během II. světové války



Souprůdné dřevozplyňující generátory a jejich modifikace

Kontrolní otázky:

1. Vysvětlíte klasickou technologii výroby dřevoplynu
2. Uveďte příklady použití vyrobeného dřevoplynu.

7. Biotechnologické využití

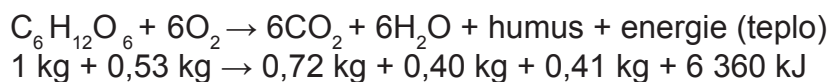
7.1 Bioplyn

- Bioplyn je plynná směs, která vzniká rozkladem organické hmoty (biomasy), činností bakterií bez přístupu kyslíku.
- Tento proces se nazývá anaerobní fermentace, ale má i řadu dalších označení (metanová fermentace, metanové kvašení, biometanizace ...).
- V přírodě vznikají tímto způsobem zemní plyn, důlní plyn, kalový plyn, skládkový plyn, plyn v zažívacích traktech přežvýkavců a termitů, plyn na rýžových polích, v permafrostu ...
- Nejvýznamnější složkou surového bioplynu je metan (CH₄) - 55-75 % a oxid uhličitý (CO₂) - 15-50 %. Dále bývají přítomny minoritní plyny (amoniak, oxid uhelnatý, kyslík, oxid dusný, sulfan).
- Metan je vydatným, dále využitelným zdrojem energie. Je to současně jeden z hlavních skleníkových plynů, které přispívají ke klimatickým změnám.

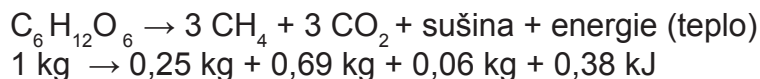
7.1.1 Princip tvorby bioplynu

Při rozkladu organických látek dochází ke vzniku látek jednodušších a k uvolnění energie.

1. rozklad za přítomnosti kyslíku - **aerobní reakce** (např. kompostování)



2. rozklad bez přítomnosti kyslíku - **anaerobní reakce** (fermentace)



Při první reakci vzniká podstatně větší množství zbytkového substrátu a uvolňuje se větší množství energie (teplo), než při reakci druhé. Při anaerobní reakci ale vzniká metan, který je dále využitelný jako energetický zdroj.

Při výrobě bioplynu v bioplynových stanicích probíhají postupně tyto reakce:

Hydrolýza

probíhá za přítomnosti kyslíku na vlhké organické hmotě. Vlivem enzymů dochází k rozkladu polymerů (polysacharidy, proteiny, lipidy, atd.) na monomery.

Acidogeneze

činností anaerobních organismů dochází na zpracovávaném materiálu definitivně k vytvoření anaerobního prostředí. Vznikají kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a vodík.

Acetogeneze

vyšší organické kyseliny jsou specializovanými kmeny bakterií přeměněny na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou (CH_3COOH).

Metanogeneze

metanogenní bakterie rozkládají především kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého.

Podle typu zúčastněných bakterií vyžaduje tato fáze různou teplotu. Nejčastější je provozní teplota kolem 40 °C. Podle charakteru vstupního substrátu a použité technologie lze rozlišit tzv. suchou a mokrou fermentaci.

Obecně rozšířenější je mokrá fermentace, která zpracovává převážně tekutější biomasu, popř. se vstupující substrát ředí. Využívá se především v zemědělství. Suchá fermentace zpracovává biomasu s vyšším obsahem organických látek a sušiny (nad 30 %) a s menší přítomností vody.

Používá se např. při zpracování domovních a komunálních odpadů. Její výhodou je snadnější obsluha, jednodušší zařízení (bez míchadel), úspora elektrické energie. Nevýhodou suché fermentace jsou vyšší náklady.

Proces fermentace je založen na činnosti mikroorganismů a lze ho částečně ovlivnit vytvořením vhodných podmínek pro jejich růst a činnost. Jedná se o faktory fyzikální, chemické, biologické (provozní teplota, pH, tlak, přítomnost živin, biogenních prvků atd.).

Proto se při řízené fermentaci přidávají do fermentované hmoty minerální látky, enzymy, popř. vitamíny, které fermentaci urychlují.

7.1.2 Zdroje na výrobu bioplynu

Teoreticky se dá použít jakákoli biomasa kromě dřeva, ale v praxi se používá především biomasa odpadní.

- Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (kukuřičná a obilná sláma, řepková sláma, zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic).
- Odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů hospodářských zvířat - kejda, zbytky krmiv, odpady z jatek). Jateční odpad představuje zhruba 30–50 % porážkové hmotnosti zvířete. Dále je využitelný k výrobě krmiv pro zvířata, kosmetiky, léčiv, získávání tuků. Vysoká koncentrace bílkovin (následně amoniaku) může zpomalit fermentační proces při výrobě bioplynu. Proto je žádoucí odpad ve fermentoru kombinovat s nízkoproteinovými substráty. Při předchozí úpravě lze získat až 220 m³ metanu z jedné tuny jatečního odpadu.

- Komunální organické odpady z venkovských sídel (kaly z odpadních vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů, odpadní organické zbytky z údržby zeleně).
- Organické odpady z potravinářských a průmyslových výroby (mlékárny, moštárny, cukrovary, lihovary, konzervárny).

Otázky a úkoly:

- 1) Kde v přírodě vzniká bioplyn?
- 2) Napište vzorce aerobního a anaerobního rozkladu organických látek a popište rozdíl.
- 3) Uveďte hlavní složky bioplynu.
- 4) Vyjmenujte a stručně popište fáze při výrobě bioplynu.
- 5) Uveďte zdroje k výrobě bioplynu.
- 6) Jaký je rozdíl mezi suchou a mokrou fermentací?

7.1.3 Technologie výroby bioplynu

Výroba bioplynu probíhá v bioplynových stanicích, které se mohou od sebe odlišovat v závislosti na stupni dokonalosti vybavení, kapacitě, charakteru zpracovávaného substrátu, popřípadě výsledného produktu.

Technologie na výrobu bioplynu lze podobně jako bioplynové stanice rozlišit především v souvislosti s charakterem zpracovávaného substrátu a charakterem výsledného produktu.

Bioplynové stanice používají technologie výroby lišící se v těchto parametrech:

1. Počet procesních stupňů
 - a) **jednostupňové** (jednotlivé fáze fermentace od sebe nejsou odděleny)
 - b) **dvoustupňové** (2 fáze fermentace)
 - c) **třístupňové** (3 fáze fermentace)
2. Teplota metanogenního procesu

Rozlišují se 3 teplotní pásma fermentace, dle zúčastněných bakterií:

 - a) činnost **psychrofilních** bakterií (15 – 20 °C)
 - b) činnost **mezofilních** bakterií (32 – 40 °C)
 - c) činnost **termofilních** bakterií (42 – 55 °C)
3. Dávkování substrátu určeného ke zpracování
 - a) **diskontinuální** (přerušované dávkování)

Doba pracovního cyklu (dávka) odpovídá zdržení zpracovávané suroviny ve fermentoru. Fermentor je naplněn a utěsněn, po zpracování suroviny je zbaven zbytkového substrátu a znovu naplněn. Výroba bioplynu není konstantní. Technologie se používá hlavně ke zpracování tuhých organických zbytků, takzvanou suchou fermentací.

- b) **semikontinuální** (poloplynulé dávkování)
Dávkování je častější, než zdržení suroviny ve fermentoru. Fermentor je stále doplňován, což umožňuje konstantní výrobu bioplynu. Doplnění fermentoru lze zautomatizovat.
- c) **kontinuální** (plynulé dávkování)
Plně zautomatizovaná linka na doplňování suroviny do fermentoru. Výroba bioplynu je konstantní, efektivní. Používá se ke zpracování tekutých odpadů.
4. Charakter použité suroviny (biomasy)
- a) **technologie na zpracování pevných látek**
Tyto technologie se používají na zpracování biomasy, ve které se nachází 18–30 % sušiny (optimální je 20–25 %). Vhodnou surovinou je chlévská mrva, sláma, rostlinné zbytky, zbytky jídel, pevný odpad z jatek a masokombinátů atd. Výhodou je snadná manipulace i údržba uskladněného materiálu, nevýhodou menší efektivita výroby bioplynu.
- b) **technologie na zpracování tekutých látek**
Zpracovávají se materiály s obsahem 0,5–3 % sušiny. Optimální obsah sušiny pro efektivní využití je 8–14 %. Vhodnou surovinou je močůvka, kejda, odpadní kaly, apod. Výhodou je vyšší efektivita výroby bioplynu, nevýhodou tvorba usazenin.
- c) **technologie kombinované**
Pro svoji univerzálnost jsou nejrozšířenější. Kvalita i kvantita vyrobeného bioplynu jsou závislé na technickém stavu vstupujícího substrátu.

7.1.3.1 Faktory ovlivňující konečný výsledek

1. **Vysoký obsah rozložitelných látek** (proteiny, tuky, sacharidy)
2. **Poměr uhlíkatých a dusíkatých látek** (optimum je 30:1)
 - Dusíkaté látky jsou obsaženy např. v exkrementech, uhlíkaté v rostlinách. Pro správný poměr obou komponent se vstupující suroviny často míchají.
3. **Hodnota pH vstupující suroviny**
 - Optimální je hodnota kolem neutrálního stavu (7–7,8). Zejména nízká hodnota pH proces výroby bioplynu zpomalí.
4. **Přítomnost anorganické složky** (kameny, písek ...)
 - Čím menší podíl anorganické složky, tím je efektivita vyšší.
5. **„Zdravotní stav“ vstupující suroviny**
 - Přítomnost hniloby, plísně, rzí či jiných mikroorganismů výslednou efektivitu snižují.
6. **Přítomnost látek tlumících mikrobiální rozvoj**
 - Zbytky antibiotik v živočišných tělech, popřípadě zbytky po chemickém ošetření rostlin také působí negativně.

7.1.3.2 Schéma zařízení na výrobu bioplynu

Bioplynové stanice jsou vybaveny různě a jejich vybavení odpovídá pořizovacímu období, finančním nákladům a zvolenému typu technologie.

