

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra technické a informační výchovy



BIOMASA JAKO ALTERNATIVNÍ ZDROJ ENERGIE

Bakalářská práce

Lenka FRANCOVÁ

Vedoucí práce: Mgr. Martin Havelka, Ph.D.

Olomouc 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Martina Havelky, Ph.D., a také že jsem veškerou použitou literaturu a zdroje uvedla v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Olomouci dne 3.4.2012

.....

podpis autora

Poděkování:

Tímto děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Martinovi Havelkovi, Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

V Olomouci dne 3.4.2012

.....

podpis autora

OBSAH

ÚVOD.....	6
TEORETICKÁ ČÁST.....	8
1 PROBLEMATIKA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE.....	8
1.1 Vymezení pojmu OZE	9
1.2 Základní dělení obnovitelných zdrojů energie	9
2 POČÁTKY BIOMASY V HISTORII.....	12
3 BIOMASA	13
3.1 Charakteristika.....	13
3.2 Typologie.....	14
3.3 Vlastnosti.....	15
4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ BIOMASY	17
4.1 Mechanické přeměny	17
4.2 Termochemické přeměny (suché procesy).....	24
4.2.1 Spalování.....	24
4.2.2 Zplyňování	28
4.2.3 Pyrolýza	30
4.3 Biomechanické přeměny (mokré procesy).....	32
4.3.1 Anaerobní digesce	33
4.3.2 Aerobní fermentace (kompostování).....	35
4.3.3 Alkoholová fermentace (alkoholové kvašení)	36
APLIKAČNÍ ČÁST	37
5 ANALÝZA RÁMCOVÉHO VZDĚLAVACÍHO PROGRAMU	37
5.1 Vymezení základních pojmů ve zvolených vzdělávacích oblastech ve spojitosti s biomasou	38
5.1.1 Vzdělávací oblast Člověk a příroda.....	39

5.1.2	Vzdělávací oblast Člověk a svět práce	44
5.1.3	Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie	45
6	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	47
6.1	Charakteristika dotazníku	47
6.2	Charakteristika vzorku respondentů	47
7	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PROVEDNÉHO ŠETŘENÍ.....	48
	ZÁVĚR.....	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	64
	SEZNAM PŘÍLOH.....	67

ÚVOD

Biomasa patří ve společnosti mezi relativně málo diskutované obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE), což potvrzuje pozorování současného rozvoje OZE v České republice. Nejvíce diskutovanými a veřejně preferovanými obnovitelnými zdroji se stávají solární (zvláště fotovoltaické) panely. Především v České republice se poslední dobou rozmohl trend instalování solárních panelů na malé domky hlavně v suburbanizovaných částech měst. Přestože biomasa je nejstarší obnovitelný zdroj energie používaný mezi lidmi, jeho podíl na světové produkci energie se postupně snižuje. (19) Za tuto situaci může fakt, že fosilní paliva mají vyšší energetickou hustotu a jsou relativně levná. To platí v průmyslově vyspělých zemích.

Nízká míra informovanosti veřejnosti v oblasti využití biomasy vzniká zřejmě již na počátku získávání poznatků, a to ve výchovně vzdělávacím procesu. V budoucnosti budou obnovitelné zdroje nezbytnou součástí našeho života ve větší míře. Toto odvětví je neustále formováno a zdokonalováno.

Teoretická část práce seznamuje s problematikou biomasy. Co si pod pojmem biomasa představit, jak se dělí, jaké má vlastnosti a jak jsou dostupné metody jejího zpracování. V praktické části se pokusíme přispět návrhem realizace tématu Biomasa do výuky na základních školách, především na 2. stupni. K tomu je třeba si prostudovat Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále RVP ZV) a poté z RVP ZV vyhodnotit, které oblasti by se mohly podílet na zařazení tématu Biomasa do výuky. Před samotným zařazením tohoto tématu do výuky je třeba určit důležitost informací ve vzdělávacích oblastech a rozlišit, co by žákům mělo být předáváno ve výuce. K tomu budou sloužit vybrané klíčové pojmy. Pojmy budou vybrány tak, aby si žáci mohli odnést takové informace a dovednosti, které budou schopni si pamatovat i po absolvování školy. Vybranými oblastmi pro účel práce se stávají Člověk a příroda, Člověk a svět práce, Informační a komunikační technologie. Každá ze vzdělávacích oblastí je specifická. Člověk a příroda je především založená na problémech spojených se zkoumáním přírody (29), byla vybrána jednoznačně, neboť má úzkou souvislost s biomasou, která se zde projevuje mezipředmětovými vazbami. Samotné uvedení tématu biomasy by nebylo vhodné, je potřeba objasnit širší souvislosti (aktuálnost OZE a tím i biomasy ve společnosti apod.), proto dalším vhodnou vzdělávací oblastí se jeví Člověk a svět práce. Oblast postihuje široké spektrum pracovních činností a technologií, vede žáky k získání základních uživatelských dovedností v různých oborech lidské

činnosti. (29) To, jak je člověk schopen přijímat, zpracovávat a využívat informace v dnešní společnosti silně ovlivňují ICT. Právě z tohoto důvodu byla dále vybrána vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie. Oblast je založena na vyhledání, zpracování a využití informací. Vyhledání informací je důležitou součástí dnešního vzdělávání. V podstatě bychom mohli dovednosti spojené se získáváním, zpracováním a využíváním informací označit za důležitou část procesu poznávání. Již na počátku zisku informace, je ovšem třeba zajistit také její důvěryhodnost, aby nebyla mylně šířena v domnění, že je správná. Především žáci mají problém rozpoznat na internetu relevantní a důvěryhodné zdroje. A právě proto je třeba je naučit nejdřív získat a až poté využít správnou informaci, která se bude týkat biomasy.

Bakalářská práce si klade za cíl přispět nejen návrhem realizace tématu Biomasa do výuky a kromě toho, také rozvinout další klíčové kompetence u žáků (více viz kapitola 5). Ze tří výše zmíněných vzdělávacích oblastí budou vymezeny kompetence, které žáci mají možnost získat při realizaci tématu Biomasa do výuky. Téma je zařazeno okrajově a vybrané pojmy ze vzdělávacích oblastí jsou vodítkem pro školy, jak by mělo vypadat minimum spojené s biomasou. Dílčím cílem práce je zpracovat přehled problematiky vážící se k pojmu biomasa jako k jednomu z OZE a na základě analýzy předložit soubor pojmů použitelných jako standard v uvedené problematice, tj. odpověď na otázku: Co by měl žák znát v souvislosti s pojmem „biomasa“. Cílem v aplikační části práce je sestavení dotazníku pro ověření úrovně znalostí vážících se k problematice biomasy u žáků 9. tříd ZŠ a realizace příslušného výzkumného šetření.

TEORETICKÁ ČÁST

1 PROBLEMATIKA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Energetická koncepce vyspělých průmyslových zemí byla donedávna založena převážně na využívání fosilních paliv. Prvním milníkem, který ovlivnil postoj společnosti k obnovitelným zdrojům energie, byla první tzv. ropná krize v roce 1973. Krize prokázala křehkost lidské společnosti, která je založena na intenzivně využívaných, ale nerovnoměrně ve světě rozložených zásob fosilních paliv. Ukázalo se, že světové zásoby fosilních paliv nejsou nevyčerpatelné. Právě z tohoto důvodu společnost hledá jiné vhodné alternativní způsoby získávání energií. Cílem je využívat energii pro socioekonomickou sféru. Prvními zástupci alternativních zdrojů energií se staly některé složky z fyzickogeografické sféry např. teplo a světlo ze Slunce či nitra Země, vítr, voda a biota. Začaly být využívány tzv. obnovitelné zdroje energie (dále OZE). OZE čerpáme v podobě slunečního záření, větrné energie, vodní energie, energie geotermální (z nitra Země), energie přílivu a biomasy. Základním problémem OZE je skutečnost, že jsou dostupné jen v omezené míře. Tyto zdroje vznikají a jsou spotřebovávány v reálném čase, na rozdíl od fosilních paliv, která se hromadila po velmi dlouhou dobu, teď jsou nám k dispozici a v zásadě je na nás, jak rychle je budeme spotřebovávat. (18)

S intenzivním rozvojem dopravy, komunikací a transportu produktů se urychlil proces čerpání fosilních paliv. Je třeba zdůraznit, že veškerá energie, která se v současné době čerpá, je z 85 % fosilního původu. Základním problémem společnosti je ekonomická situace, která nutí občany České republiky platit více peněz dodavatelům za dovoz plynu a možnosti využití benzínu a nafty. Cena energie a tedy i výkupní ceny energií produkované OZE je politikou. Růst cen energií obecně je jedním z faktorů zvyšujícího se zájmu o OZE. Mimo jiné to souvisí s požadavkem na vybudování potřebné infrastruktury. Vezmeme-li v úvahu náklady potřebné na vybudování těchto infrastruktur a technických prostředků pro jednotlivé typy OZE, jsou fosilní zdroje stále příliš levné na to, aby se využívání OZE rozšiřovalo masivně. Dalším problémem jsou ekologické zájmy. Na základě toho, že fosilní paliva jsou stále nejlevnější a nejpohodlnější ze všech energetických zdrojů, se čerpají i nadále, přesto ale jejich použití znečišťuje životní prostředí. Ze všech nejvíce nežádoucích emisních plynů, které fosilní paliva produkují, je oxid uhličitý, jehož postupně se zvyšující koncentrace v atmosféře představuje velký problém (plyn přispívá ke zvětšení ozonové díry). (19)

V České republice se doposud v obecném povědomí jeví tento problém jako bezvýznamný a ignoruje se možnost rostoucí známky ekologických katastrof.

1.1 Vymezení pojmu OZE

Laickou veřejností je v současnosti pojem OZE často využíván, bez toho aniž by byl exaktně definován. Setkáváme se s tím, že jednotliví mluvčí chápou tento pojem odlišně. Pro účel práce je potřeba nejprve pojem OZE vymežit. V souladu se zákony České republiky existují následující definice:

a) Zákona č. 180/2005 Sb. § 2 (odst. 1) o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) říká, že: „*Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, skládkového plynu, kalového plynu a energie bioplynu.*“ (13, s. 49)

b) Podle zákona o životním prostředí jsou OZE chápány takto: „*Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.*“ (5)

c) Zákon 406/2000 o hospodaření energií říká, že: „*Obnovitelné zdroje energie jsou využitelné energetické zdroje, jejichž energetický potenciál se obnovuje přírodními procesy, jde např. o přírodní živly (Slunce, vítr, voda), geotermální energii a biomasu (rostlinného či živočišného původu).*“ (14)

Na základě vybraných definic je nejvhodnější první. Jasně obsahuje výčet položek, které OZE zahrnují. Definice je tudíž ideální i pro laickou veřejnost, která dokáže pochopit jaký má pojem OZE význam, a dále jaká je jeho spojitost s nejvíce diskutovaným prvkem ve společnosti, kterým je výroba elektřiny.

1.2 Základní dělení obnovitelných zdrojů energie

Energie Slunce (solární)

Většina obnovitelných zdrojů má svůj původ v energii slunečního záření. Největší potenciál (ve smyslu množství energie, které nám může poskytnout) má přímé využití slunečního záření k výrobě tepla nebo elektřiny. V nitru Slunce probíhá několik miliard let termonukleární reakce, při které se mění vodík na helium za uvolnění velkého množství energie a tato energie je předávána na Zem ve formě záření. Toto záření je

primárním zdrojem energie pro technické zařízení, jimiž jsou fototermické kolektory a fotovoltaické články. Způsob takto využití energie řadíme mezi aktivní. Jako pasivní využití energie bychom mohli označit například vhodně architektonicky řešenou budovu (v závislosti na poloze, druhu konstrukce budovy, použitých materiálech atd.). Sluneční záření má velký význam ve vztahu k biomase, která je jedním z OZE. Stojí na počátku vzniku biomasy, neboť rostliny přijímají sluneční záření k fotosyntéze.

Energie větrná

Je to taková energie, která se z energie slunce přemění na kinetickou energii vzdušných mas. „*Vítr je vlastně proudění vzduchu, které vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře.*“ (28) Tak jako se dříve využívala síla větru pro roztočení mlýnského kola, dnes pohání rotory větrných elektráren. Za největší nevýhodu se v současnosti považuje nepravidelnost, nahodilost a nepřesnost předpovědi síly i směru větru. Právě tyto faktory vedou k jasnému závěru: zařízení jsou schopna pracovat pouze v závislosti na ročním období. Dále větrné a fotovoltaické systémy silně zatěžují přenosovou elektrizační soustavu, která může při přetížení i kolabovat (Blackout).