V zásadě by ale bioplynová stanice měla obsahovat tato zařízení:

1. Zdroj organické hmoty

- Bioplynové stanice by se měly pořizovat v oblastech s produkcí, či zpracováním organické hmoty (zemědělská družstva, farmy, masokombináty, potravinářský, papírenský, kožedělný průmysl ...)

2. Skladovací nádrž

- Jímky a nádrže, ve kterých se biomasa uskládá. Musí být vybaveny filtrem proti zápachu, současně zde nesmí dojít k chemickému či fyzikálnímu poškození biomasy (např. teplotou).

3. Přípravná nádrž

- Dochází zde ke konečné úpravě substrátu před vstupem do fermentoru. Na třídící lince dojde k roztřídění. Pevné organické části substrátu se drtí (max. částice do velikosti 12 mm), čímž se zvětší jejich plocha pro působení bakterií a urychluje se rozklad.
- Dále zde dochází k ředění, či zahušťování substrátu, dle jeho charakteru. Ředění (máčení, macerování) se používá ke zvýšení „pumpovatelnosti“ substrátu a využívá se k němu např. kejda, odpadní voda, kapalný fugát aj.
- V přípravné nádrži probíhá i tzv. „hygienizace“ substrátu, což znamená její ošetření v oblasti činnosti mikroorganismů. Musí být prováděna citlivě, aby nebyla kontraproduktivní. Pro urychlení fáze ve fermentoru se substrát přehřívá, přidávají se do něho enzymy a minerální látky.

Reaktor (fermentor)

- Jedná se o nejdůležitější část linky, ve které dochází k tvorbě bioplynu.
- Může mít různý tvar (válec, koule, hranol, krychle ...). Z důvodu tvorby sedimentů by měl mít konické dno a míchadla pro jejich případné odstranění.
- Jeho osa může být orientována svisle, či horizontálně.
- Může být podzemní, polozapuštěný, či nadzemní.
- Materiál, ze kterého je zhotoven, by měl vykazovat odolnost proti korozi (beton, železobeton, plast, nerez ...).
- Musí být vodotěsný, plynotěsný a tepelně izolovaný.
- Musí obsahovat pojistku pro přetlak i podtlak, kontrolní průzory a revizní šachtu.
- Moderní reaktory jsou vybaveny i senzory na průběh fermentace

4. Bioplynová koncovka

- Zařízení na odvádění vyrobeného bioplynu do plynojemu. Bývá vybaveno dmychadly na zajištění konstantního odvodu bioplynu, kontrolními prvky a zařízením na čištění bioplynu.

5. Kalová koncovka

- Slouží k úpravě a čištění zbytků z reaktoru. Bývá vybavena čerpadly, separačními prvky, síty, lisy. Upravuje zbytkový substrát k dalšímu využití. Dochází zde k oddělení tekuté a tuhé složky.

Tekutá složka - **fugát** je dále využitelný k ředění, či „očkování“ nového substrátu (urychlí proces fermentace). Při nadbytku se tekutý fugát skladuje ve starých jímkách, či nově zbudovaných otevřených nádržích přiměřené kapacity. Jelikož se zde přítomná organická hmota dále rozkládá, je možné jej druhotně využít k výrobě bioplynu.

Tuhá složka - **digestát** (pokud není kontaminována), je vhodným hnojivem pro zúrodnění těžkých půd, nebo ho lze využít k výrobě pelet. Problémem spalování takto vyrobených pevných paliv je vysoká koncentrace Cl, K, S, Na, což vede k produkci nežádoucích karcinogenních a korozivních emisí.

6. Plynojem

- Nádrž na uskladnění vyrobeného bioplynu.
- Jeho vlastnosti jsou obdobné jako vlastnosti fermentačního reaktoru. Je odolný proti korozi, povětrnostním podmínkám, UV-záření, tepelně izolovaný, přiměřené kapacity.
- Plynojemy musí být odolné především proti tlaku. Vyrábějí se nízkotlaké, střednětlaké a vysokotlaké.
- Pro případ nadprodukce bioplynu musí být vybaveny „havarijním hořákem“, který umožní bezpečné spálení přebytečného bioplynu (protipožární opatření).
- Pro optimalizaci i bezpečnost výroby bioplynu je důležitý stálý monitoring pracovního procesu. V jeho průběhu se kontroluje množství a druh vstupního substrátu, provozní teplota, pH hodnoty, stav naplnění fermentoru, množství a kvalita vyrobeného bioplynu. Tento monitoring provádí obsluha bioplynové stanice za pomoci speciálních měřících zařízení a senzorů. Zjištěné skutečnosti vedou k zásahům do fermentačního procesu a jeho úpravám.

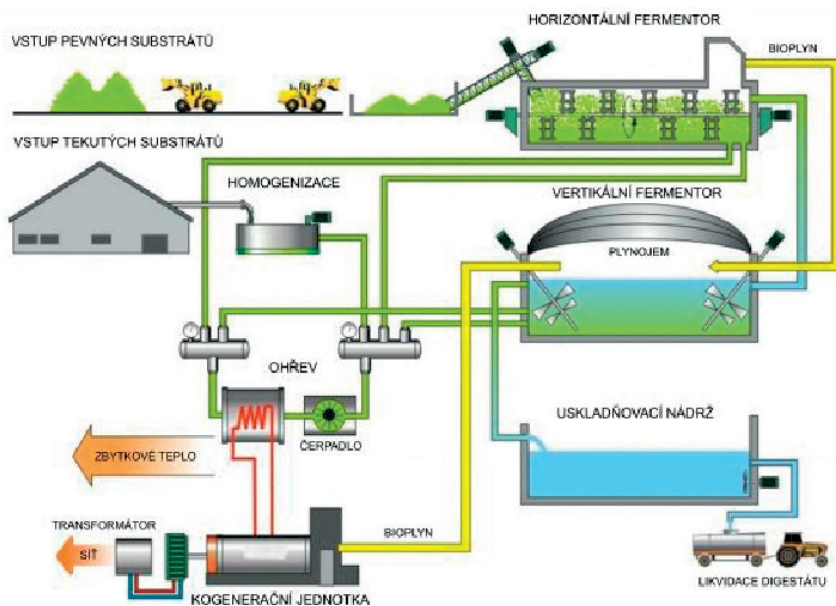


Schéma bioplynové stanice zdroj: <http://www.blacknbush.cz/cs/sluzby/energetika/bioplynove-stanice>

7.1.4 Využití bioplynu

V podstatě je možné všude tam, kde se používají jiná plynná paliva.

1. Přímé spalování

- Vaření, svícení, ohřev vody, sušení, chlazení, čerpání ... Při tomto způsobu využití je důležitá kvalita bioplynu, protože při nedokonalě vyčištěném bioplynu může dojít k poškození spotřebiče.

2. Výroba elektrické energie a tepla (kogenerace)

- Při tomto využití vzniká cca 30 % energie a 60 % tepla, 10 % připadá na ztráty. Výrobci uvádějí na trh různé typy kogeneračních jednotek.

3. Výroba elektrické energie, tepla a chladu (trigenerace)

- Jedná se o kombinovanou výrobu elektřiny, tepla a chladu. V praxi ji lze dosáhnout propojením kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. Tím je umožněno využít tepla i v létě v chladných dnech a využít k chlazení pro klimatizaci v letních teplých dnech. Trigenerace se zatím využívá jen okrajově.

4. Pohon spalovacích motorů, nebo turbín

- K tomuto využití je nutná úprava bioplynu – zbavení organických částic, odsíření a energetické zhodnocení na 90 % metanu (finančně náročná metoda). Čistý metan je vynikající palivo s vysokým oktanovým číslem, navíc při hoření nevytváří žádné škodlivé emise. Musí se ale používat ve stlačeném stavu (čerpací stanice CNG – compressed natural gas).

5. Využití bioplynu v palivových člancích (Sterlingův motor)

6. Bioplyn jako zdroj vodíku

- Vzniká velmi výkonné, ekologické palivo. Nevýhodou je ekonomická náročnost a nebezpečí výbuchu. Výzkum v této oblasti probíhá zejména v automobilovém průmyslu USA, Německa a Japonska. Perspektiva do budoucnosti.

7. Napájení do sítě zemního plynu

- Opět především perspektiva do budoucnosti. V současnosti je metoda z části využívaná ve Švédsku, Nizozemí a Německu. Výhodou je využití bioplynu v místě a v době největšího energetického zhodnocení. Nevýhodou je nutnost jeho úpravy, transport a natlakování na hodnoty v potrubí.

7.1.5 Úprava bioplynu

Surový bioplyn obsahuje celou řadu nežádoucích látek, které brání jeho plnému využití. Jedná se především o sulfan – jedovatý páchnoucí plyn, který reaguje s vodní párou přítomnou v bioplynu a vytváří kyselinu sírovou. Ta způsobuje korozi na zařízeních bioplynové stanice, zvyšuje náklady na údržbu a zkracuje její životnost. Proto se provádí odsíření a sušení bioplynu.

1. odsíření bioplynu

- biologicky – pomocí kyslíku a bakterií se mění sulfan na síru
- chemicky – působením chemických sloučenin vazných na sulfan (NaOH, FeCl₂)

2. sušení bioplynu

- Při sušení dochází k odstranění vodní páry, která je zde přítomna (bioplyn ve fermentoru dosahuje až 100% vlhkosti).
- Chlazením v plynovodu dochází ke kondenzaci a vlhkost se snižuje. Tekutý kondenzát je odváděn do odlučovače. Kondenzátor odstraňuje i rozpuštěné plyny a aerosoly.

Otázky a úkoly:

- 1) Jmenujte aspoň 4 suroviny vhodné k výrobě bioplynu.
- 2) Uveďte způsoby dávkování biomasy do bioplynové stanice.
- 3) Jmenujte faktory, které určují způsob technologie bioplynové stanice.
- 4) Uveďte skutečnosti, které ovlivní výrazně kvalitu vyrobeného bioplynu.
- 5) Popište hlavní části bioplynové stanice.
- 6) Uveďte co je to digestát a fugát, jaké jsou další možnosti jejich využití.
- 7) Jaké jsou možnosti využití bioplynu?
- 8) Popište rozdíl mezi upraveným (čistým) a surovým bioplynem.
- 9) Jmenujte způsoby na úpravu bioplynu.
- 10) Které státy jsou ve využívání a výzkumu bioplynu ve světovém žebříčku na špici?
- 11) Proč surový bioplyn způsobuje korozi na kovových zařízeních?