Energie vodní

Energie vody je historicky nejstarším využívaným zdrojem energie. Dříve se využívala k dopravě, později k pohánění mechanismů jako je mlýnské kolo, čerpadlo a hamr. Energetickým zdrojem je proudící voda, využití její energie je zpravidla realizováno 2 způsoby:

- a) přirozeně* - přirozený spád horních částí vodního toků
- b) uměle* - vytvoření umělého prudkého spádu vody přehradami

Vodní energie využívá přeměny na elektrickou energii ve vodních elektrárnách. Většina významných elektráren je založena na vytvoření umělého spádu vody.

Energie geotermální

Geotermální energie je projev tepelné energie zemského jádra. Geotermální zdroje nalezneme v širokém spektru hlubin, jak od mělkých povrchových, tak několikakilometrových hlubokých rezervoárů vroucí vody a par, které vznikají díky dešťům. Voda, která spadne, proniká hluboko skrz pukliny v hornině, tam se zahřívá a cirkuluje zpět na povrch. V přírodě se geotermální energie nejčastěji objevuje ve formě sopek (pod povrchem je přítomno magma, která má velký teplotní vzestup),

pramenů vroucí vody a gejzírů. Jen na málo místech tato energie prostupuje z hlubin na povrch. Nejvýhodnějšími oblastmi pro využití geotermální energie jsou území na okrajích tektonických desek - s velkou sopečnou a tektonickou aktivitou. (3)

Biomasa

Biomasa versus rostlinná hmota a její zbytky, vzniká přímo nebo nepřímo působením sluneční energie při fotosyntéze. K přibližně 2,5 bilionům tun veškeré hmoty rostlin vegetujících na naší planetě přirůstá každým rokem okolo 170 miliard tun biomasy – dřeva stromů, nejrůznějších trav, obilovin, plodin a vodních rostlin. Kromě přirozené „produkce“ přírodní živé hmoty dnes zahrnujeme pod aktuální využití biomasy i využití některého průmyslového odpadu živého původu, např. chlévské mrvy a kejdy (dá se proměnit v bioplyn nebo kapalná biopaliva), i komunálního odpadu - kaly z čistíren, bioplyn z řízených skládek odpadu aj. (3)

Biopalivo

Za biopaliva lze považovat paliva, která vzniknou cílenou výrobou nebo úpravou biomasy. Může se jednat o úpravy mechanické (štípání, drcení) a chemické, resp. termochemické, bio-chemické či mechanicko-chemické (např. pyrolýza). Podle konzistence rozlišujeme paliva tuhá, plynná a kapalná. Energie obsažená v biopalivech se uvolňuje při spalování především ve formě tepelné energie, kterou je možné dále využívat.

2 POČÁTKY BIOMASY V HISTORII

Pro zahájení práce o samotném pojmu biomasa a s ním věci spojených, je třeba poukázat na velký význam tohoto obnovitelného zdroje již v minulosti. Prvotní myšlenky týkající se využití energie z biomasy byly postaveny na výzkumech a bádání vědců, vycházely z poznatků založených na chování nejen biomasy jako takové, ale například i základních plynů, kterých dnes dostáváme pomocí procesů přeměn biomasy (více kapitola 4). Biomasa patří k nejstarším zdrojům energie, kterou lidstvo již dávno využívalo. Za prvního významného průkopníka v rozvoji biomasy je považován Volta (1745-1827), jenž zkoumal tvorbu přírodního metanu tak, že spaloval bahenní plyn. Toto zkoumání rozšířil o další myšlenku anglický fyzik Faraday (1791-1867), který označil metan jako uhlovodík na základě experimentů s bahenním plynem. Avogadro (1776-1856) stanovil chemický vzorec pro metan (CH_4). Přes tyto výzkumy se dostávali vědci k tomu, jak využít samotnou rostlinou biomasu, k získání nejen plynů (a jejich využívání k pohonu), ale i dalších modifikací. Duffy a Patrick popsali výrobu bionafty přeesterifikací (esterifikace je reakce alkoholu s kyselinou nebo s jejím derivátem za vzniku esteru a vody) rostlinných olejů s metanolem. První bio- zařízení, které bylo používáno v Bombaji (Indie) a bylo založeno na využívání odpadu a rostlinného materiálu jako výchozího substrátu, je datováno do roku 1859. Nepostradatelným se v této oblasti stal Diesel (1858-1913), který testoval využití čistých rostlinných olejů jako paliva pro diesellové motory, dále Chavane, který podal patent na přeesterifikaci rostlinných olejů s etanolem a metanolem. (11, s. 17-19) O současných dostupných metodách zpracování biomasy se dozvíme v dalších kapitolách.

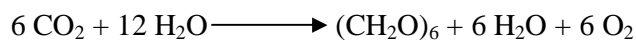
3 BIOMASA

3.1 Charakteristika

Pro pojem biomasa je vymezeno mnoho různých definic od těch nejjednodušších základních, kdy dle (6, s. 20) se „*pojem biomasa používá pro označení organické hmoty biologického (rostlinného nebo živočišného) původu*“ až po ty rozvinutější, kde (10, s. 139) se tvrdí, že za vhodnější definici považujeme označení biomasy jako „*substance biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady*“. Definice podrobněji rozvíjí, co můžeme označit za biomasu, avšak není úplně ideální. Mohou vznikat otázky k živočišné biomase. Není psáno, o co přesně jde a lze tedy předpokládat, že je definice určena pro práci se zaměřením čistě na rostlinnou biomasu. Pro účel této práce je potřeba vymežit definici tak, aby bylo porozuměno rozdílu mezi biomasou rostlinnou a živočišnou. Postačí nám tato definice: „*biomasa je definována jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat*“ (26), která jasně vymezuje, co patří do biomasy rostlinného a živočišného původu a je vhodná k pochopení biomasy jako takové.

Biomasa je nejen užitečná pro výrobu energie, ale je také cennou surovinou pro výrobu stavebních materiálů, papíru, biologicky rozložitelných plastů atd. Lze ji použít i pro výrobu základních chemických sloučenin pro organické chemické aplikace a dále pro vývoj nových materiálů. Biomasa (sláma z pole, rostliny atd.) je kromě obnovitelného zdroje také zdrojem udržitelným. Pokud je sklizena a spálí se pro účel získání energie, nahrazuje se výsadbou dalších rostlin. Při jejím spalování vznikají plyny, které se řadí do skleníkových plynů vzniklých činností člověka, ovšem nepřispívají ke skleníkovému efektu (což se nedá říct o spalování fosilních paliv), neboť je to jen zlomek oxidu uhličitého (CO₂), který je vyprodukovaný během hoření. Tento malý podíl oxidu uhličitého zase pohltí ostatní rostliny během jejich růstu. Pro lepší orientaci je třeba si připomenout princip fotosyntézy.

Podstatná část organických látek v biomase vzniká při fotosyntéze z oxidu uhličitého a vody za spolupůsobení enzymů, chlorofylu a světelné energie. Proces fotosyntézy je podle (10, s. 32) charakterizován chemickou rovnicí:



oxid uhličitý + voda \longrightarrow cukr + voda + kyslík

Při spalování biomasy opět vzniká oxid uhličitý. Dochází tedy k uzavřenému procesu, kdy rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší CO_2 a při spalování ho do ovzduší opět vracejí

3.2 Typologie

Typologie biomasy je složitá, lze ji rozdělit dle mnoha hledisek, a proto uvedeme pouze ty v odborné literatuře nejpoužívanější, mezi které patří následující:

a) **Podle formy** skupenství v jakém se vyskytuje biomasa, ji lze dělit na *tuhou (pevnou), kapalnou a plynnou*.

Tuhá (pevná) biomasa. Radíme sem dřevo v různých formách jako například polena, štěpku, kůru, piliny a pelety. Mezi tuhá biopaliva patří také seno (ve formě pelet a briket), sláma a energetické plodiny určené k přímému spalování.

Kapalná biomasa jsou paliva, která se v podmínkách, při nichž jsou skladována, dopravována a připravována pro energetické využití, nachází v kapalném stavu. Z tzv. alkoholových biopaliv je nejznámější bioethanol. Dalšími alkoholovými palivy jsou biomethanol a butanol. Zvláštním a důležitým případem paliva je tzv. MEŘO, což je metylester řepkového oleje, který se přidává do motorové nafty a tato směs se označuje pojmem *bionafta*. (17)

Plynná biomasa se vyskytuje v plynném stavu. Mezi plynné biopalivo patří bioplyn, který vzniká při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek) v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku, jedná se o produkt anaerobní digesce (podrobněji v kapitole 4). Dalším plynným biopalivem je pyrolýzní plyn, což je produkt termického zpracování biomasy známý také jako tzv. dřevoplyn. Mezi další plyny patří syntézní plyn. (17)

b) **Podle vlhkosti** vyjádřením procentuální přítomnosti vody resp. obsahu sušiny (množství suché hmoty) v biomase lze biomasu dělit na *suchou a mokrou*.

Suchá biomasa je taková, jestliže podíl sušiny v ní obsažený je větší než 50 %. (10) Do suché biomasy patří dřevo, dřevní odpady, sláma a další odpady rostlinného zastoupení v usušeném stavu.

Mokrý biomasa má obsah sušiny menší než 50 %. Do mokré biomasy patří tekuté a pevné odpady hospodářských zvířat promísené vodou nebo také siláž.

Dělení podle vlhkosti souvisí s dělením biomasy podle formy - hlavně s tuhou formou biomasy, kde je podíl sušiny právě vyšší než 50 %.

c) **Podle vzniku a původu** je biomasa rozdělena na **záměrně získávanou (fytomasa a dendromasa) a odpadní biomasu (zbytková)**.

Záměrně (cíleně) získávaná biomasa je výsledek zemědělské výrobní činnosti. Za záměrně získávanou biomasu považujeme rychle rostoucí dřeviny (např.: akát, topol, jasan) a stébelniny (např.: pšenice, řepka, seno, šťovík) rychle zvětšující svůj objem. V záměrně získávané biomase jsou zástupci tzv. energetických plodin. Tyto plodiny jsou vlastně rostliny, které slouží při jejich zpracování k získání energie. Ze dřevin to jsou především akáty, topoly, jasan, olše, břízy. Z rostlin a plodin jsou to hlavně šťovík, řepka, lesknice, kostřava, psineček, ovsík či ozdobnice čínská, ale také brambory, kukuřice a cukrová řepa.

Cílené pěstování energetické biomasy je vhodné pro využití nevyužitých půd, která je zarostlá plevely nebo obsahuje škůdce. Do skupiny záměrně pěstované biomasy řadíme podskupinu známou jako **fytomasa a dendromasa**.

Fytomasa je dílčí součástí biomasy. Je to v podstatě biomasa rostlinného původu, která vzniká při fotosyntéze a patří do zemědělské biomasy. Tvoří část veškeré produkované biomasy biotických společenstev. (4) Množství (hmotnost) fytomasy se stanovuje především v suchém stavu, bez vody.

Dendromasa je lesní biomasa zahrnující zbytky z lesního hospodářství (hoblíny, odřezky, štěpky).

Odpadní (zbytková) biomasa je odpad zemědělské výroby, odpad z potravinářských provozů, odpad z lesní činnosti, organický odpad z průmyslových podniků, organické odpady z venkovských sídel. (10, s. 141)

3.3 Vlastnosti

Biomasa se vyznačuje mnoha vlastnostmi. Jsou důležitými parametry biomasy, dle kterých je možno s materiálem dále pracovat (skladování, přepravování atd.). Některé vlastnosti jsou žádoucí, jiné naopak ne. Uvedeny jsou základní vlastnosti pevných paliv, s kterými je nakládáno nejčastěji. Co se týče zpracování, vlastnosti dělíme na **fyzikální, spalovací a chemické**.

Fyzikální – granulometrie, podíl jemných částic, sypná hustota, hustota celistvého objemu, obrusnost. Tyto vlastnosti přispívají ke skladovatelnosti a přepravitelnosti paliva, dále také k tvorbě prachu.

Technologické, kam patří i spalovací – vlhkost (okolního vzduchu, materiálu), výhřevnost, obsah a tavitelnost popela. Tyto vlastnosti ovlivňují energetický obsah, konstrukci tepelného zařízení, hořlavost, obsah tuhých znečišťujících látek a tvorbu strusky.

Pro měření vlhkosti biomasy je k dispozici několik přístrojů. Při měření vlhkosti rozlišujeme různé druhy vlhkosti daného materiálu- tj. relativní rovnovážnou a absolutní vlhkost. *Relativní rovnovážná vlhkost* látek udává rovnovážný stav materiálu s relativní vlhkostí okolního vzduchu a zároveň při tomto stavu již žádnou vlhkost materiál nepřijímá, ale také nevydává. *Absolutní materiálová vlhkost* charakterizuje procentní obsah vody v materiálu, jenž je vztažený na celkovou hmotnost na sušinu – tj. na hmotnost vysušeného vzorku. Vlhkost souvisí s výhřevností, což je pro energetické využití biomasy významný údaj. (16, s. 51)

Chemické – obsah dusíku, síry, chloru, alkálií a těžkých kovů jsou především ukazatele ovlivňující tvorbu emisí, korozi, vlastnosti tavitelnosti a složení popela.

4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ BIOMASY

Nejen ve světě techniky přicházíme do styku s technickými objekty a s nimi spojenými činnostmi, jako například jejich užití, údržbu atd. Tyto činnosti nazýváme technologie. (15) V rámci této bakalářské práce technologií rozumíme nastínění postupu nebo metody přeměny biomasy v palivo (biopalivo). Za biopalivo je tedy považováno palivo, vyrobené přímo nebo nepřímo z biomasy. Energie produkovaná různými způsoby z biomasy, resp. z biopaliv je nazývána bioenergií. Volba metody jejího zpracování je závislá na druhu zpracovávané biomasy a na požadavku na výstupní produkt. Tabulka 1 nastiňuje dělení technologií, u každé technologie je uveden finální produkt. Vhodnost aplikace různých způsobů konverze biomasy k energetickým účelům uvádí příloha 1.

Tab. 1 Rozdělení přeměn biomasy a k nim příslušející technologie zpracování.

technologie	produkt
mechanické přeměny	
mechanická úprava	štěpka, pelety, drť
termochemické přeměny	
spalování	teplo
zplyňování	plyn
pyrolýza	olej, dehet, plyn
biochemické přeměny	
anaerobní digesce	bioplyn
kompostování	hnojivo
alkoholové kvašení	etanol, butanol

4.1 Mechanické přeměny

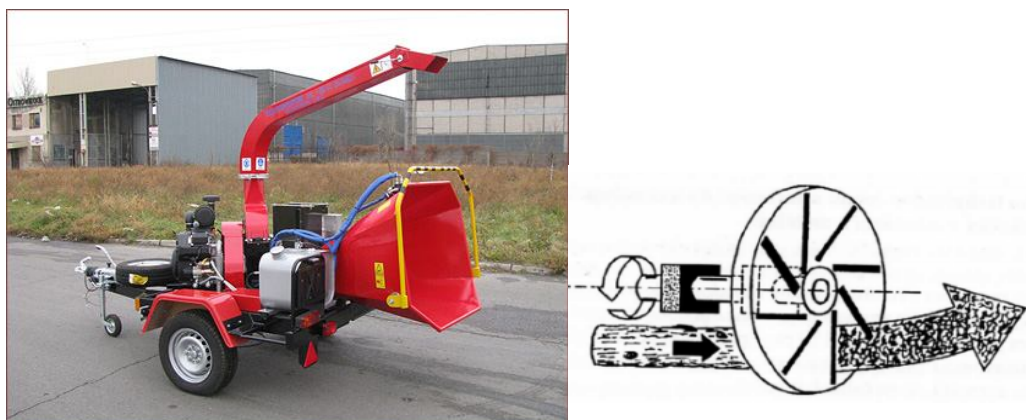
Než přistoupíme k samotným procesům (spalování, zplyňování atd.), které se využívají ke zpracování biomasy a dále k získání finálních produktů, je třeba si říct něco o sklizni biomasy a její přípravě k uskladnění. Nejvhodnější biomasou ke sklizni se nabízí bylinná, dřevní, ovocná a ostatní směsi. Z důvodu malého potenciálu biomasy ovocné a směsí, se budeme zabývat pouze bylinnou a dřevní. Ke sklizni biomasy se používají někdy také speciální stroje (nikoliv pouze kombajny či motorové pily). Speciální stroje na úpravu biomasy budou náplní této podkapitoly.

Nejčastěji zpracovanou biomasou (biopalivem) pomocí mechanické přeměny je pevná biomasa v podobě dřeva. Dřevo je třeba upravit do požadované velikosti předtím, než se s ním bude nakládat pro energetické účely. K tomu slouží například stříhací

zařízení, sekačky a drtiče. Stříhací zařízení se používá pouze na přípravu dřeva pro energetické účely. Na úpravu dřeva dřevařského průmyslu se používá jednožobové stříhací zařízení, které je založeno na principu gilotiny. Existují i varianty s vyšším počtem stříhacích nožů vedle sebe. Sekačky někdy také zvané jako štěpkovače, jsou zařízení k beztržskému dělení dřeva. Sekačky můžeme dělit podle začlenění do technologických linek na stacionární a mobilní. Sekací agregát u stacionární sekačky se skládá z rotoru a statoru a je trvale zabudovaný do technologické linky na pevných základech. K pohonu sekačky slouží elektromotor. (10, s. 39) Linky mají zabudovaný systém na podávání nezpracované biomasy do štěpkovače a dopravník na odvod štěrky jako finálního produktu po zpracování do místa skladování. Princip sekání u mobilní sekačky je v podstatě stejný jako u stacionárních, pouze jsou to pojízdné sekačky, které mají sekací agregát namontován na pojízdném podvozku, který je určen k přesunu sekačky. Podle sekacího mechanismu dělíme sekačky na diskové, bubnové a šroubové. Nejčastěji se k sekání používají diskové a bubnové sekačky.

Diskové sekačky

Jsou nejrozšířenější a nejvýkonnější zařízení na výrobu štěrky. Pojízdné diskové sekačky vznikly ze stacionárních sekaček. V současnosti se byly provedeny takové úpravy, aby bylo možné sekát i celé stromy na štěrku. Nože (od 2-16 nožů) jsou umístěny na rotujícím disku, který má průměr 1 až 2 metry. (10) Na rotující disk, se pod úhlem přisunuje dřevní materiál (obr. 1), který je noži štěpkován, disk si ho přitahuje sám. Biomasa může být přiváděna také kolmo, v tomto případě musí být štěpkovač (sekačka) opatřen podávacím zařízením, které nedovolí vertikální ani horizontální pohyb. Diskové sekačky vyrábějí kvalitní štěrku, umožňují sekát dřevo až do průměru 0,5 m.



Obr. 1 Mobilní diskový štěpkovač a schéma sekacího ústrojí diskové sekačky - štěpkovače (25, 10)

Bubnové sekačky

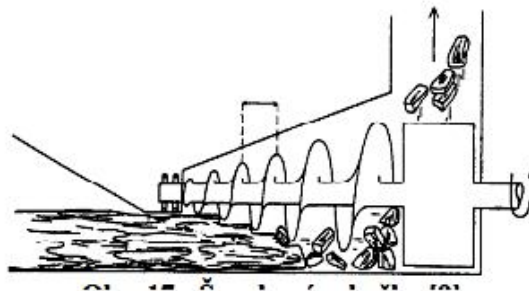
Bubnové sekačky mají nože umístěny po obvodu rotujícího válce (obr. 2), takže štěpkovač pracuje na principu hoblovačky. Je vhodný pro suroviny menších rozměrů, např. pro lesní odpad. Na rozdíl od diskových mají menší rozměry i výkonnost, což umožňuje konstruovat a produkovat sekačky menších rozměrů. Vzhledem k nižším výkonům nelze využívat na sekání velkých kusů dřeva, avšak její přednosti spočívají v sekání drobného materiálu, jako jsou větve. Bubnové sekačky často obsahují ventilátor pro zvýšení vtahovacího účinku, protože buben nemá sám o sobě téměř žádný vtahovací ani vrhací účinek. (12)



Obr. 2 Mobilní čtyřbubnová sekačka a sekací ústrojí bubnové sekačky (20, 10)

Šroubové štěpkovače

Využívají se pouze pro malé štěpkovače zahradního typu. Štěpkovacím mechanismem je šroubovice s ostřím po hraně (obr. 3). Vlivem rotace vztahuje šroubovice materiál do štěpkovače a zároveň odděluje štěpku. (20, s. 21)



Obr. 3 Mechanismus šroubové sekačky (22)

Existují různé varianty provedení sekaček. Některé mají ruční dávkování dřeva nebo naopak mechanické. Sekačky mohou být realizované s podávacím zařízením nebo bez něj. Podle technického řešení se sekačky zavěšují na závěs traktorů před něj nebo za něj. Protože štěpkování je energeticky náročné, provádí se homogenizace těžebního odpadu metodou paketování. Při paketování se lisuje, pomocí paketovacích strojů (obr. 4), klest do balíků obdobně jako sláma, lisovací tlaky jsou ale vyšší než u lisů na slámu, protože větve kladou při lisování větší odpor. Vzniklý slisovaný balík se nazývá paket. (10, s. 45) Pakety jsou vhodné pro dopravu, manipulaci a skladování. Pakety lze spalovat ve speciálních topeništích nebo topeništích vyššího výkonu se stabilizačním palivem, používají se pouze jako přepravní forma, před konečným užitím jsou například štěpkovány nebo jinak upravovány.



Obr. 4 Paketovací stroj (10)

Drtiče

Drtiče upravují takové rozměry dřeva, které není možné sekat sekačkami, jde o dřevo drobné, nebo netvárné (křoviny aj.). Podle počtu otáček je dělíme na nízkootáčkové a vysokootáčkové. Nízkootáčkové drtiče jsou určeny hlavně k drcení rozměrově nehomogenního odpadu z nábytkářské výroby (obr. 5).



Obr. 5 Pomaloběžný (nízkootáčkový) drtič (8)

Činným orgánem je obvykle válec, po jehož obvodu jsou spirálovitě rozmístěné nožiky různých tvarů (obr. 6). Podle tvarů nožů je tvarován i protinůž. Drtiče se mohou lišit počtem válců, realizují se jako jednoválcové nebo dvouválcové. (10, s. 44)



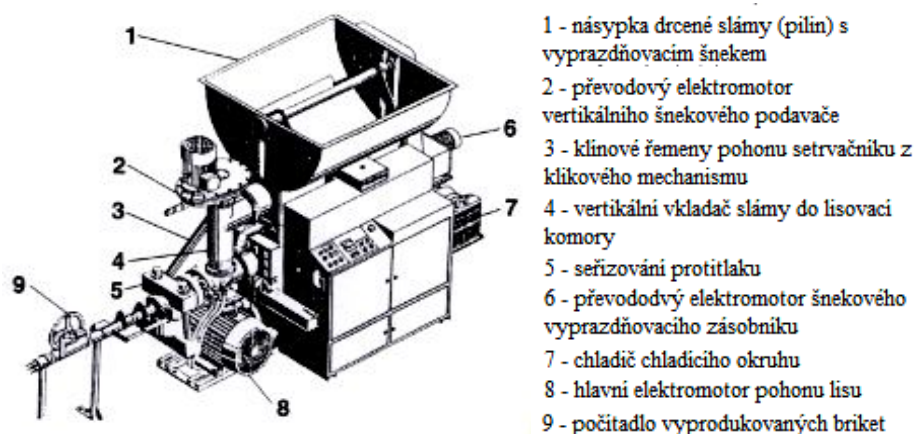
Obr. 6 Mechanismus nízkootáčkového drtiče (2)

Vysokootáčkové dělíme dle tvaru drtícího agregátu na diskové, vybavené vertikálně umístěným diskem s malými břity (k drcení pařezů a těžebního odpadu), dřevo k disku přitlačuje hydraulicky ovládaná protilehlá stěna. Dalším typem je bubnový drtící agregát, který má spirálovitě rozmístěné nože nebo kladívka po obvodu bubnu (k drcení větví, křovin, kůry apod.).