8. Využití dalších chemických procesů pro zpracování biomasy

Neustálé zvyšování spotřeby fosilních paliv, postupné ubývání jejich světových zásob, nestabilní politická situace zemí, kde se tyto zásoby nacházejí, a uplatňování principů udržitelného rozvoje vedou lidstvo k hledání nových alternativ k získávání energetických zdrojů. Jednou z nových technologií je *Fischer-Tropschova syntéza*, při které dochází **nízkoteplotní pyrolýzou** organických látek k výrobě tzv. motorových paliv **II.generace**.

Biopaliva II.generace mají obvyklý konverzní poměr 5:1, tzn., že z 5 tun biomasy vznikne 1 tuna biopaliva. Surovinou pro tuto technologii mohou být organické zbytky, k tomuto účelu pěstovaná biomasa, ale především i složky komunálního či domovního odpadu obsahující organickou hmotu (např. plasty, pneumatiky, papír, dřevní odpad, zdravotnický odpad atd.).

8.1 Technologie výroby motorových paliv II. generace

1. Sběr odpadu

- Netříděný odpad se shromáždí v odfiltrovaném, příjmovém zásobníku.

2. Vstupní úprava

- Na třídící lince se oddělí organický odpad od anorganického. Organický odpad pokračuje do drtiče, kde dojde k rozmělnění a k další separaci, např. magnety.

3. Ředění

- Rozdrcený substrát se zředí procesní kapalinou, vznikne organická emulze (s obsahem cca 12 % sušiny), vhodná k fermentaci. Na vibračním sítu se oddělí větší částice (větší než 6 mm), zbytek pokračuje k fermentaci.

4. Sušení

- Zachycený substrát se usuší (max. 15 % vody). Teplo na sušení se přivádí z přilehlé bioplynové stanice, lze využít vyrobený bioplyn, jeho přebytek či digestát. Usušený substrát se znovu rozdrtí na částice menší než 0,5 mm.

5. Pyrolýza

- Rozdrcený a usušený substrát se plní do reaktoru s kontaktním olejem. Zahřátím na cca 350 °C dochází ke zplyňování a krakování substrátu, štěpení jeho polymerických molekul a vzniku řady kapalných uhlovodíků s kratším uhlíkovým řetězcem typu motorových paliv, jako je nafta, benzín či kerosen.

Tento proces se nazývá **nízkoteplotní pyrolýza**. Jedná se o termický rozklad organických polymerických sloučenin na nízkomolekulární sloučeniny (**depolymerizace**). Probíhá za sníženého, atmosferického, či zvýšeného tlaku. Druhotně vznikají i plynné uhlovodíky. Nezkapalněný plyn při pyrolýze (**pyrolýzní plyn** – např. metan), se využije k pohonu plynového generátoru nebo turbíny, horký olej se dá po odstranění nečistot dále použít, např. do asfaltu.

- Biopaliva takto vyrobená se nazývají **motorová paliva II. generace**. Jelikož je jejich výroba téměř bezodpadová, předpokládá se, že v budoucnu budou konkurovat palivům vyrobeným z fosilních zdrojů, popř. je úplně nahradí.
- Výroba biopaliv by mohla být vhodným doplňkem ke standardní produkci každé bioplynové stanice.

8.2 Hlavní motorová paliva vyrobená z biomasy

Mezi nejznámější patří **bionafta, bioetanol a metanol**.

1. Bionafta

- Metylester vyráběný z rostlinného, nebo živočišného oleje.
- Olej, který se zpravidla získává lisováním, se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na **bionaftu I. generace**.
- Chemická reakce, při které k této přeměně dochází se nazývá **katalytická esterifikace** (popř. **reesterifikace** s alkoholem – např. metanolem).
- Při esterifikaci vznikají kromě metylesterů i glyceridy, mastné kyseliny, metanol aj.
- Nově vzniklé sloučeniny jsou nasyceny znečišťujícími látkami, proto je potřeba je čistit.
- Jelikož výroba metylesterů (bionafty I. generace) je finančně náročnější než výroba motorové nafty, mísí se s některými lehkými ropnými produkty a tím vzniká **bionafta II. generace** (musí obsahovat aspoň 30% metylesteru).
- Bionafta má trochu odlišné technické parametry od nafty motorové, proto si její použití žádá úpravy na spalovacích motorech (vstřikovací jednotka, palivový filtr, pryžové elementy).
- Hlavní surovinou k výrobě bionafty jsou semena řepky olejné, menší význam mají kafilevní tuky, kuchyňské oleje aj.

Porovnání vlastností k motorové naftě

Klady:

lépe rozložitelná
netoxická
vyšší cetanové číslo
lepší mazací schopnosti
poloviční produkce emisí

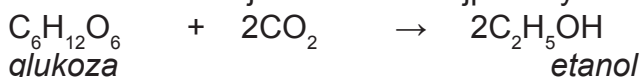
Zápory:

vyšší spotřeba
nižší výkon
vyšší agresivita na pryžové prvky
lepší vaznost vody - koroze

2. Bioetanol (kvasný líh)

- vzniká fermentací roztoků cukrů
 $(C_6H_{10}O_5)^n + H_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6)$
škrob *glukoza*

Surovina obsahující škrob se nejprve hydrolizuje na glukózu.



- Surovina obsahující jednoduché cukry se alkoholovým kvašením mění na **etanol**.
- Vzniklý etanol je oddělen destilací, následuje rafinace a dehydratace.
- Hlavními produkty reakce jsou etanol, voda a oxid uhličitý. Vedlejšími produkty jsou aldehydy, kyseliny, estery.
- Významným vedlejším produktem jsou **výpalky**. Jedná se o suchý substrát bohatý na bílkoviny, sacharidy, vitamíny (především řady B). Po úpravě se používají jako hnojivo.
- **Bioetanol** se může po úpravě využít jako samostatné palivo, nebo se přimíchává do benzínu.
- V posledních letech probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí zvl. šlechtěných mikroorganismů – tzv. **biopalivo II. generace**.
- Z běžných surovin je na výrobu etanolu nejvhodnější biomasa s vysokým obsahem sacharidů (cukrová řepa, popř. třtina, obilí, brambory, kukuřice, ovoce, zelenina).
- Největšími producenty etanolu jsou Brazílie (60 % aut na etanol), USA a Švédsko.

Výhody a nevýhody bioetanolu

Klady:

- zvyšuje oktanové číslo pohonné směsi
- snižuje teplotu a tlak par ve spalovací komoře
- ekologicky čistý, rozložitelný
- antidetonační vlastnosti
- dobře hasitelný vodou

Zápory:

- dobře vázaný na vodu - způsobuje korozi a urychluje opotřebování kovových prvků - Al, Cu, K, Pb, Zn, Fe při teplotách pod 15 °C
- lze těžko nastartovat - používá se ve směsi s benzínem (např. E 85)

V otázkách produkce emisí a spotřeby panují na etanol protichůdné názory.

3. Metanol (dřevný líh)

- Bezbarvá, těkavá, hořlavá, vysoce toxická kapalina, dobře mísitelná s vodou.
- Původně se metanol (metylalkohol) vyráběl suchou destilací dřeva (hl. bukového).
- Dnes se průmyslově vyrábí katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého, za vysokých teplot i tlaku (250 °C, 5–10 MPa) a přítomnosti katalyzátorů.
 $CO + 2H_2 = CH_3OH$
- V přírodě vzniká metanol rozkladem organických látek, za působení mikroorganismů.

- Používá se jako rozpouštědlo, do nemrznoucích směsí, přísada do pohonných látek, popř. jako samostatné palivo (např. u modelářských motorků, nebo některých závodních aut), či jako surovina pro výrobu organických sloučenin.
- Výhledově se s metanolem počítá do palivových článků.
- V dřívějších dobách, kdy auta jezdila na dřevoplyn, tvořil metanol jeho hlavní součást.

8.2.1 Méně známá kapalná motorová biopaliva

1. Butanol

- Vyrábí se fermentací z biomasy.
- Jedovatý plyn, méně korozivní než etanol, používá se jako přísada do spalovacích motorů, hydraulických brzd, parfémů či jako ředidlo.

2. **Bio - ETBE** – palivo na bázi bioetanolu (podíl biosložky je 47 %).

3. **Bio - MTBE** – palivo na bázi biometanolu (podíl biosložky je 36 %).

- Obě látky se používají jako přísada do benzínu pro zvýšení oktanového čísla.

4. **Biooleje** – rostlinné oleje, použité fritovací a kuchyňské oleje.

- Rostlinné oleje se nacházejí v semenech různých rostlin. Ve střední Evropě má největší význam řepkový olej, ve světě se používají ještě palmový, hořčičný, ricinový, bavlníkový, sojový, slunečnicový či sezamový olej.
- Pro malou těkavost lze rostlinné oleje využít jen ve vznětových (dieslových) motorech.
- Ve speciálních bioreaktorech se získává olej ze speciálních řas (jejich buňky obsahují až 50 % tuku). Jedná se ale o finančně nákladnou technologii, zaměřenou spíše do budoucna.
- Rostlinné oleje jsou pro svou vysokou viskozitu nevhodné k přímému použití jako paliva, vyžadují úpravy na palivové soustavě (například větší průměr trysky ...).
- Výhodou je jejich úplná rozložitelnost – nepůsobí negativně na životní prostředí.

Otázky a úkoly:

- 1) Uveďte důvody pro výrobu alternativních paliv z biomasy.
- 2) Popište proces při výrobě kapalných motorových paliv II. generace.
- 3) Jmenujte hlavní suroviny na výrobu motorových paliv II. generace.
- 4) Charakterizujte proces výroby bionafty.
- 5) Porovnejte výhody a nevýhody bionafty.
- 6) Popište výrobu bioetanolu.
- 7) Uveďte hlavní organickou látku přítomnou v biomase pro výrobu bioetanolu.
- 8) Porovnejte klady a zápory bioetanolu.
- 9) Uveďte i jiné typy kapalných motorových paliv.

9. Využití bioodpadu

9.1 Kompostování

Kompostování je biologický rozklad organických látek za přítomnosti kyslíku a účasti mikroorganismů. Dochází ke štěpení sloučenin až na elementární směs živin a minerálů – **humus**.

Kompostování je proces, při kterém se do prostředí navracejí látky, které se v období života organismu nahromadily v jeho tělesné schránce. Vyjadřuje tak stálý koloběh látek a energie v přírodě a koloběh látek mezi přírodou živou a neživou. Současně je ale kompostování i velmi účinný environmentální způsob nakládání s biologickým odpadem. Poměrně jednoduchým procesem při něm získáváme cennou surovinu na zvýšení úrodnosti půdy – **humus**.

9.1.1 Význam humusu

- regeneruje půdu
- zlepšuje její provzdušnění, tedy i absorpční vlastnosti pro vodu
- poskytuje půdě živiny a minerály
- podporuje život půdního edafonu (živá složka půdy)
- snižuje kyselost půdy
- napomáhá ke snížení vodní eroze
- činí rostliny odolnějšími, tlumí negativní vlivy škůdců

9.1.2 Základní podmínky pro tvorbu kvalitního humusu

- Skladba biomasy - organické látky určené ke kompostování musí obsahovat sloučeniny bohaté na uhlík a dusík ve správném poměru (nejlépe 30 : 1). Látky bohaté na dusík jsou například hnůj, či zelená, šťavnatá, čerstvá, rostlinná biomasa. Uhlík je zase hojně obsažen v dřevinách, suché, starší, hnědé biomase. Pro správný poměr se doporučuje biomasu ke kompostování správně kombinovat (2 -3 díly hnědé biomasy na 1 díl zelené).
- Přiměřená vlhkost (cca 50–60 %).
- Přístup kyslíku (kompostovaná organická hmota časem „slehne“, proto je nutné ji občas zkypřit, kompost přeházet, některé kompostéry jsou vybaveny průduchy).
- Rozemletí, či rozdrčení biomasy – zvětší se aktivní plocha pro činnost rozkladačů.
- Rozkladné procesy urychlí přidání starého kompostu či zeminy.

9.1.3 Průběh kompostování

Samotné kompostování můžeme rozdělit do 3 fází:

1. **fáze:** dochází k namnožení rozkladačů, probíhá rozklad lehce rozložitelných sloučenin. Vlivem chemických štěpných reakcí dochází k uvolňování tepla a zahřátí biomasy až na 60 °C). Tato fáze trvá 1–6 měsíců.
2. **fáze:** rozklad obtížněji rozložitelných látek - teplo se neuvolňuje, tvoří se konečný produkt – humus. Tato fáze trvá 6–12 měsíců.
3. **fáze:** dokončení rozkladu, stabilizace hotového kompostu.

Doba rozkladu kompostu na humus trvá přibližně 1 rok, ale podstatnou roli zde sehrává teplota, vlhkost a přístup kyslíku. Organické sloučeniny jsou také dle svého chemického složení různě rozložitelné. V ideálním případě může být délka tvorby humusu i poloviční.

Kompostování probíhá v tzv. „kompostérech“, které se od sebe mohou značně odlišovat v závislosti na způsobu, či kapacitě kompostování.

9.1.4 Způsoby kompostování

1. Domácí kompostování

- Jedná se o výrobu kompostu z bioodpadů z domácností, zahrady či domácí farmy.
- Kompostéry jsou vyrobeny z různých (většinou nekorozivních materiálů), velikostí odpovídají množství kompostované biomasy. Tvar může být různý.
- Kompostér je dobré situovat do stínu a do místa se snadnou dostupností. Zahrádkářská etika uvádí nelocalizovat kompostér na hranici se sousedy.
- Surovinami vhodnými ke kompostování jsou: zbytky jídel, zeleniny, ovoce, tráva, listí, piliny, hobliny, čajové a kávové pytlíky, popel ze dřeva, skořápky od ořechů ...
- Nevhodnými surovinami jsou: látky s vysokým obsahem anorganické složky (skořápky od vajec, kosti), mléčné výrobky, maso, biomasa napadená škůdci, či kontaminovaná toxiny (např. po postřicích).

2. Komunitní kompostování

- Kompostování, na kterém se podílí skupina lidí (komunita) za cílem využít vyprodukovaný bioodpad ve výrobu vlastního kompostu.
- Na tomto způsobu kompostování se mohou podílet např. sousední domácnosti, podniky, školy, zahrádkářské kolonie, neziskové organizace, atp.
- Výhodou tohoto způsobu kompostování je rozdělení finančních nároků i práce na více subjektů.
- Tento způsob kompostování je vymezen i legislativně, a to v zákoně o odpadech 314/2006 Sb.
- Komunitní kompostér se trochu odlišuje od domácího. Zpravidla bývá vybaven termoizolací, je vzdušný a uzavřený, aby se zamezilo přístupu hlodavcům. Jeho kapacita je odpovídající velikosti komunity, která ho provozuje. Pro zlepšení organizace je vhodné, když je pověřena konkrétní osoba dozorem nad správným kompostováním.
- Metoda je oblíbená například ve Velké Británii či Švýcarsku.

3. Komunální kompostování

- Jedná se zpravidla o komerční využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu (tzn. odpadu z obchodů firem, škol, ulic, veřejných parků a zahrad, hotelů, přebytky od zemědělců, vhodných kalů z čističek odpadních vod atd.).
- V současnosti se zpracování biologicky rozložitelného odpadu (BRO) věnuje řada firem, které tak v souladu s platnou legislativou o odpadech napomáhají k environmentálnímu rozvoji.
- V praxi to probíhá tak, že firmy mají uzavřené smlouvy na svoz biologicky rozložitelného komunálního odpadu z určité oblasti, popř. i svoz tohoto odpadu z domácností. V jejich sortimentu se vyskytuje listí, tráva, větve, zbytky jídel, čistírenské kaly.
- Technologie zpracovávání je odvislá od charakteru bioodpadu a jeho množství.
- Samozřejmostí je třídění a úprava ve vstupní fázi zpracování. Prvotním principem je totiž dodržení veškerých hygienických zásad a zamezení negativního dopadu na zdraví obyvatel a životní prostředí. Z toho důvodu jsou ze zpracování vyloučeny substráty, které by toto kritérium nesplňovaly – např. kontaminované, či toxické bioodpady.
- Firmy, které kaly zpracovávají, musí disponovat odbornými znalostmi a náležitým technickým a monitorovacím systémem. Na rozdíl od předchozích způsobů kompostování představuje komunální kompostování složitý, mnohdy plně automatizovaný a monitorovací proces, produkující až několik tisíc tun kompostu ročně. Kompost takto vyrobený je určen pro výrobu zahradnických substrátů, či k přímému použití jako hnojivo.
- Systém komunálního kompostování je velmi rozvinutý ve Švédsku, Rakousku, Německu, Nizozemí.

4. Vermikompostování

- Při vermikompostování se využívá vlastnosti žížal přeměňovat rostlinné zbytky na velmi kvalitní organické hnojivo – vermikompost.
- Vermikompostér lze umístit na chodbu, balkón, do kuchyně, garáže či dílny.
- Pro udržení procesu je nutné zajistit stálou teplotu (kolem 20 °C.) a vlhkost.
- K vermikompostování se využívá běžná žížala hnojní, ale lze zakoupit i speciálně vyšlechtěné kalifornské hybridy.

9.2 Čistírenské kaly

- Čistírenské kaly jsou nevyhnutelným odpadem při čištění odpadních vod.
- Představují 1–2 % objemu čištěných vod, ale je v nich koncentrováno 50–80 % původního znečištění.
- Kalem je ve skutečnosti suspenze pevných a koloidních látek, původně přítomných v odpadních vodách a vzniklých při různých způsobech čištění. Koncentrace těchto látek se uvádí jako obsah sušiny v g/l, nebo v procentech.
- Složení a obsah sušiny kalu závisí na charakteru znečištění odpadní vody a technologii použité při jejím čištění. Obvykle obsahují kaly v různém poměru složku abiotickou (např. těžké kovy) a složku biotickou.
- Kaly představují obtížný, mnohdy toxický odpad, který je potřeba likvidovat.

9.2.1 Možnost likvidace čistírenských kalů

Čistírenské kaly lze v podstatě likvidovat třemi způsoby:

1. Recyklace

Vyčištěné kaly, které prošly **hygienizací** (tzn. nevykazují přítomnost patogenních a choroboplodných zárodků), lze využít v zemědělství jako hnojivo ke zlepšení úrodnosti půdy, popř. na rekultivaci půdy.

2. Termická úprava

- Kaly projdou **termickým procesem** (pyrolýza, metanogeneze, zplyňování, spalování, spoluspalování, sušení ...).
- Při tomto zpracování se kaly mohou buď jen ekologicky zlikvidovat, nebo se z nich chemickými reakcemi získávají i minerály v nich obsažené (Cd, Pb, As, P, Zn ...), popř. se z nich vyrobí druhotné palivo (např. metan). Tím může být energie látek v kalech maximálně využita. Po jejich spálení se dá zpracovat i popel (hnojivo - další zdroj minerálů).

3. Uložení kalů na skládku

(po předcházející důkladné hygienizaci kalů).

Jelikož zpracovávání čistírenských kalů je ekonomicky náročné, je třeba se zamýšlet, jak omezit jejich produkci, popřípadě jak upravit jejich kvalitu pro snadnější využití.

9.2.2 Hlavní směry vedoucí ke snadnějšímu využití kalů

1. Zlepšení kvality kalu

- Dosáhne se oddělením průmyslových a domovních kanalizačních sítí.
- Zamezením vypouštění toxických látek a těžkých kovů do kanalizace.
- Omezením biologických drtičů odpadků v domácnostech.

2. Maximální energetické zhodnocení kalů.

- Termickými reakcemi z kalů vyrobit energetické zdroje (bioplyn, topné oleje ...).

3. Využití kalů jako zdroje surovin.

- Chemickými reakcemi lze z kalů oddělit některé anorganické prvky, zejména zinek a fosfor. Tyto metody jsou ale ekonomicky náročné. Jednodušším způsobem se dají za pomoci separátorů tyto prvky získat i z popela po spálení kalu.

4. Omezení tvorby kalu změnami v technologiích čištění vody

- Jedná se o opatření do budoucna.