Důležitým produktem při mechanické úpravě biomasy jsou pelety a brikety. Produkty jsou především vytvořeny z bylinné a dřevní biomasy. Oproti jiným pevným

palivům se vyznačují zejména nižším obsahem síry a těžkých kovů, vyrovnanou energetickou bilancí a příliš nezatěžují ovzduší skleníkovými plyny. Popel zbylý po jejich spálení se využívá jako hnojivo nebo je kompostován. Látka, která drží materiál spolu, se nazývá lignin. Lignin je důležitou stavební složkou dřeva zabezpečující dřevnatění jeho buněčných stěn. Zastává funkci pojiva, neboť za vysokých tlaků a teplot plastifikuje. V dřevní biomase je lignin obsažen více. Do biomasy, která není tak pojivá se přidávají aditiva, která působí jako pojivo (např. melasa, kukuřičná mouka, škrob). (20, s. 22) Vstupující materiál se zbavuje nežádoucích částí (kameny, kovy atd.), které zhoršují vlastnosti paliva. Pelety se vyrábí ze suchého dřeva, slámy či zemědělských zbytků. Mají válcový tvar o průměru 6 – 12 mm s délkou 25 – 40 mm. Biomasu je třeba nejprve vysušit, pak se rozdrtí, upraví, proběhne vlastní peletizace, zchladí se a nakonec zabalí. Brikety se vyrábí také ze suchého dřeva, surovina může být více hrubá než pro peletování z důvodu větších rozměrů finálního výrobku. Brikety se ve finále nachází buď v kvádrovém tvaru o 150 x 70 x 60 mm nebo válcovém tvaru o průměru 80 – 90 mm. Zařízení na briketování a peletování se dá rozdělit principiálně na tyto typy:

a) Pístové hydraulické nebo mechanické lisy jednorázové s průměrem briket 50 až 60 mm. Jsou to univerzální lisy (obr. 7), lze je použít také na slámu, papír, piliny, apod. Výkonnost se pohybuje kolem 250 kg/h, pokud se zkombinují například dva lisy s drtičem, tak výkonnost strojů stoupne až na 0,5 t/h. (10, s. 45)

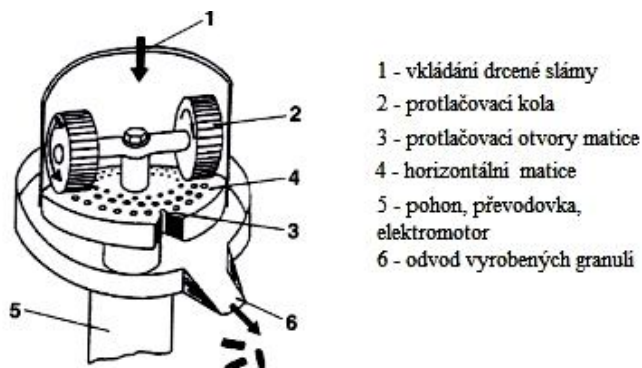


Obr. 7 Briketovací pístový lis (10)

b) Šnekové lisy jednovřetenové nebo dvouřetenové s výkonností kolem 0,5 t/h. (10) Výsledné brikety z těchto šnekových lisů se vyznačují vysokým stupněm stlačení a velkou trvanlivostí. Lisy se používají na sypký materiál, jsou nevhodné pro lisování

stébelnin. Hlavní nevýhodou celého mechanismu je opotřebení lisovacích pouzder a šneků, což je ekonomicky náročné. (20, s. 23)

c) **Protlačovací a granulační lisy** – rozlišují se lisy s kruhovou vertikální maticí a horizontální deskovou maticí. Na obr. 8 je znázorněn protlačovací granulační lis s horizontální maticí.



Obr. 8 Matricový protlačovací granulační lis s horizontální maticí a svislými protlačovacími koly (10)

Výroba dřevěných briket a pelet je založena na slisování materiálu vhodné zrnitosti (velikost částic obvykle 8x8x1 mm, v závislosti na parametrech briketovacího lisu může být až 40 mm) za vysokého tlaku (až 31,5 MPa) a teploty. Stlačením dochází ke značné objemové redukci vstupního materiálu v poměru přibližně 12:1. (10, s. 46) Energeticky je výroba briket a pelet poměrně náročná. Výsledkem briketování dřevní hmoty je vznik zušlechtěného paliva dosahujícího výhřevnosti 18 až 20 MJ/kg, se zůstatkem popela do 1,2 %. Vyznačuje se relativní vlhkostí v rozmezí 5 až 9 %, malým obsahem síry (asi 0,07 %, na rozdíl od hnědého uhlí, které obsahuje až 2 %) a objemovou hmotností 800 až 1 000 kg·m⁻³. Při relativní vlhkosti vzduchu do 80 % je možné tyto výrobky skladovat po téměř neomezenou dobu. Tyto parametry jsou však vykoupены energetickou náročností výroby briket a pelet, neboť tato vyžaduje větší dezintegraci vstupního materiálu při současné optimalizaci, obvykle snížení, jeho vlhkosti. Proto je výhodnější používat již dřívě vysušený a dezintegrovaný materiál, např. suché piliny a hobliny z dřevozpracujícího průmyslu. (10, s. 47)



Obr. 9 Výstupní produkty - zleva: pelety a brikety (12)

4.2 Termochemické přeměny (suché procesy)

Termochemické přeměny označujeme jako tzv. suché procesy pro energetické využití biomasy. Suchá biomasa představuje podíl sušiny přesahující více jak 50 %. Je to obsah suché hmoty vyjádřen v procentech, zbytek procent zaujímá zastoupení obsahu vody. Pro suché procesy je tento poměr sušiny-vody velmi žádoucí a ovlivňuje technologie přeměny biomasy. Po odpovídajícím procesu zpracování se biomasa mění na palivo. Pokud se organické materiály zahřejí bez přístupu vzduchu, rozkládají se na plyn, kapalinu a pevnou látku. Proporce hlavních produktů se ovlivní tím, že se řídí hlavní reakční parametry teploty, rychlosti topení atd. Mezi nejznámější termochemické procesy patří spalování, zplyňování a pyrolýza.

4.2.1 Spalování

Je to nejrozšířenější způsob konverze. Spalování je soubor složitých chemických a fyzikálních dějů, které se vzájemně ovlivňují. Z chemických dějů je dominantní oxidační reakce (částice odevzdává elektrony), dále redukční reakce (částice přijímá elektrony), ta ale již v menší míře. Mezi hlavní fyzikální děje spalování bychom mohli zařadit například přenos hmoty, hybnost a teplo. Nejdůležitějším procesem spalování je proces hoření. (20) Produktem spalování je teplo obsažené v teplotně nosných látkách (kapalná nebo plynná pracovní látka, která přenáší tepelnou energii do místa její přeměny, spotřeby, popřípadě do zásobníku tepla), pára (ohřívání vody) anebo elektrická energie. Celý proces můžeme označit jako reakci hořlavých částic obsažených v biomase s kyslíkem, které probíhají při teplotách 800 až 1 300 °C. (27) Při spalování dostáváme další produkty jako spaliny a tuhé zbytky ve formě popelu. Tato metoda je méně náročná ve srovnání s jinými technologiemi na investiční náklady hlavní nevýhodou je, že ke spalování nejsou vhodné všechny typy biomasy.

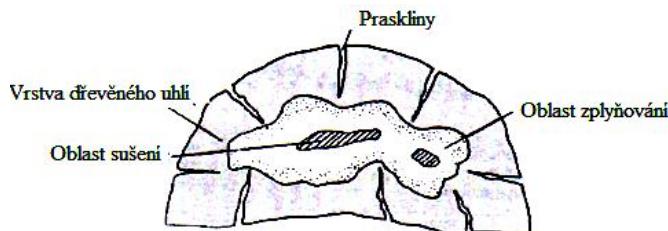
Pro lepší pochopení souvislostí s procesem spalování je třeba si vymezit několik principů, které se v technologii spalování nejčastěji využívají. Tyto principy popisují

hlavně přívod, pohyb, změnu a finální odchod paliva ve spalovacích zařízeních. V praxi jsou používány následující principy spalování:

a) Spalování na roštu - spalování na roštu je v současné době nejrozšířenější druh spalování. Díky relativně dlouhé době setrvání paliva na roštu a vysokým teplotám lze velmi dobře spalovat také materiál s velkým objemem. Princip spalování je znázorněn na obr. 11. Přívod spalovacího vzduchu do jednotlivých míst plochy roštu se zajistí tak, aby spalování probíhalo při optimálním přebytku vzduchu. Rošt má možnost postupně biomasu:

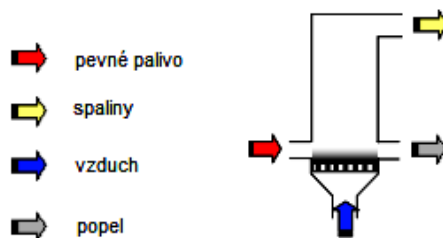
- vysušit,
- odplynit od prchavé hořlaviny - biomasa má rozsah prchavých hořlavin od 70 % (např. sláma) do více než 80 % (např. tvrdé druhy dřeva), což ji odlišuje od jiných tuhých paliv,
- zahřát ji na zápalnou teplotu,
- nechat palivo hořet.

Důležité je nechat palivo dokonale vyhořet. Názorná ukázka na obr. 10 představuje kus dřeva při hoření a znázorňuje oblast sušení a zplyňování, které jsou nejdůležitějšími oblastmi materiálu při spalování. (11)



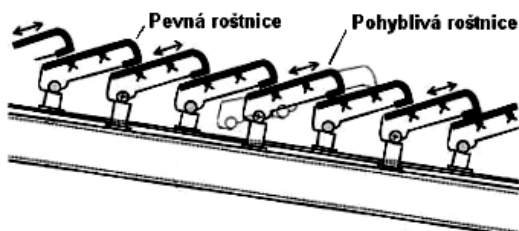
Obr. 10 Oblast hoření na průřezu kusu dřeva (11, s. 55)

Po všech fázích spalování vznikají tuhé zbytky, které se shromažďují a je potřeba je odvést z ohniště.



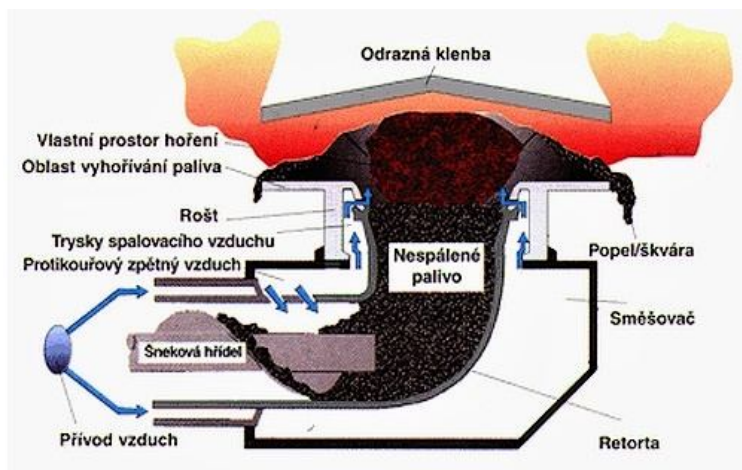
Obr. 11 Princip spalování na roštu (23)

Rošty mohou být, z hlediska konstrukčního provedení, kromě pevných také pásové, podsvuné, válcové, posuvné a vrtisuvné. U pevných roštů předchozí fáze spalování probíhají za sebou ve směru výšky vrstvy a u roštů pásových a přesuvných za sebou ve směru délky roštu. (20, s. 30) Základním prvkem účinné plochy roštu je roštnice, mezery mezi roštnicemi nesmějí být velké, aby palivo nepropadlo (obr. 12).



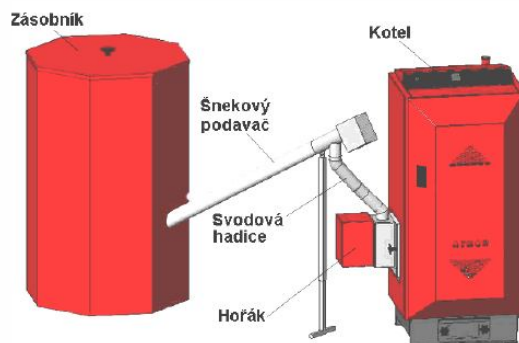
Obr. 12 Posuvný rošt – detail roštnic (20)

b) spalování se spodním přívodem paliva – tento způsob spalování je nejrozšířenější a používá se u kotlů s kontinuálním přívodem paliva (obr. 13 – firma CRE, Anglie). Jedná se o systém, kde je palivo přiváděno pod hořící vrstvu. Klíčovým prvkem systému je keramické těleso, které je schopné odrazet tepelné záření hořící vrstvy a plamene zpět do ohniště, což pomáhá při zapalování a stabilizaci hoření. Palivo se dopravuje šnekovým dopravníkem a pomocí litinového kolena, nazývaného retorta se uvede směr paliva z horizontálního směru do vertikálního. Na retortu navazuje rošt. Rošt je umístěn ve směšovači (kvůli těsnosti). Právě v retortě se palivo zahřeje a vysušuje, nad touto oblastí se uvolní prchavé hořlaviny, které hoří výše. Fixní uhlík dohořívá na roštu, dohořívající palivo (následně z něj vznikne popel) je novým palivem vytlačováno na okraje roštu, kde přepadne do popelníku. (20)



Obr. 13 Ohniště kotle CRE (20)

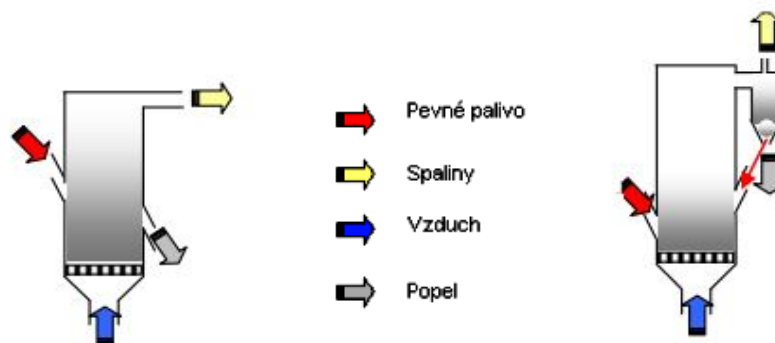
c) *speciální hořáky, hořákové provedení ohniště* – základní princip je založen na podávání paliva do hořáku přes svodovou hadici pomocí šnekového podavače (viz obr. 14). Hořák má čidlo pro zjištění množství paliva v hořáku. Pokud je paliva málo, podavač naplní hořák a část hadice. Palivo hoří přímo v části demontovatelného hořáku, přísun paliva a pohyb paliva je většinou horizontální. (20)



Obr. 14 Kotel s hořákem a zásobníkem (20)

d) *spalování ve fluidní vrstvě (fluidní ohniště)*

Spalování probíhá ve vznosu, kde je palivo (pevná látka) udržováno ve fluidním stavu prouděním vzduchu, kdy odpor proudícího média odpovídá tíze částec a hmota částic se chová jako kapalina. Tento proces je označován jako fluidizace. Palivo je doplněno inertním materiálem (např. křemičitým pískem), který tvoří fluidní vrstvu. Fluidní vrstva má vysokou tepelnou kapacitu, čímž je schopna absorbovat změny vlastností paliv způsobené jejich kolísajícím obsahem vlhkosti. (20) Podle rychlosti fluidizace má vrstva různé stavy. Existují dva typy: atmosférický v tzv. stacionární fluidní vrstvě a v cirkulující fluidní vrstvě, oba stavy znázorňuje obr. 15.



Obr. 15 Zleva: stacionární fluidní vrstva a cirkulující fluidní vrstva (23)

Spalovacích zařízení používají častěji spalování atmosférické s cirkulující vrstvou, které se liší od vrstvy stacionární tím, že se přidává více vzduchu pod fluidní lože, kterým je vynášeno. Uvedený princip podrobně popisuje práce T. Ochodka (20). Spalování na roštu je zatím rozšířenější alternativou, nicméně fluidní technologie se pro své výhody dostává do popředí na základě toho, že se velmi rychle vyvíjí. Jednou z výhod je možné využití pro spoluspalování biomasy s tuhými fosilními palivy. Spalování na roštu a fluidní technologie se používá pro kotelny velkých výkonů řádově až MW, jejich uplatnění můžeme najít výhradně v areálu velkých výrobních podniků, dále u škol a obecních budov. Vhodnými palivy se pak stávají piliny, sláma, štěpka a dřevní odpad. (10)

Pro tepelně energetické využití je potřeba biomasu upravit tak, aby vyhovovala požadavkům spalovacích zařízení. Kvalitu spalování, podíl obsahu škodlivin a jejich koncentraci ovlivňuje mnoho faktorů, které popisuje obr. 16. (30)



Obr. 16 Faktory ovlivňující spalování biomasy (30)

4.2.2 Zplyňování

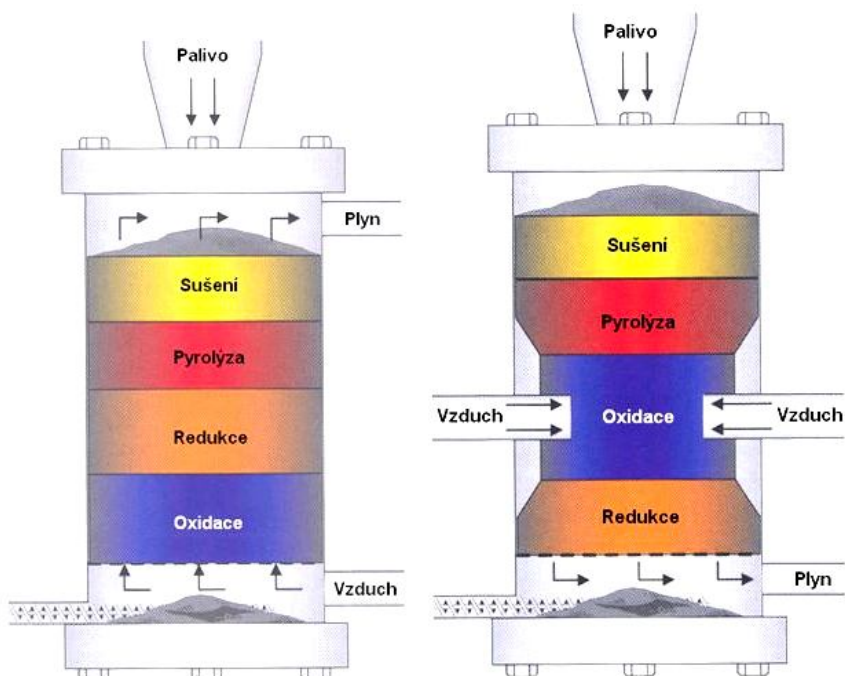
Zplyňování je chemická přeměna biomasy pomocí zplyňovacích látek (kyslíku, vzduchu, vodní páry nebo jejich směsí). Proces probíhá za vyšších teplot, typicky při 750 až 1 000 °C. Ze suché biomasy se působením vysokých teplot bez přístupu vzduchu uvolňují hořlavé plynné složky. Při přítomnosti vzduchu by docházelo k běžnému

spalování. Výsledný plyn je následně odváděn do spalovacího prostoru, kde se spaluje podobným způsobem jako běžná plynná paliva. Účinnost zplyňování dosahuje až 85 %. Průběh zplyňování je následující: sušení – pyrolýza – oxidace- redukce (poslední dvě fáze závisí na druhu zplyňovače).

Zplyňovací systémy lze rozdělit dle konstrukce zplyňovačů na *souproudé*, *protiproudé* a *zplyňovače s fluidním ložem*.

a) zplyňování v generátorech s pevným ložem

Zplyňování probíhá za nižších teplot okolo 500 °C za atmosférického tlaku. Protiproudý zplyňovač je sice velice levný vzhledem k nenáročnosti konstrukce a požadavkům na výrobu, ale jeho produktem jsou například fenoly a dehtový plyn, který je nutno čistit. Oproti tomu souproudý zplyňovač má výpusť plynu na dně reakční komory a díky tomu vznikající dehet prochází spalováním a rozkládá se na lehčí uhlovodíky. (20)

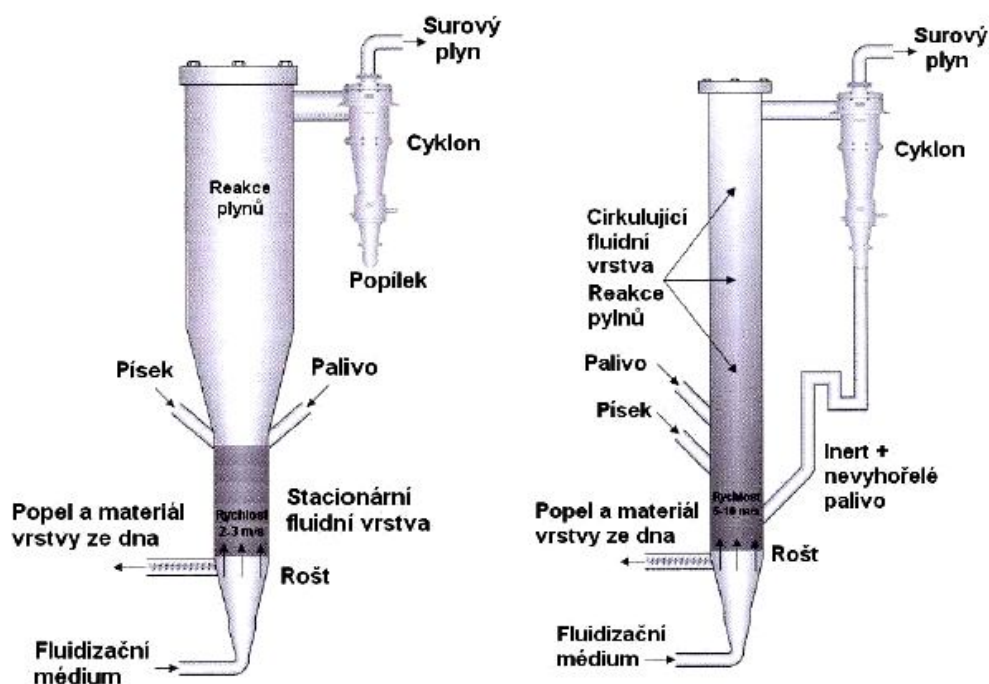


Obr. 17 Schéma zplyňovačů – zleva: protiproudý, souproudý (20)

b) zplyňování ve fluidních generátorech (s fluidní vrstvou)

Zplyňovací proces probíhá při teplotách 850 až 950 °C. Při zplyňování ve fluidním loži se látka víří ve spodní části izotermního reaktoru účinkem přehřátého vzduchu, poté vznikajícího plynu. Vhodným poměrem paliva ke vzduchu lze regulovat

exotermické (spalovací) reakce ($C + O_2 = CO_2$) a endotermické (zplyňovací) reakce ($C + H_2O = Co + H_2$, $C + CO_2 = 2CO$) tak, aby proces mohl probíhat bez přívodu energie zvenčí, tj. autotermicky. (10, str. 64) Plyn, který vznikne, obsahuje 40 % N_2 , 25 % CO , 20 % H_2 , 10 % CO_2 a 3 % CH_4 . (27) Zplyňovače existují dvojího typu: 1) se stacionární fluidní vrstvou a 2) cirkulující fluidní vrstvou. Oba zplyňovače jsou na obr. 18.



Obr. 18 Zplyňovač – zleva: se stacionární fluidní vrstvou, cirkulující fluidní vrstvou
(20)

Zatím nepříliš využívanou technologií, vzhledem k relativně vysoké ceně produktu je plazmové zplyňování, které se provádí pomocí plazmových hořáků, čímž je dosaženo provozních teplot vyšších než 2 000 °C. Nespornou výhodou této technologie je skutečnost, že jediným odpadem je pouze malé množství popela.

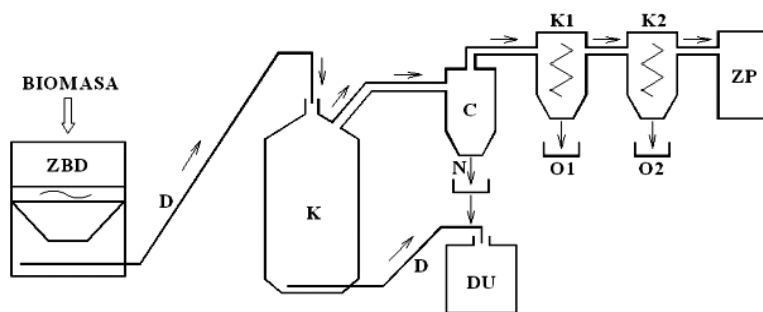
4.2.3 Pyrolýza

Pod pojmem pyrolýza (odplynění) si můžeme představit termický rozklad organických látek obsažených v biomase bez přítomnosti kyslíku. Cílem pyrolýzy je tedy produkce kapalných paliv a pyrolýzních olejů. Výsledný olej je směsí okysličených uhlovodíků. Jejich vlastnosti závisí na teplotě procesu, délce ohřevu, okolních podmínkách, přítomnosti kyslíku, vody, ostatních plynů a původu biomasy. Nižší teplota procesu a delší doba ohřevu vede ke vzniku dřevěného uhlí, vyšší teplota a delší doba zdržení

zvyšuje konverzi biomasy na plyn, střední teploty a krátké doby zdržení mají za následek optimální tvorbu kapalin.

Dle teploty procesu se rozlišuje nízkoteplotní pyrolýza, u které se reakční teplota pohybuje pod 500 °C, dále středněteplotní pyrolýza s reakční teplotou 500 – 800 °C a vysokoteplotní pyrolýza s reakční teplotou nad 800 °C. Podle probíhajícího druhu pyrolýzy můžeme dostat finální produkty v kapalném, pevném nebo tuhém stavu. Nízkoteplotní pyrolýza má jako finální produkt dřevěné uhlí (technologie je označována jako karbonizace), středněteplotní pyrolýza produkuje hlavně kapaliny (pyrolýzní olej-technologie je označována jako zkapalňování) a vysokoteplotní produkuje plyn (obsahující N_2 – 5 % a ostatní plyny 95 %, kam patří CO , H_2 , CO_2 a CH_4).