9.2.3 Způsoby využití kalu

Surový kal obsahuje řadu nežádoucích, mnohdy toxických, či patogenních látek, které ho činí nebezpečným odpadem. Obsah a koncentrace těchto škodlivin záleží na původu kalu. Při zpracování kalu je tedy vždy prvotním principem kal stabilizovat. Stabilizovaný kal je taková hmota, která nezpůsobuje žádné škody na životním prostředí, ani nemá negativní dopad na zdraví obyvatel. V praxi to znamená, že nezapáchá, neprochází dalším biologickým rozkladem a neobsahuje patogenní mikroorganismy.

1. Samostatné spalování kalu

Jedná se o efektivní likvidaci čistírenského kalu.

Při spalování se uvolňuje energie, kterou lze využít na další technologie (ohřev, přehřívání, sušení). Popel ze spálení lze využít jako hnojivo, vznik emisí lze eliminovat úpravou kalu a správně nastavenou teplotou spalování (nad 1 000 °C).

2. Spalování v cementářských pecích

Výhodou je skutečnost, že se dá takto likvidovat suchý i odvodněný kal. Dochází ke snížení emisí CO₂ a k úspoře uhlí.

3. Pyrolýza

Jedná se o tepelný rozklad bez přítomnosti kyslíku. Pyrolýzou vznikají dále dobře rozložitelné plyny (CO₂, CO, H₂, CH₄), popel lze uložit na skládku.

4. Mokré spalování

Provádí se oxidací tekutého kalu za přítomnosti vzduchu, při teplotě 200–300 °C. Organické látky se přemění v kapalnou směs nižších mastných kyselin a metanolu. Reakci provází uvolnění velkého množství tepla, které je možno dále využít. Zpracovávání a využívání čistírenských kalů je jednou z významných oblastí odpadového a energetického hospodářství. V odpadové politice je prioritou minimalizovat tvorbu nebezpečného odpadu, v energetické snaha o jeho maximální energetické využití. Společným záměrem je eliminovat zatížení životního prostředí v souladu s principy udržitelného rozvoje.

Otázky a úkoly:

- 1) Uveďte princip kompostování.
- 2) Charakterizujte způsoby kompostování dle provozovatele.
- 3) Vyjmenujte suroviny ke kompostování vhodné a nevhodné.
- 4) Uveďte podmínky důležité pro zdárnou výrobu kompostu.
- 5) Charakterizujte čistírenské kaly.
- 6) Popište fáze nutné při zpracování kalů.
- 7) Uveďte činnosti vedoucí ke snadnějšímu využití kalů.
- 8) Vyjmenujte možnosti využití kalů.
- 9) Vysvětlete význam zpracování a využití kalů z environmentálního hlediska.

10. Podpora a osvěta pro využívání biomasy

10.1 Legislativa

10.1.1 Zákony, právní normy, vyhlášky, směrnice

Dlouhodobý plán odpadového hospodářství České republiky je zaměřen na postupný útlum skládkování a podporu znovuvyužití vyprodukovaného odpadu. Dnes je ještě stále skládkování nejrozšířenější metodou likvidace odpadu – téměř 90 % odpadu končí na skládkách. Po roce 2016 by to mělo být 50 %, po roce 2020 asi 35 % odpadu. Jelikož spalování je způsob, který produkuje nežádoucí emise, trend se ubírá směrem k ekonomickému, nebo materiálovému znovuvyužití odpadu (recyklace). Dle ustanovení zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. je upřednostňováno materiálové využití před energetickým. Pro využití biomasy je důležité posoudit, zda se jedná o výrobu. Dle tohoto posouzení je třeba se dále řídit příslušnou legislativou.

Pro výrobu elektřiny z biomasy, jakožto obnovitelného zdroje elektřiny, jsou důležité tyto zákony:

1. Energetický zákon č. 458/2000 Sb.
2. Zákon o hospodaření s energiemi č. 406/2000 Sb.
3. Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb.

Další významné zákony:

- **Živnostenský zákon č. 374/2004 Sb.**
Zákon definuje živnost jako „soustavnou činnost, provozovanou samostatně na vlastní odpovědnost, za účelem dosažení zisku v souladu se zákonem“. Zákon vymezuje, kdy se jedná o živnostenskou činnost, vyžadující oprávnění k provozování.
- **Stavební zákon č. 422 / 2002 Sb.**
Zákon posuzuje s ohledem na řadu faktorů, zda budoucí stavba nebude mít negativní vliv na okolní krajinu, obyvatele, flóru a faunu s ohledem na současnost i budoucnost.
- **Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí (EIA)**
Zákon vytvoří podklady pro vydání povolení, či zamítnutí stavby příslušným stavebním úřadem. Posuzuje například negativní důsledky chovu skotu, skladování nebezpečného odpadu, provoz zpracovatelů organických látek.

Další složkové zákony mající vliv na využívání biomasy:

- Zákon o ochraně ovzduší r. 2002
- Zákon o ochraně vody r. 2004
- Zákon o životním prostředí r. 1992
- Zákon o obalech r. 2001
- Zákon o ochraně spotřebitele r. 2003
- Zákon o ochraně přírody a krajiny r. 1992

Důležité vyhlášky a směrnice:

- Vyhláška MPO (Ministerstvo průmyslu a obchodu) č. 252/2001 Sb. o způsobu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů.
- Nařízení vlády České republiky č. 352/2002 Sb., kterým se stanovují emisní limity a další podmínky pro posouzení provozu zdrojů znečištění ovzduší.
- Směrnice 80/788 EEC stanovuje kritéria pro posouzení kvality pitné vody.
- Směrnice 91/271/EEC stanovuje způsob regulace a hospodaření s městskými odpadními vodami.
- Směrnice 98/ 83/EEC stanovuje kritéria pro hodnocení vody k lidské spotřebě.
- Směrnice 96/62/EC určuje hodnoty pro posouzení kvality ovzduší.
- Směrnice 75/442/EC vymezuje možnosti v nakládání s odpady.
- Směrnice 94/67/EC vymezuje podmínky pro spalování nebezpečného odpadu.

10.1.2 Možnosti čerpání podpory při výrobě elektřiny z biomasy

Cenovým rozhodnutím energetického regulačního ústavu ze srpna r. 2008 se stanovily výkupní ceny a výše tzv. zelených bonusů pro výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů. Prvotní podmínkou pro získání podpory na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů je žádost o licenci na odboru energetického regulačního úřadu a sepsání smlouvy.

V současnosti existují dvě varianty podpory:

1. Zelený bonus

- Výrobce získává tzv. zelený bonus od provozovatele regionální distribuční sítě elektřiny za její výrobu z obnovitelných zdrojů, dle zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Výše částky zeleného bonusu je kolísavá v závislosti na aktuální energetické situaci a typu využívaného obnovitelného zdroje. Výrobce elektřiny si sám musí najít odběratele, distributor není povinen od něho elektřinu vykupovat. Tato starost je vyvážena ziskem – zeleným bonusem, který je příplatkem k tržní ceně elektřiny. Tržní cena se odvíjí od ceny elektřiny v daném regionu a je určena smlouvou mezi výrobcem a odběratelem. Zelený bonus je vždy garantován na 1 rok.

2. Podpora formou výkupních cen

- Výrobce má garanci 100% odběru vyrobené elektřiny regionálním distributorem.
- Výnos z vyrobené a prodané elektřiny je nižší než v případě zeleného bonusu, výše výkupních cen je vymezena zákonem č. 180/2005 Sb.
- Výkupní cena je stanovena tak, aby výrobci umožnila návratnost investice do podnikání do 15 let a zajistila mu k tomu přiměřený zisk. Výkupní ceny jsou každý rok valorizovány cca o 3–4 % (míra inflace).
- Při získávání elektřiny z biomasy je výkup garantován po dobu 20 let, což je odhad životnosti zařízení.
- U nových technologií na spalování biomasy mohou při nižších nákladech výkupní ceny klesnout (max. o 5 %), ale garance výnosů musí být zachována.

10.1.3 Dokumenty nutné k podnikání v oblasti energetiky z obnovitelných zdrojů

Každý výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů (tedy i z biomasy), musí dle vyhlášky ERÚ č. 404/2005 vyplnit a odevzdat na ERÚ tyto výkazy:

1. Regulační výkaz pro držitele licence na výrobu elektřiny
2. Výkaz nákladů (obsahuje údaje o nákladech na výrobu a tržbách z prodané elektřiny).
3. Výkaz žádosti o licenci (protokol obsahuje technické údaje zařízení, zajištění bezpečnosti).

Energie z obnovitelných zdrojů (tedy i z biomasy), je jedním z pilířů energetického hospodářství Evropské Unie. Energie z biomasy je tradičním energetickým zdrojem většiny lidstva. Ve výhledu do budoucnosti je biomasa jediným obnovitelným zdrojem, který může být využit přímo, nebo přeměněn na palivo pro výrobu elektřiny.

Technologie spalování biomasy je už dnes konkurenceschopná vůči ropě, např. v odlehlých oblastech s dostatkem palivového dřeva a v příměstských oblastech, kde spalování odpadu šetří náklady na jeho přepravu a skládkování. Legislativní normy EU i ČR jsou nastaveny tak, aby podporovaly recyklaci a zpracovávání biomasy pro energetické účely.

10.2 Požadavky na dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – BOZP

Při zpracovávání biomasy je podobně jako v jakýchkoliv jiných provozech nutné dodržovat principy BOZP, které jsou stanoveny sbírkou zákonů České republiky a jejichž znění je přesně vymezeno.

Každý zaměstnanec je povinen se jimi řídit v souladu se zákonem tak, aby nedošlo k poškození zdraví jeho, jeho kolegů, popřípadě veřejnosti v okolí a k majetkovým škodám. K tomuto účelu je nutné, aby každý zaměstnanec byl řádně proškolen a seznámen s předpisy BOZP na svém pracovišti. Za tuto skutečnost zodpovídá zaměstnavatel.

Základní legislativní normou pro všechny zaměstnance a jejich činnost je zákoník práce.

Hlavní předpisy pro dodržování BOZP:

1. Zákon č. 309/2006 Sb.,
 - Tímto předpisem se upravují další požadavky BOZP v pracovně – právních vztazích

Část I:

 - požadavky na pracoviště, pracovní prostředí, výrobní a pracovní prostředky a zařízení, organizaci práce, pracovní postupy a bezpečnostní značky,
 - předcházení ohrožení života a zdraví,
 - odborná způsobilost a zvláštní odborná způsobilost.