Princip procesu pyrolýzy podle (27) lze sledovat na obr. 19, kde biomasa, která je uložena v zásobníku s drtičem ZBD postupuje do konvertoru K, kde se ohřívá na teplotu cca 400 °C. Jde tedy o nízkoteplotní pyrolýzu. Při této teplotě dochází k uvolňování směsi plynů a vodních par, které postupují do cyklónu C (D - dopravník, N - nečistoty). Prvním produktem pyrolýzy je dřevěné uhlí DU. V cyklónu dochází k separaci tuhých nečistot ze směsi plynů a vodních par. Tato směs dále proudí do kondenzátorů. V prvním kondenzátoru K1 kondenzuje olej s vysokým bodem varu O1. Ve druhém kondenzátoru K2 kondenzuje olej s nízkým bodem varu O2 společně s vodou. Zbýlý nekondenzující plyn proudí do zásobníku plynu ZP. Část tohoto plynu přitom může být použita pro atmosférický hořák za účelem pedsoušení vstupní biomasy.



Obr. 19 Schematické znázornění procesu pyrolýzy (27)

Pyrolýzní technologie, v porovnání se spalováním a zplyňováním, jsou prozatím na počátku vývoje, a proto jsou investiční náklady stále vysoké. Současné trendy se ubírají cestou rychlé pyrolýzy.

Mezi další důležité úpravy biomasy patří esterifikace, která je řazena do fyzikálně-chemických přeměn. Na začátku se nejprve provádí mechanická úprava suroviny vstupující do procesu v podobě lisování řepky olejné. Následně se provede filtrování a esterifikace olejů, přičemž zde dochází k separaci oleje na metylester (vzniká MEŘO – čistý esterifikovaný olej označován jako bionafta) a glycerol. Lisování se provádí standardně pomocí šnekových lisů, které jsou schopny slisovat až 2 t semen za hodinu. Filtrace oleje se provádí buď za studena, nebo za tepla a používají se různé koncepce filtrů. Na metylester řepkového oleje je pohlíženo jako na ekologicky čisté palivo a například v porovnání s tradiční naftou vykazuje při spalování 3-40 krát nižší obsah uhlovodíků ve výfukových plynech. Dále má také nižší obsah tuhých částí. Nejvíce využívanou základní surovinou pro výrobu bionafty je v současnosti v České republice řepka olejná. Bionaftu lze ovšem také vyrábět z lněného, či slunečnicového oleje nebo z použitých rostlinných olejů. (9)

4.3 Biomechanické přeměny (mokrý procesy)

Mokrý procesy jsou založeny na zpracování vlhkého organického odpadu, který vzniká hlavně v zemědělství, lesnictví, komunálním hospodářství a na venkově. Existují tři hlavní důvody, proč se mokré procesy využívají. Je to především kvůli zlepšení životního prostředí, k produkci kvalitních organických hnojiv, k získání bioplynu jako doplňkového zdroje energie. Do této skupiny přeměn biomasy patří technologie, které se liší svou podstatou. Je to anaerobní digesce, anaerobní fermentace, alkoholová fermentace.

Anaerobní digesce má několik synonym, která se zcela nebo zčásti překrývají. Patří mezi ně především anaerobní fermentace, anaerobní stabilizace a anaerobní vyhnívání či dokonce kvašení. Jsou hojně používány v odborných textech, přestože nejsou správné. Každý z autorů interpretuje pojmy jinak a ty jsou laickou veřejností (a nejen jí) chápány odlišně, často se zaměňují a dochází k dezorientaci čtenářů. Je třeba odlišit termín anaerobní digesce od ostatních a přiřadit k němu správné synonymum, abychom mohli dále pracovat s pojmem jako takovým. Uvedené problematice je věnován článek A. Slejšky (23) z něhož vybíráme:

Jako zcela nevhodné se jeví termíny anaerobní stabilizace a anaerobní zkvašování či kvašení, neboť anaerobní stabilizace je používána zejména pro čištění odpadních vod. Podobný význam má tento termín v kompostárenství a jde tedy pouze o označení jednoho aspektu celé technologie. Termín anaerobní kvašení není v oblasti

výroby bioplynu z odpadů biologického původu používán vůbec. Termín anaerobní fermentace je používán v ČR (i ve francouzsky mluvících zemích), proto je tento termín možné považovat za synonymum anaerobní digesce. Rovněž termín anaerobní vyhnívání je v ČR používán. Závěrem lze říci, že pro označení technologie výroby bioplynu z biologických odpadů se tedy doporučuje používat termín anaerobní digesce a jako další termíny přicházejí v úvahu anaerobní fermentace a anaerobní vyhnívání.

4.3.1 Anaerobní digesce

Produktem anaerobního vyhnívání (fermentace, resp. metanového kvašení) je bioplyn a digestát (zbytek hmoty po tomto procesu) z biologických odpadů. Než se dostaneme k samotnému bioplynu, je třeba si rozebrat podrobně proces metanového kvašení a chemické reakce s tímto procesem spojené.

Teoreticky metanové kvašení vzniká při rozkladu organických látek (hnůj, výkaly hospodářských zvířat, zelené rostliny, čistírenský kal) v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku. Prakticky je proces mnohem složitější. Anaerobní fermentaci vlhkých organických materiálů, která vede k výrobě bioplynu lze rozdělit do čtyř fází (viz obr. 20):

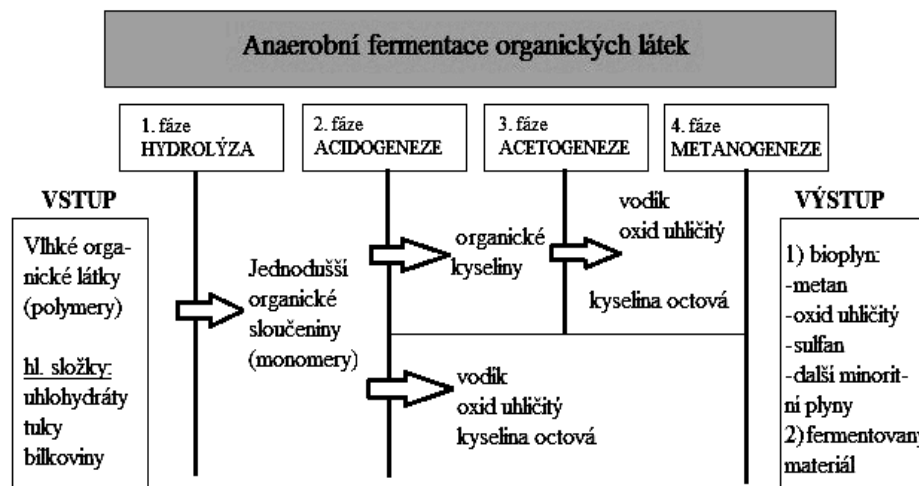
1. fáze – HYDROLÝZA – probíhá v době, když prostředí obsahuje vzdušný kyslík. Předpokladem pro její start je dostatečný obsah vlhkosti (nad 50 % hmotnostního podílu). Biomasa postupuje enzymatickým rozkladem, který mění polymery (polysacharidy, proteiny, lipidy atd.) na jednodušší organické látky - monomery. (10, s. 139)

2. fáze – ACIDOGENEZE – Zpracovaný materiál může obsahovat ještě zbytky kyslíku. V této fázi dochází definitivně k vytvoření bezkyslíkatého (anaerobního) prostředí, což má za následek aktivaci fakultativních anaerobních mikroorganismů (jsou to organismy, které nepotřebují kyslík ke svému metabolismu, ale ještě jej tolerují), které se aktivují v obou prostředích. Vznik oxidu uhličitého CO_2 , vodíku H_2 a kyseliny octové CH_3COOH , umožňuje metanogenním bakteriím tvorbu metanu. Kromě toho vznikají jednodušší organické látky (vyšší organické kyseliny a alkoholy). (10)

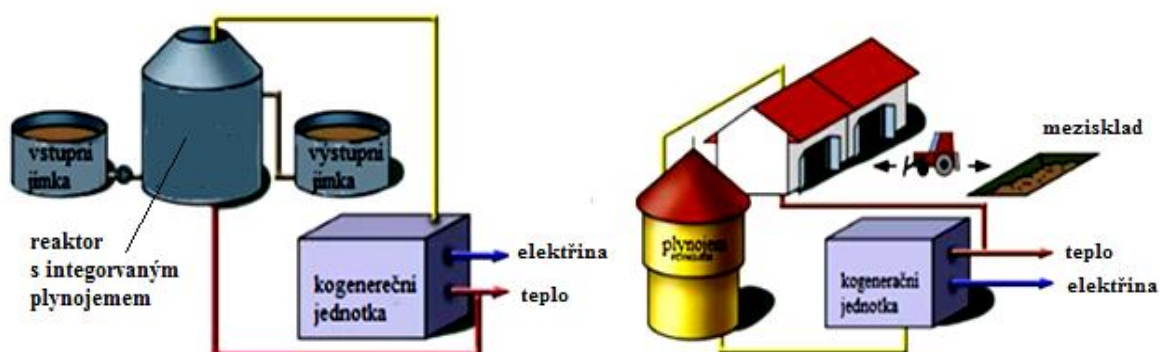
3. fáze – ACETOGENEZE – Acidogenní specializované kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý (10).

4. fáze METANOGENEZE - Fáze 5 krát pomalejší než předchozí tři. Metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají především kyselinu octovou (CH_3COOH) na metan CH_4 a oxid uhličitý CO_2 , bakterie pomaleji rostou (generační doba několik dní),

hydrogenotrofní bakterie produkují metan CH_4 z vodíku H_2 a oxidu uhličitého CO_2 . (10) V anaerobním procesu působí jako samoregulátor, odstraňují téměř všechny vodík, jehož koncentrace by měla být při dobré činnosti organismů minimální.



a suchou (obr. 21) fermentací. Pro podmínky v České republice je nejvhodnější na zpracování v bioplynových stanicích biomasa cíleně pěstovaná a odpadní.



Obr. 21 Bioplynová stanice - zleva: pro mokrou fermentaci, suchou fermentaci (20)

4.3.2 Aerobní fermentace (kompostování)

Aerobní fermentace je známa z výroby kompostu, kdy za přístupu vzduchu a působení vhodných kultur mikroorganismů dochází k rozkladu organických látek. U klasického kompostování například na zahradách trvá tento proces řádově až měsíce, zatímco velkokapacitní průmyslová aerobní fermentace trvá v řádech týdnů (cca 2 až 3). Na začátku aerobní fermentace dojde ke zvýšení teploty až na 70 °C, což je doprovázeno rychlou degradací organické hmoty, uvolňuje se oxid uhličitý CO_2 a odpařuje se voda. V průběhu a při převrstvování vznikají ovšem emise pachových látek a plynů jako jsou metan CH_4 a amonium NH_4 (nežádoucí skleníkové plyny). Energetickým výstupem procesu je tedy teplo. Výsledným produktem je hnojivý substrát (výroba kompostu a hnojiv), oxid uhličitý a vodní pára. Proces aerobní fermentace lze řídit obracením, převrstvováním a provzdušňováním odpadu. Při procesu kompostování dochází k poklesu hmotnosti kompostovaného materiálu, jedná se asi o 50 % z celkové původní váhy (viz příloha 3). Nejvhodnější je jednorázový kompost, jehož proces zrání probíhá buď tzv. horkou cestou (rychlkompost zrající několik týdnů) nebo pomalým zráním (3-4 roky). Nejrozšířenějším a nejjednodušším způsobem rychlokompostování biomasy rostlinného původu je výroba kompostu v základkách (krechtové kompostování) na trvalých či dočasných kompostovištích. (20, s. 147)

4.3.3 Alkoholová fermentace (alkoholové kvašení)

Alkoholová fermentace, resp. alkoholové kvašení probíhá v mokřém prostředí bez přístupu vzduchu. Jako nejvhodnější materiály pro fermentaci se jeví produkty s obsahem sacharidů (cukrová řepa), patří sem ale také např. obilí, kukuřice, brambory a ovoce. Produktem fermentace roztoků cukru je alkohol, nejčastějším cíleně získávaným alkoholem je etanol, který dostáváme po následné destilaci. Dalšími produkty kvašení jsou glycerol, oxid uhličitý, acetaldehyd, metanol a přiboudlina (vyšší alkoholy o bodu varu mezi 80 – 160 °C, které jsou proto při vhodném oddestilování dokapů snadno oddělitelné, přiboudlina vzniká převážně enzymovými pochody z aminokyselin přítomných v zápaře = tzv. břečka z ovoce, připravená pro zkvašení k první destilaci). Pro samotný proces kvašení jsou základem kvasinky, které jsou největším producentem etanolu. I přes údajné anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, je potřeba na začátku fermentace kvasné médium trochu provzdušnit, aby došlo k nárůstu kvasinek a vyvolala se tak jejich aktivita. Mezi hlavní faktory, které ovlivňují kvašení, patří: teplota, pH, obsah růstových látek, koncentrace rozpuštěného kyslíku, koncentrace, aktivita kvasinek aj. (20, s. 150).

Teoreticky lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého alkoholu. V praxi se energetická výtěžnost pohybuje od 90 % do 95 %, protože kromě alkoholu vznikají další produkty, např. glycerín. Vzniklý alkohol je plnohodnotným palivem pro spalovací motory. Nevýhodou alkoholu jako paliva je schopnost vázat vodu a tím způsobit korozi motoru. Z tohoto důvodu je třeba přidávat do alkoholu antikoroziční přípravky. (20) Pro již zmíněný produkt kvašení - bioetanol (kvasný líh či alkohol) se používají jako základní materiál jak rostlinné, tak živočišné suroviny s vyšším obsahem cukrů a škrobů. Produkce bioetanolu má do budoucna velký potenciál, neboť jej lze využívat jako hodnotné motorové palivo pohánějící upravené spalovací motory nebo jako alternativní palivo stacionárních zařízení užívaných k výrobě tepla.

APLIKAČNÍ ČÁST

5 ANALÝZA RÁMCOVÉHO VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

V rámci výchovně vzdělávacího procesu není problematice v oblasti tématu Biomasa věnován dostatečný prostor, ačkoliv je tato oblast v současné době velmi diskutovaná a ani do budoucna tomu zřejmě nebude jinak. Ke zvýšení úrovně informovanosti můžeme přispět návrhem realizace tématu v souvislosti s kurikulárními dokumenty (Rámcového školního vzdělávacího programu). Právě v roce 2005 byl zahájen v počátečním vzdělávání proces, který nazýváme kurikulární či školskou reformou. Základní cíle současné kurikulární reformy jsou vytyčeny v konceptu celoživotního vzdělávání v Bílé knize (Národní program rozvoje vzdělávání).

Státní úroveň kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání (NPV) a dále Rámcové vzdělávací programy (RVP). Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP), které jsou individuálním programem vzdělávání jednotlivých škol na základě principů vymezených v RVP. Hlavní rozdíl mezi klasickými osnovami a školním vzdělávacím programem je v tom, že dosavadní učební osnovy byly totožné pro všechny školy v republice. Vycházely z určitého průměru podmínek, průměru úrovně žáků a z tradičního nastavení vyučovacích předmětů v učebním plánu. Přes tyto obecné proklamace úroveň vzdělanosti našich základních škol v testech PISA apod. stále klesá. Rámcové vzdělávací programy oproti tomu nekladou důraz na učivo, ale na výsledky vzdělávání. Stanovují základní požadavky na vzdělávání žáků základních a středních škol ze strany státu, které si školy dále rozpracovávají a konkretizují ve svých školních vzdělávacích programech tak, aby odpovídaly konkrétním podmínkám školy, zkušenostem učitelů a skladbě žáků. Kurikulární reforma je podporována tvorbou metodických materiálů, byl vytvořen metodický portál (www.rvp.cz). (29)

Podle (29) mají jednotlivé RVP dané tzv. vzdělávací oblasti. RVP ZV je orientačně rozdělen do 9 vzdělávacích oblastí, jednotlivé oblasti jsou tvořeny jedním vzdělávacím oborem. Pro vymezený cíl bakalářské práce se zaměříme především na vzdělávací oblasti Člověk a příroda, Člověk a svět práce, dále Informační a komunikační technologie. Právě do těchto vzdělávacích oblastí by mohla být okrajově zařazena biomasa, neboť zde existují mezipředmětové vazby. Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie je zahrnuta hlavně kvůli možnosti zpracování informací a vede žáky k prohlubování znalostí v digitální formě.

5.1 Vymezení základních pojmů ve zvolených vzdělávacích oblastech ve spojitosti s biomasou

Před samotným zařazením tématu Biomasa do výuky je třeba určit důležitost informací ve vzdělávacích oblastech a (Člověk a příroda, Člověk a svět práce, Informační a komunikační technologie) rozlišit, co by žákům mělo být předáváno ve výuce. K tomu budou sloužit vybrané klíčové pojmy. Pojmy budou vybrány a uskupeny tak, aby si žáci mohli odnést takové informace a dovednosti, které budou schopni si pamatovat i po absolvování školy. V první řadě vytyčíme důležité pojmy pro žáky základní školy na základě celkové analýzy všech okruhů ze tří vybraných vzdělávacích oblastí. Z každé oblasti budou vybrány nejdůležitější okruhy a část jejich učiva, které by mohly mít úzkou souvislost ve výuce s tématem Biomasa. Plné znění všech okruhů jsou k dispozici na MŠMT.

Na základních školách vzdělávací oblasti směřují u žáků k utváření a rozvíjení tzv. klíčových kompetencí. Klíčové kompetence jsou definovány jako: „*Souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti*“. (29) V tomto textu pojednáváme o klíčových kompetencích jako něčem, co žák rozvíjí a využívá ve všech vyučovacích předmětech, jsou to jisté univerzální způsobilosti. Tato bakalářská práce si klade za cíl při realizaci tématu Biomasa do výuky, vést žáka k vybraným vhodným kompetencím. Ze tří výše zmíněných vzdělávacích oborů byly vybrány tyto kompetence:

- schopnost uvažovat o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, (29)
- zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, k vlastnímu zdraví i zdraví ostatních lidí, (29)
- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí, (29)
- uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy, (29)
- autentickému a objektivnímu poznávání okolního světa, k novému postoji a hodnotám ve vztahu k práci člověka, technice a životnímu prostředí, (29)
- poznání úlohy informací a informačních činností a k využívání moderních informačních a komunikačních technologií, (29)

- porozumění toku informací, porovnávání informací a poznatků z většího množství alternativních informačních zdrojů, a tím k dosahování větší věrohodnosti vyhledaných informací, (29)
- využívání výpočetní techniky, aplikačního i výukového software ke zvýšení efektivnosti učení,
- využívání softwarových prostředků k předávání informací ostatním žákům.

5.1.1 Vzdělávací oblast Člověk a příroda

Vzdělávací oblast Člověk a příroda zahrnuje okruh problémů spojených se zkoumáním přírody. Poskytuje žákům prostředky a metody pro hlubší porozumění přírodním faktům a jejich zákonitostem. Dává jim tím i potřebný základ pro lepší pochopení a využívání současných technologií a pomáhá jim lépe se orientovat v běžném životě. V této vzdělávací oblasti dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav, včetně člověka. Vzdělávací oblast také významně podporuje vytváření otevřeného myšlení (přístupného alternativním názorům), kritického myšlení a logického uvažování. (21) Biomasa jako taková je tématem rozsáhlým a vyžaduje širší vědomosti žáků, zaměříme se tedy až na 2. stupeň, neboť zde se právě objevují předměty jako Přírodopis, Fyzika, Chemie a Zeměpis, které mají mezipředmětové vazby v souladu s biomasou.

1) Vzdělávací obor Přírodopis

Žáci mají osvojené učivo již z Přírodovědy z 1. stupně. Přírodověda je vedla ke vztahu k přírodě, ke všemu živému a učila děti žít dle ekologických a environmentálních principů. Dále je naučila chápat člověka jako součást přírody, chápat základní ekologický cyklus, souvislosti časové i prostorové a uplatňovat globální, celistvý přístup ke světu. Přírodopis je souborné označení pro skupinu přírodních věd, které přímo zkoumají živou a neživou přírodu. Přírodopis je vyučován v 6. až 9. ročníku a zahrnuje 8 okruhů. Ze vzdělávacího oboru Přírodopis bylo vybráno celkem 6 okruhů, v kterých by byla možná realizace zařazení biomasy do výuky.

Obecná biologie a genetika

Učivo okruhu:

Vznik, vývoj, rozmanitost, projevy života a jeho význam. (29)

V tomto okruhu je důležitější obecná biologie, která doplní informace týkající se rostlin (dřeva) a v nich probíhajících dějů. Nabízí se první termín do výuky, **lignin**. Genetika nebude využita v souvislosti s biomasou.

Biologie rostlin

Učivo okruhu:

Anatomie a morfologie rostlin - stavba a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno, plod), fyziologie rostlin - základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu, rozmnožování, systém rostlin. (29)

Považuji tento okruh za klíčový, díky kterému se nabízí žákům potřebné souvislosti s rostlinami, už chápou, jak vznikají rostliny, probíhá **fotosyntéza** atd. Právě zde bychom mohli využít této skutečnosti a žáky upozornit na související pojmy s biomasou, kterými jsou **energetické rostliny** a **fytomasa**.

Biologie živočichů

Okruh se bude hodit žákům zejména v procesech zpracování biomasy, kde je potřeba vědět, že k mokřým procesům jsou třeba odpady živočišného rázu, především zvířat.

Neživá příroda

Učivo okruhu:

Země - vznik a stavba Země, nerosty a horniny - vznik, vlastnosti, kvalitativní třídění, praktický význam a využití zástupců, určování jejich vzorků; principy krystalografie, vnější a vnitřní geologické procesy - příčiny a důsledky, půdy - složení, vlastnosti a význam půdy pro výživu rostlin, její hospodářský význam pro společnost, nebezpečí a příklady její devastace, možnosti a příklady rekultivace, vývoj zemské kůry a organismů na Zemi - geologické změny, vznik života, výskyt typických organismů a jejich přizpůsobování prostředí geologický vývoj a stavba území ČR - Český masiv, Karpaty podnebí a počasí ve vztahu k životu. (29)

Okrajově lze okruh využít k názornosti, jaké půdy se využívají pro rostlinnou biomasu.

Základy ekologie

Učivo okruhu:

Organismy a prostředí - vzájemné vztahy mezi organismy, mezi organismy a prostředím, populace, globální problémy a jejich řešení, chráněná území. (29)

Okruh je určen k aplikaci získaných vědomostí ze vzdělávacího oboru Přírodopisu a jejich vzájemné propojenosti, s ohledem na životní prostředí se dají řešit otázky ohledně ekologického zatížení při spalování biomasy, jako **produkci CO₂** a jeho míru škodlivosti na životní prostředí. Dále jak je to se škodlivým působením fosilních paliv na životní prostředí.

Praktické poznávání přírody

Učivo okruhu:

Praktické dovednosti jsou důležité ve všech předmětech. Z hlediska téma biomasy bychom mohli zrealizovat pozorování rostlin pro energetické účely, aby žáci věděli, jak rostliny vypadají a poznali je nejen ve škole.

2) Vzdělávací obor Fyzika

Obor je pro žáky něčím novým, což je značně nevýhodné, ale přesto jsou zajímavé okruhy, které se dají využít pro téma jakým je biomasa. Vzdělávací obor je rozdělen do 7 okruhů. (29) Vybrány byly celkem 4 okruhy, v kterých by byla možná realizace zařazení biomasy do výuky.

Látky a tělesa

Žákům by se mohlo okrajově vysvětlit skupenství, v jakém se biomasa může nacházet. Další pojem bude tedy **skupenství biomasy**.

Mechanické vlastnosti tekutin

Žákům je vštěpována hydromechanika, některé její veličiny se váží z kapalné a plynné formy biomasy a jejich produktů.

Energie

Učivo okruhu:

Formy energie - pohybová a polohová energie; vnitřní energie; elektrická energie a výkon; výroba a přenos elektrické energie, přeměny skupenství - tání a tuhnutí, obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie. (29)

Samotný okruh nabízí obnovitelné zdroje energie. Žákům bude vysvětlená základní problematika **OZE**, jejich dělení a co si mají pod jednotlivými zdroji představit. Zaměří se samozřejmě na všechny obnovitelné zdroje a dozví se o nich důležité informace. Z obnovitelného zdroje **biomasa** se například dozví, jaké produkty můžeme získávat (**biopalivo, bioplyn** a s ním spojené **bioplynové stanice**), a dále také

například jak vzniká (okrajově) **bionafta** a co představuje do budoucna. Hovořit se bude v rámci neobnovitelných zdrojů o fosilních palivech.

Vesmír

Učivo okruhu:

sluneční soustava - její hlavní složky; měsíční fáze, hvězdy - jejich složení. (29)

Při výuce sluneční soustavy by bylo vhodné upozornit na důležitost Slunce pro rostlinou biomasu a samozřejmě i ostatní rostliny.

3) Vzdělávací obor Chemie

Vzdělávací obor je rozdělen do 7 okruhů. Vybráno bylo celkem 5 okruhů, v kterých by byla možná realizace zařazení biomasy do výuky.