Část II:

 - zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovně –právní vztahy.

Část III:

 - další úkoly zadavatele stavby, zhotovitele, popř. fyzické osoby, která se podílí na zhotovení stavby.

Část IV:

 - společná, přechodná a závěrečná ustanovení.
2. Nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí (ze dne 12. září 2001)
 - citace: 378/2001 Sb., vydáno na základě zákona č. 65/1965 Sb., § 134 a odst. 2

Související předpisy Evropské Unie: 31989L0655, 31989L0391, 31995L0063
3. Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
 - citace: 101/2005 Sb., vydáno na základě zákona č. 65/1965 Sb., § 134

Související předpisy Evropské Unie: 31989L0654, 31992L0057, 31989L0391

 - Příloha obsahuje další podrobnější požadavky na pracoviště a pracovní prostředí.
4. Zákon č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce)

Část V. - Bezpečnost a ochrana při práci

Propagace možnosti využívání biomasy

Každý, kdo uvažuje o využívání biomasy (popř. jiného OZ), jakožto energetického zdroje, by si měl před realizací svého záměru udělat ekonomickou rozvahu. V ní by si měl zhodnotit tato **fakta**:

1. Investiční výdaje – výdaje na projekt, stavbu, technická zařízení, stavební. úpravy
2. Doba životnosti zařízení – doba získávání zisku bez dalších investic.
3. Provozní výdaje – obsluha, údržba, opravy zařízení, nákup suroviny, energie, daně.
4. Výše ročního zisku – ekonomická efektivnost.
5. Způsob financování – doba splácení úvěru, úroková sazba.

Do ekonomické rozvahy je potřeba dále zahrnout tyto **aspekty**:

1. technický – typ zařízení, výkon, kapacita zařízení
2. sociální – počet osob v domácnosti, jejich názor (účast), pracovní zatížení
3. ekologický – přínos pro životní prostředí
4. strategický – výhled do budoucna, růst cen surovin a zdrojů

V současné době existuje řada konkrétních programů na podporu podnikání v oblasti obnovitelných zdrojů, jejich přesné citace lze najít na webových stránkách MŽP, MPO, MZ.

Mezi nejznámější patří:

Operační program „Životní prostředí“, Operační program „Podnikání a inovace“ a „Státní program na podporu úspor energie a využívání obnovitelných zdrojů energie“. Možnosti využívání biomasy souvisejí velmi úzce s charakterem regionu, rozvojem zemědělské výroby, provozů na zpracování organické hmoty, infrastrukturou, podnebím, energetickou bilancí aj.

Optimálním stavem by bylo, kdyby v regionech s rozvinutou zemědělskou výrobou byly u každého zpracovatelského provozu na biomasu i zařízení na zpracování a využití organického odpadu či přebytků. Při stále rostoucích nákladech na pohonné hmoty také platí, že preferenci by měla mít menší zpracovatelská zařízení, lokalizovaná přímo v provozovně. Odpadly by tím náklady na převoz materiálu a ušetřil se čas.

Při propagaci zpracovávání biomasy, jakožto energetické suroviny, je nezbytná osvěta zpracovatelských provozů i širší veřejnosti. Je jasné, že bez souznění vedení zemědělských firem, obcí, regionální energetiky a veřejnosti, se dá úspěchu těžko dosáhnout. Pro zvýšení informovanosti a navázání kontaktů lze použít různé propagační prostředky, jako jsou besedy, semináře, exkurze, plakáty, audiotechnika, ankety, dotazníky aj.

Příklad dotazníku pro veřejnost:

Víte co je biomasa a jak ji lze využít?

Myslíte si, že člověk na Zemi hospodář hospodárně?

Domníváte se, že by šlo něco dělat jinak, ohleduplněji?

Můžeme vůbec ovlivnit svou budoucnost?

Je v silách jednotlivce s něčím pohnout k lepšímu?

Říká Vám něco pojem „udržitelný rozvoj“?

Znáte nějaký ekologický výraz?

Co si představíte pod pojmem „ekologický provoz“?

Jaké je Vaše hodnocení hospodaření v regionu, dá se něco zlepšit?

Myslíte, že sám přispíváte k šetrnému žití na Zemi?

Dalo by se u Vás konkrétně něco zlepšit?

Třídíte odpad?

Jaké znáte zdroje energie?

Záleží Vám na stavu životního prostředí, ve kterém žijete?

Záleží Vám na stavu životního prostředí pro Vaše děti?

Otázky a úkoly:

1. Vysvětlete smysl a účel legislativy v hospodaření s biomasou.
2. Uveďte aspoň 2 konkrétní zákony na ochranu přírody a krajiny.
3. Co je posouzení z hlediska EIA?
4. Vysvětlete možnosti podpory státu při získávání energie z zdrojů.
5. Popište rozdíly (výhody, nevýhody) při využívání obnovitelných, neobnovitelných zdrojů.
6. Vysvětlete, co znamená zkratka BOZP.
7. Kdo stanoví předpisy BOZP, kde jsou zakotveny a proč?
8. Uveďte konkrétní příklad dodržování principu BOZP v praxi.
9. K čemu může napomoci propagace v oblasti využívání biomasy, jaké jsou cílové skupiny?
10. Uveďte prostředky k propagaci využití biomasy.

LITERATURA:

- Quaschnig, V.: Obnovitelné zdroje energií, Praha 7, 2010, str. 231 – 238
- Kadrnožka, J.: Biomasa prosazovaná i odmítaná, Vesmír 2008/9
- Návrh akčního plánu pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011
- Horváth, M.: Energetické využití biomasy. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008, vedoucí bakalářské práce Ing. Zdeněk Procházka
- Hrala, P.: Biomasa – šance pro zemědělství a krajinu?. Brno, Masarykova univerzita Brno, Fakulta environmentálních studií, Vedoucí magisterské práce Mgr. Radim Lokoč
- Seminář Energie z biomasy IX. r. 2008; Renaissance zplyňovacích generátorů typu Imbert v České republice; Beňo, Skoblja, Buryan, Malecha
- Topení dřevem ve všech druzích kamen; Hans-Peter Erbert; HEL 2007; ISBN 978-80-86167-29-9
- Technika životního prostředí pro školu a praxi; Gregor Häberle a kol.; Europa-Sobotáles Praha 2003; ISBN 80-86706-05-2
- Energie a životní prostředí; Soubor 10 výukových karet pro Střední odborné školy a Gymnázia MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J.: Energie z biomasy. 1. vydání. Computer Press, EkoWATT. Brno 2011. ISBN 978-80-251-2916-6.
- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIŠ, P.: Biomasa obnovitelný zdroj energie. FCC PUBLIC s. r. o., Praha 2007. ISBN 80-86534-06-5.
- EkoWATT: Energie biomasy. Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2007.
- Malaťák, J. – Vaculík, P. Biomasa pro výrobu energie. VÚZT Praha, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6
- Sladký, V. – Dvořák, J. – Andert D. Obnovitelné zdroje energie – fytopaliva. Praha, 2002. ISBN 80-238-9952-X
- Kubát, K. et al. (Eds.). Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0836-5

- Sborník přednášek. Zemědělská technika a biomasa 2005. VÚZT Praha, 2005. ISBN 80-86884-07-4
- Petříková. V. Rostliny pro energetické účely. Praha: ČEA. www.ceacr.cz
- Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy ve znění pozdějších předpisů.
- Česká technická norma ČSN P CEN/TS 14588 (838200). Tuhá biopaliva - Terminologie, definice, popis.
- Česká technická norma ČSN EN 14961-1 (838202.) Tuhá biopaliva - Specifikace a třídy paliv - Část 1: Obecné požadavky.

http://fld.czu.cz/vyzkum/Nauka_o_lp/ekologie/ekosystemy.html

<http://www.suntanzer.cz/suntanzer/2-ENERGETICKE-ZDROJE/66-Biomasa>

http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/zelen/U3V_fr/index.html

[http://www.ineedcoffee.com/05/ecodynamic/
www.biom.cz](http://www.ineedcoffee.com/05/ecodynamic/www.biom.cz)

<http://www.kompostuj.cz/vime-jak/komunitni>

<http://www.bleskubus.cz/cs/sluzby/energetika/bioplyn-stance>

<http://www.biom.cz/cz/odb.-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace>

<http://www.biom.cz/cz/odb.-clanky/premena-org.-odp/>

<http://www.stary.biom.cz/sborniky/bioodp99/03>

<http://www.kompostery.cz/kategorie/kompostovani.aspx>

<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa.html>

<http://www.nazeleno.cz/energeticke-plodiny.dic>

<http://www.vuzt.cz/?menuid=76>

<http://www.czbiom.cz/data/Upload/PDF/Rostliny%20pro%20energeticke%20ucely.pdf>

http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/energeticke_byliny.html

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyrobu-biopaliv-z-odpadu-spalovny-umi-jenom-rasy-ii>

<http://www.enviweb.cz/clanek/energie/81002/rasy-jsou-palivem-budoucnosti>

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vodni-rasy-pro-energetiku-zkusenosti-z-nizozemska>

<http://www.uake.cz/frvs1269/index.html>

http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=147

[http://hostetin.veronica.cz/dokumenty/OPAK/ucebni%20materialy/blok%204/2_](http://hostetin.veronica.cz/dokumenty/OPAK/ucebni%20materialy/blok%204/2_Rozptylena_zelen_Trnka.pdf)
Rozptylena_zelen_Trnka.pdf - prezentace

<http://www.britishcouncil.org/czechrepublic-projects-challenge-europe-tules.pdf>

[http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy)
zpracovani-zbytkove-biomasy