Směsi

Učivo okruhu:

Směsi - různorodé, stejnorodé roztoky; hmotnostní zlomek a koncentrace roztoku; koncentrovanější, zředěnější, nasycený a nenasycený roztok; vliv teploty, plošného obsahu a míchání pevné složky na rychlost jejího rozpouštění do roztoku; oddělování složek směsí (usazování, filtrace, destilace, krystalizace, sublimace), voda - destilovaná, pitná, odpadní; výroba pitné vody; čistota vody, vzduch - složení, čistota ovzduší, ozonová vrstva. (29)

V okruhu se bude pravděpodobně realizovat výuka složení ovzduší. V popředí budou skleníkové plyny, které přispívají při spalování biomasy ke zvětšování ozónové díry, i když jen v malé míře. V souvislosti s biomasou nebudeme brát v úvahu zařízení pro spalování biomasy, která produkují mnohem více škodlivých látek. Žáci by měly tyto **skleníkové plyny** dobře znát, protože se o zvětšování ozónové díry stále mluví v souvislosti s antropogenní činností lidstva.

Částicové složení látek a chemické prvky

Učivo okruhu:

Částicové složení látek - molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony, prvky - názvy, značky, vlastnosti a použití vybraných prvků, skupiny a periody v periodické soustavě chemických prvků; protonové číslo, chemické sloučeniny - chemická vazba, názvosloví jednoduchých anorganických a organických sloučenin. (29)

Okruh se hodí pro objasňování například plynů souvisejících se spalováním a zplyňováním biomasy. Patří sem především **methan CH₄**. Dalším důležitými prvky jsou oxid uhličitý CO₂, vodík H₂, amoniak NH₄, kyselina octová CH₃COOH atd.

Chemické reakce

Učivo okruhu:

Chemické reakce - zákon zachování hmotnosti, chemické rovnice, látkové množství, molární hmotnost, klasifikace chemických reakcí - slučování, neutralizace, reakce exotermní a endotermní, faktory ovlivňující rychlost chemických reakcí - teplota, plošný obsah povrchu výchozích látek, katalýza, chemie a elektřina - výroba elektrického proudu chemickou cestou. (29)

Ve výuce se žáci podle okruhu zaměřují na **reakce exotermní a endotermní**. Z ostatních okruhů už okrajově ví, že se biomasa spaluje a produkuje nějaké látky. V tom okruhu bychom mohli zase poukázat na to, jak se biomasa zplyňuje a použít ji k názorné ukázce dvou již zmíněných reakcí.

Organické sloučeniny

Učivo okruhu:

Uhlovodíky - příklady v praxi významných alkanů, uhlovodíků s vícenásobnými vazbami a aromatických uhlovodíků, paliva - ropa, uhlí, zemní plyn, průmyslově vyráběná paliva, deriváty uhlovodíků - příklady v praxi významných alkoholů. (29)

Žáci se budou zabývat procesem vzniku alkoholů, můžeme je upozornit na **alkoholové kvašení** biomasy. Zaměří se na důležité plodiny, z kterých se získává alkohol. Informace o těchto procesech mohou využít nejen v souvislosti s biomasou. Získají informace ohledně škodlivosti **fosilních paliv** – uhlí, ropa a zemní plyn.

Chemie a společnost

Učivo okruhu:

Chemický průmysl v ČR - výrobky, rizika v souvislosti s životním prostředím, recyklace surovin, koroze, průmyslová hnojiva, tepelně zpracovávané materiály. (29)

Okruh obsahuje kapitolu hnojiva. Mohli bychom žáky upozornit, jak hnojiva vznikají, například pomocí technologie **kompostování** rostlin.

4) Vzdělávací oblast Zeměpis (Geografie)

Tento vzdělávací obor je rozdělen do 7 okruhů. Využit by se dalo 2 okruhů, je to ten, který zasahuje do problematiky životního prostředí a dále okrajově o ČR v souvislosti s předkládání map žákům.

Životní prostředí

Učivo okruhu:

Krajina - přírodní a společenské prostředí, typy krajin, vztah příroda a společnost - trvale udržitelný život a rozvoj, principy a zásady ochrany přírody a životního prostředí, chráněná území přírody, globální ekologické a environmentální problémy lidstva. (29)

Nejdůležitější okruh ze vzdělávacího oboru Zeměpis, opět v souvislosti se životním prostředím se dostáváme k otázce působení biomasy na ŽP a můžeme se přiklonit k prohloubení znalostí.

Česká republika

Výuka tohoto okruhu bude provázena předložením map (například zemědělství). Odhalí žákům, v jakých oblastech ČR se chovají jednotlivé typy zvířat a pěstují různé druhy rostlin. Mapy budou interpretovat typy půd, dále to mohou být mapy srážkové nebo teplotní atd. Pomocí těchto map se podpoří orientace žáků, co by bylo nejvhodnější pěstovat nebo chovat v jednotlivých oblastech. Vhodné by bylo žákům interpretovat, jak je na tom Česká republika s rozložením bioplynových stanic (příloha 4).

5.1.2 Vzdělávací oblast Člověk a svět práce

Koncepce vzdělávací oblasti Člověk a svět práce vychází z konkrétních životních situací, v nichž žáci přicházejí do přímého kontaktu s lidskou činností a technikou v jejich rozmanitých podobách a širších souvislostech. Celkově je oblast rozdělena na 13 okruhů. Na 2. stupni je tvořena 6 tematickými okruhy. (21) Z 6 okruhů byly vybrány 4, ve kterých by byla možná realizace zařazení biomasy do výuky.

Design a konstruování

Učivo okruhu:

Návod, předloha, náčrt, plán, schéma, jednoduchý program. (29)

Okruh je důležitý ve smyslu prostorové představivosti žáka, pedagog realizuje nákresy, schémata nebo náčrty na tabuli. Lze toho využít k názorné ukázce technických zařízení pro mnohočetné využití, v souladu s biomasou by to mohly být **spalovací zařízení**, ke kterým by se dostali od například již dnes hojně využívaných kotlů.

Pěstivelské práce a chovatelství

Učivo okruhu:

Základní podmínky pro pěstování - půda a její zpracování, výživa rostlin, ochrana rostlin a půdy, chovatelství - chov zvířat v domácnosti, podmínky chovu, hygiena a bezpečnost chovu. (29) Okruh je důležitým doplňkem při rozvoji osobnosti žáka. Vytváří se celkové cítění k rostlinám a živočichům, učí se, jak pěstovat rostliny, ovoce a jak se chovají zvířata v domácnosti.

V souvislosti s biomasou mohou být zahrnuty do výuky například **produkty hospodářských zvířat, energetické plodiny, rostliny nebo traviny**.

Provoz a údržba domácnosti

Učivo okruhu:

Rozpočet, příjmy, výdaje, platby, úspory, ekonomika domácnosti, odpad a jeho ekologická likvidace. (29)

Žáci budou připraveni na možné finanční situace v životě, okruh má za úkol aplikovat ekonomické myšlení v oblasti domácnosti. Biomasu jim můžeme představit ve formě lokálního vytápění, která se v ojedinělých případech využívá jako zdroj levnějšího získávání tepla pomocí **spalovacích kotlů na biomasu**.

Využití digitálních technologií

Učivo okruhu:

Digitální technika – počítače a periferní zařízení. (29)

Z digitální techniky to jsou v první řadě určité osobní počítače. V dnešní době je velmi důležitým kritériem pro získávání informací znalosti v oblasti ITC, hodit se budou žákům k získávání informací (o získávání a zpracování informací více viz kapitola 5.1.3).

5.1.3 Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie

Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie umožňuje všem žákům dosáhnout základní úrovně informační gramotnosti - získat elementární dovednosti v ovládání výpočetní techniky a moderních informačních technologií, orientovat se ve

světě informací, tvořivě pracovat s informacemi a využívat je při dalším vzdělávání i v praktickém životě. Informační a komunikační technologie byla zařazena jako povinná součást základního vzdělávání na 1. a 2. stupni. (21) Z 5 okruhů připadají v úvahu 2, které jsou součástí výuky 2. stupně, díky kterým by bylo možné přispět k realizaci biomasy do výuky. Konkrétně by se jednalo o práci s informacemi v souvislosti s tímto tématem a jejich využitím do budoucna v digitální formě.

Vyhledávání informací a komunikace

Učivo okruhu:

Hodnota a relevance informací a informačních zdrojů, metody a nástroje jejich ověřování, internet. (29)

Kvůli rozšíření ICT do běžného života si dnešní žáci či studenti nejčastěji informace hledají a ověřují na internetu. S pomocí pedagoga bychom je mohli nasměrovat alespoň na takové internetové stránky, kterým učitel důvěřuje a považuje je za věrohodné. Šanci na úspěch získání pravdivé informace zvyšuje jejich přímá interpretace ve vyučování. Teprve po „filtraci“ správnosti obsahu stránky bychom mohli přistoupit k samotnému procesu poznávání OZE, kterým je biomasa. Jako doplňující informace k již získaným mohou k tomuto tématu sloužit také články, které doplní žákům informace o současném dění z oblasti biomasy.

Zpracování a využití informací

Učivo okruhu:

Prezentace informací (webové stránky, prezentační programy, multimédia). (29)

Jedna věc je získání informace, ale to, jak ji správně zpracovat a využít, je věc druhá. K tomu slouží právě tento okruh. V okruhu se žáci naučí pracovat se softwarem jako PowerPoint, který se jim bude hodit při interpretaci informací pro ostatní žáky a z nichž také budou získat informace od vyučujících.

6 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Šetření bylo prováděno pomocí dotazníku, neboť je to nejčastěji volená metoda. Cílem metody je doložit nízkou míru informovanosti dotazovaných respondentů v oblasti biomasy. Mezi hlavní nevýhody při využití dotazníku můžeme zařadit poměrně složité získávání respondentů ochotných pravdivě odpovídat. Toto dotazníkové šetření probíhalo na základních školách v Prostějově. Je tedy třeba poukázat na fakt, že se jedná o respondenty v pubescentním věku, proto nemusí být všechny informace pravdivé a tudíž je tu možnost zkreslení celkového šetření.

6.1 Charakteristika dotazníku

Žákům základních tříd byl předložen dotazník, který obsahoval 20. otázek. Na výběr byly odpovědi typu ANO/NE/NEVÍM. Otázky se týkaly OZE, především biomasy. Z již zmíněných hlavních 2 vzdělávacích oblastí bylo celkem uskupeno 22 pojmů, pro cíl práce byly vybrány pouze tyto základní pojmy: OZE, biomasa, produkty hospodářských zvířat, skupenství biomasy, fytomasa, energetické rostliny, fotosyntéza, lignin, fosilní paliva, spalovací zařízení, spalovacích kotlů na biomasu, metan CH₄, skleníkové plyny, reakce exotermní a endotermní, alkoholové kvašení, kompostování, biopalivo, bioplynové stanice a bionafta. Na základě těchto pojmů byl sestaven dotazník (příloha 5).

6.2 Charakteristika vzorku respondentů

Na otázky odpovídali žáci 9. tříd ve věku 14-16 let. Celkový počet respondentů činil 140, z nichž byly vyřazeny 2 dotazníky, neboť respondenti cíleně označovali odpovědi typu NEVÍM u všech otázek. Celkově jsme se ptali respondentů na 3 základních školách v Prostějově. Otázky vycházely hlavně ze vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, Člověk a svět práce, kde jsou nejvíce přítomné mezipředmětové vazby ve spojitosti s tématem Biomasa (podrobněji viz kapitola 5). Poslední vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie podpoří okrajové zařazení tématu Biomasa až při procesu výuky. Dotazník obsahoval také i otázky, které by měli žáci už znát (viz otázky č. 1, 3, 9, 10, 11 a 13) z předchozích ročníků

7 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PROVEDNÉHO ŠETŘENÍ

Jak dopadlo celé šetření pomocí dotazníku, ukazuje tabulka 2, která nastiňuje výsledky odpovědí v absolutních hodnotách.

Tab. 2 Vyjádření poměru odpovědí respondentů ANO/NE/NEVÍM pomocí absolutní hodnoty

otázka/odpověď	ANO	NE	NEVÍM
1	78	33	27
2	35	52	51
3	87	33	18
4	40	31	66
5	14	35	90
6	3	106	29
7	7	12	119
8	38	72	28
9	127	4	6
10	12	10	115
11	53	19	67
12	15	18	104
13	30	13	95
14	49	21	68
15	43	35	60
16	15	58	65
17	49	16	73
18	42	57	39
19	31	10	97
20	91	33	14

Úspěšnost jednotlivých odpovědí jsou jednotlivě popsány v následujících grafech. Z grafu č. 1 je evidentní, že nejvíce kladných odpovědí se dostalo v otázce č. 1 (Setkali jste se s pojmem obnovitelné zdroje energie OZE?) a otázce č. 3 (Znáte pojem biomasa?). Nejvíce však získala kladných odpovědí