<http://www.bohemia-bioenergy.cz/biomasa.htm>

<http://www.mpo.cz/dokument33817.html>

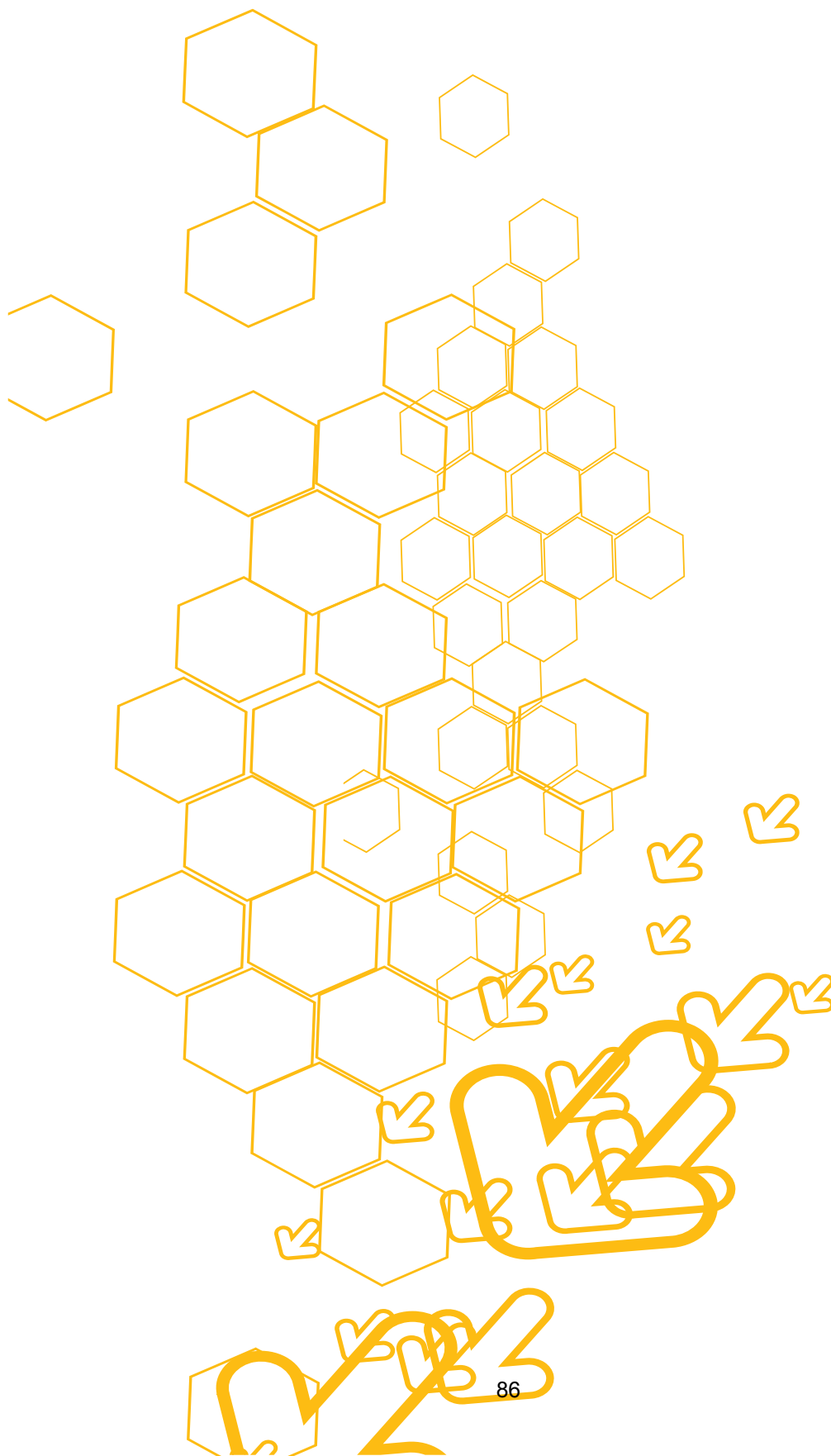
<http://www.alen.cz>

http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Prirucka_zpracovani_lesnich_zbytku.pdf

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>

<http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>

http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=259



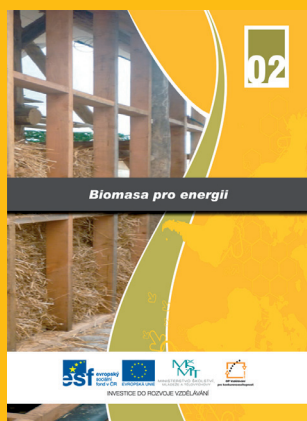
V rámci projektu Zelený most mezi školou a praxí - environmentální vzdělávací moduly pro trvale udržitelný rozvoj, reg. č. CZ.1.07/1.1.00/14.0153 vznikl soubor sedmi učebnic, které poskytují ucelený pohled na současné možnosti využívání obnovitelných zdrojů energie a způsobů, jak šetřit energiemi.

Učebnice jsou určeny studentům středních a vyšších odborných škol a dále všem zájemcům o studium energetiky, stavebnictví a udržitelnosti rozvoje lidstva.



1. Význam, přehled a celkové využití energetických zdrojů

- Kategorizace energetických zdrojů
- Charakteristika obnovitelných zdrojů
- Výhody a nevýhody užití obnovitelných zdrojů
- Energetické úspory
- Udržitelný rozvoj



2. Biomasa pro energii

- Biomasa a její produkce
- Energetické rostliny a další druhy biomasy
- Zpracování biomasy pro energetické využití
- Energetické využití biomasy
- Biotechnologické využití biomasy
- Využití bioodpadů



3. Solární energie

- Význam a využití solární energie
- Solární kolektory a solární systémy
- Fotovoltaické systémy



4. Tepelná čerpadla

- Význam a využití energie akumulované v prostředí
- Tepelná čerpadla – druhy, princip činnosti, užití



5. Úspora energie ve stavebnictví

- Materiály
- Snižování energetické náročnosti
- Úspora energie ve stavebnictví
- Ekologicky šetrné stavby



6. Větrná energie

- Význam a využití větrné energie
- Větrné elektrárny
- Podmínky pro stavbu větrných elektráren



7. Vodní energie

- Význam a využití vodních zdrojů energie
- Vodní turbíny a motory
- Montáž turbín
- Vodní elektrárny

BIOMASA PRO ENERGII

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů 	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí proces vytváření biomasy za různých podmínek a tok energie v trofických vztazích - vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro nepotravinářské využití fytomasy (např. v energetice, stavebnictví) a organických zbytků (vedlejších produktů, odpadů) jako alternativního zdroje energie - uvede podíl biomasy ve využití ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě 	<p>2. Biomasa a její produkce</p> <ul style="list-style-type: none"> - fytomasa jako primární produkce různých ekosystémů (různý podíl dodatečné energie) - nepotravinářská fytomasa, její produkce a využívání (agro, lesní a jiné ekosystémy) - energie v biologických zbytcích a odpadech (zemědělství, potravinářství, lesnictví, komunální sféra, další odvětví)
<ul style="list-style-type: none"> - uvede hlavní druhy pěstovaných energetických rostlin (dřeviny, byliny a řasy) a jejich biologickou a energetickou charakteristiku - objasní technologii pěstování hlavních druhů energetických rostlin 	<p>3. Energetické rostliny</p> <ul style="list-style-type: none"> - druhy rostlin - způsoby pěstování - možnosti využití
<ul style="list-style-type: none"> - uvede příklady využití polních plodin pro energetické účely - zhodnotí význam rozptýlené zeleně v krajině, vyjmenuje a pozná hlavní druhy rostlin - uvede možnosti využití zbytkové biomasy 	<p>4. Další biomasa využitelná jako zdroj energie</p> <ul style="list-style-type: none"> - polní plodiny - rozptýlená zeleň v krajině - zbytková biomasa v krajině

<p>(lesy, sady, stromořadí, porost kolem vodotečí apod.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - vyhledá a hodnotí potenciál biomasy z vedlejších zemědělských produktů - popíše způsoby využití dřevní hmoty po lesní těžbě - odhadne potenciál biomasy z lesa - objasní způsoby zpracování dřevní hmoty pro využití ke spalování (dřevní štěrka, dřevěné brikety, dřevěné pelety) - zhodnotí využitelnost těžebního odpadu pro energetické účely 	<ul style="list-style-type: none"> - využívání vedlejších produktů ze zemědělství a potravinářství - lesní biomasa - dřevní hmota po lesní těžbě a její zpracování
<ul style="list-style-type: none"> - popíše přípravu pro energetické využití rostlin - uvede a popíše stroje a zařízení používané pro pěstování, sklizeň a zpracování pro využití energetických rostlin (např. sklízecí mechanismy, sušárny apod.) - objasní možnosti logistiky pro energetiku 	<p>5. Zpracování biomasy pro energetické využití a její distribuce</p> <ul style="list-style-type: none"> - stroje a zařízení pro pěstování, sklizeň, úpravy a dopravu biomasy - ekonomické, ekologické a bezpečnostní aspekty využívání biomasy
<ul style="list-style-type: none"> - popíše výrobu tepla z biomasy ve velkých i malých provozech - popíše výrobu elektřiny z biomasy - vysvětlí principy kogenerace (společné výroby tepla a elektřiny) - porovná výrobu tepla a společnou výrobu elektrické energie a tepla z ekonomického i technického hlediska - zhodnotí význam malých decentralizovaných komunálních energetických zdrojů - vysvětlí klasickou technologii výroby dřevoplynu 	<p>6. Energetické využití biomasy</p> <ul style="list-style-type: none"> - výroba tepla - výroba elektřiny - nové vývojové trendy - znovuobjevený dřevní plyn
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí princip tvorby bioplynu - vyjmenuje zdroje biomasy vhodné pro výrobu bioplynu (zemědělství, potravinářství, komunální odpad) - popíše technická zařízení používaná k výrobě bioplynu - vysvětlí možnosti využití digestátů (kapalný podíl) z bioplynových stanic - vyjmenuje způsoby a možnosti využití bioplynu - uvede vliv zušlechťování bioplynu na kvalitu zemního plynu z bioplynových stanic 	<p>7. Biotechnologické využití biomasy</p> <ul style="list-style-type: none"> - bioplyn - pyrolýzní plyn

<ul style="list-style-type: none"> - nízkoteplotní depolymerizace (základ pro výrobu kapalných motorových paliv II. generace) - vysvětlí princip výroby a využití pyrolýzního plynu 	
<ul style="list-style-type: none"> - popíše technologii kompostování, uvede způsoby využití kompostu - charakterizuje zpracování a využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu - charakterizuje zpracování a využití čistírenských kalů 	<p>8. Využití bioodpadů</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompostování - biologicky rozložitelný komunální odpad - čistírenské kalý
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí principy chemických procesů (fermentační procesy, esterifikace, depolymerizace, pyrolýza, krakování) - uvede suroviny, popíše způsob výroby bionafty - uvede suroviny, popíše způsob výroby bioetanolu - uvede další kapalná biopaliva (např. butanol) 	<p>9. Využití dalších chemických procesů pro zpracování biomasy</p> <ul style="list-style-type: none"> - bionafta - bioetanol
<ul style="list-style-type: none"> - analyzuje potřeby pěstování a využívání biomasy na regionální i celostátní úrovni ve vztahu k ekonomickým a sociálním aspektům - prakticky hodnotí možnosti získávání a využívání biomasy v okolní krajině - komunikuje se zemědělci, vlastníky pozemků, občany a s místní samosprávou, zajišťuje osvětu - vyjmenuje předpisy a možnosti podpory ze strany státu vztahující se k pěstování a využívání biomasy - využívá a řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP 	<p>10. Podpora a osvěta pro využívání biomasy</p> <ul style="list-style-type: none"> - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

SOLÁRNÍ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů 	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití slunce jako zdroje energie a její podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě - stručně popíše i historický vývoj využití solární energie - uvede možnosti pasivního využívání solární energie včetně praktických příkladů 	<p>2. Význam a využití sluneční energie</p> <ul style="list-style-type: none"> - solární architektura
<ul style="list-style-type: none"> - čte a používá technickou a schvalovací dokumentaci obsaženou hlavně v normách - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - diagnostikuje poruchy - udržuje a opravuje systémy - popíše princip akumulace energie v solárních kolektorech a systémech 	<p>3. Solární kolektory a solární systémy</p> <ul style="list-style-type: none"> - technická dokumentace - druhy kolektorů - montáž systémů - opravy, údržba a diagnostikování - způsoby akumulace energie
<ul style="list-style-type: none"> - čte a používá technickou a schvalovací 	<p>4. Fotovoltaické systémy</p>

<p>dokumentaci obsaženou hlavně v normách</p> <ul style="list-style-type: none"> - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - diagnostikuje poruchy - udržuje a opravuje systémy - popíše princip akumulace energie ve fotovoltaických systémech 	<ul style="list-style-type: none"> - technická dokumentace - druhy panelů - montáž systémů - opravy, údržba a diagnostikování - způsoby akumulace energie
<ul style="list-style-type: none"> - využívá informace o solární energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP 	<p>5. Podpora a osvěta pro různé způsoby využívání solární energie</p> <ul style="list-style-type: none"> - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

TEPELNÁ ČERPADLA

Výsledky vzdělávání	Učivo
<ul style="list-style-type: none"> - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů 	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí akumulaci energie v prostředí z dostupných zdrojů - uvede příklady a možnosti využívání energie akumulované v prostředí (v domácnostech, průmyslu, zemědělství, dopravě) 	<p>2. Význam a využití energie akumulované v prostředí</p> <ul style="list-style-type: none"> - princip akumulace energie
<ul style="list-style-type: none"> - čte a používá technickou a schvalovací dokumentaci a normy - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - obsluhuje a udržuje v chodu tepelná čerpadla - diagnostikuje poruchy - opravuje systémy 	<p>3. Tepelná čerpadla</p> <ul style="list-style-type: none"> - technická dokumentace - systémy tepelných čerpadel - montáž systémů - diagnostikování, opravy a údržba
<ul style="list-style-type: none"> - využívá informace o tepelných čerpadlech k jejich propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP 	<p>4. Podpora a osvěta pro využívání tepelných čerpadel</p> <ul style="list-style-type: none"> - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

ÚSPORA ENERGIE VE STAVEBNICTVÍ

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none">- kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie- vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod.- vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj- zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none">- rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji- přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů- vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none">- orientuje se v tepelně izolačních stavebních materiálech a porovná jejich vlastnosti- zvolí vhodný typ materiálu pro jednotlivé konstrukce- sleduje a hodnotí z různých hledisek nové možnosti využívání energeticky vhodných stavebních materiálů	<p>2. Materiály</p> <ul style="list-style-type: none">- přehled a vlastnosti tepelně izolačních materiálů- volba materiálu
<ul style="list-style-type: none">- vysvětlí význam snižování energie z ekonomických a ekologických hledisek- uvede příklady snižování energetické náročnosti domácností, finančně je zhodnotí- uvede základní principy pasivního využívání solární energie pro energetické úspory včetně konkrétních příkladů- uvede příklady snižování energetické náročnosti v průmyslových a zemědělských provozech ze stavebního hlediska	<p>3. Snižování energetické náročnosti průmyslových provozů a domácností</p> <ul style="list-style-type: none">- význam- ekonomické a ekologické aspekty
<ul style="list-style-type: none">- vysvětlí význam zateplování budov, zdůvodní ho z hledisek ekologických a ekonomických- charakterizuje zásady pro rekonstrukci budov z hledisek energetických úspor	<p>4. Úspora energie ve stavebnictví</p> <ul style="list-style-type: none">- zateplování budov- rekonstrukce budov- nízkoenergetické domy

<p>a objasní význam dodatečné izolace ve všech souvislostech (úspora, ochrana konstrukcí, apod.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - zvolí způsob zateplení podle účelu jednotlivých konstrukcí - vysvětlí a dodržuje technologické postupy při jednotlivých způsobech zateplení - vysvětlí principy a odlišnosti mezi způsobem výstavby nízkoenergetických a pasivních domů a úsporami při provozu objektů - provádí práce spojené s výstavbou nízkoenergetických a pasivních domů 	<ul style="list-style-type: none"> - pasivní domy
<ul style="list-style-type: none"> - zhodnotí význam dřevěných staveb z hlediska energetického, ekonomického a sociálního i vzhledem k umístění v krajině k podmínkám prostředí 	<p>5. Ekologicky šetrné stavby</p> <ul style="list-style-type: none"> - dřevostavby
<ul style="list-style-type: none"> - orientuje se v předpisech týkajících se energetických úspor souvisejících se stavebnictvím - vysvětlí roli stavebních úřadů - uvede účastníky investiční výstavby - zpracuje žádost na stavební úřad pro ohlášení stavby nebo stavební povolení 	<p>6. Legislativa</p> <ul style="list-style-type: none"> - právní předpisy (Stavební zákon č.183/2006Sb., ve znění pozdějších předpisů) - přímí a nepřímí účastníci investiční výstavby
<ul style="list-style-type: none"> - využívá informace o energetických úsporách spojených se stavebnictvím k propagaci a k jednání s veřejnou správou a s veřejností - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP 	<p>7. Podpora a osvěta pro energetické úspory spojené se stavebnictvím</p> <ul style="list-style-type: none"> - propagace - předpisy BOZP

VĚTRNÁ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none">- kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie- vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod.- vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj- zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none">- rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji- přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů- vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none">- vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití větrného zdroje energie a její podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě- stručně popíše i historický vývoj využití větrné energie	<p>2. Význam a využití větrné energie</p> <ul style="list-style-type: none">- přehled a podmínky pro využití větrné energie
<ul style="list-style-type: none">- vysvětlí princip různých typů VTE, jejich funkce a vlastnosti- charakterizuje podmínky vhodné pro stavbu VTE (přírodní, technické, ekonomické a environmentální)- charakterizuje provoz a podmínky provozu větrné elektrárny včetně jejího výkonu a výroby ve vztahu k provozním podmínkám a efektivitě- provádí montážní práce	<p>3. Větrné elektrárny (VTE)</p> <ul style="list-style-type: none">- typy větrných elektráren- podmínky pro stavbu a provoz VTE
<ul style="list-style-type: none">- využívá informace o větrné energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností- řídí se právními předpisy- zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	<p>4. Podpora a osvěta pro využívání větrné energie</p> <ul style="list-style-type: none">- propagace- právní předpisy- předpisy BOZP

VODNÍ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů 	<p>1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití energie z vodních zdrojů a jejich podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě - stručně popíše i historický vývoj využití vodních zdrojů energie - hodnotí perspektivy využívání vodní energie i nové možnosti využívání (moře) 	<p>2. Význam a využití vodních zdrojů energie</p> <ul style="list-style-type: none"> - přehled a podmínky pro využití energie z vodních zdrojů
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí princip funkce a možnosti využití různých typů vodních turbín a vodních motorů 	<p>3. Vodní turbíny a motory</p> <ul style="list-style-type: none"> - funkce a využití
<ul style="list-style-type: none"> - popíše přípravu stanoviště pro montáž - vysvětlí postup sestavování jednotlivých dílů - vysvětlí průběh a zásady montáže turbíny - orientuje se v technických podkladech - charakterizuje způsoby vyhledávání různých druhů závad - vysvětlí sestavení technologie oprav - objasní důvod provádění údržbářských, inspekčních a opravárenských prací na strojních součástech 	<p>4. Montáž turbín</p> <ul style="list-style-type: none"> - příprava stanoviště - montáž turbín - závady a jejich vyhledávání - opravy a opravárenské práce - údržba - evidence dat

<ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje způsob ošetřování a údržbu příslušného vybavení a strojů - eviduje technická data o průběhu a výsledcích práce 	
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí princip funkce vodních elektráren - charakterizuje přírodní podmínky vhodné pro stavbu vodní elektrárny - uvede optimální parametry/ukazatele (včetně ekonomických, ekologických, hygienických, bezpečnostních atd.) vhodné pro stavbu vodní elektrárny - charakterizuje provoz a podmínky provozu vodní elektrárny včetně jejího výkonu a výroby ve vztahu k provozním podmínkám a efektivitě vodní elektrárny - vypočítá dle zadání výkon a výrobu vodní elektrárny - provádí montážní práce - charakterizuje vztah vodních elektráren k ochraně organismů - popíše význam MVE z ekologického hlediska zejména ve vztahu k ochraně organismů 	<p>5. Vodní elektrárny</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodní elektrárny s výkonem nad 10 MWh - vodní elektrárny s výkonem do 10 MWh (MVE)
<ul style="list-style-type: none"> - využívá informace o vodní energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP 	<p>6. Podpora a osvěta pro využívání vodní energie</p> <ul style="list-style-type: none"> - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP



POZNÁMKY:

POZNÁMKY:

POZNÁMKY:

POZNÁMKY:



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky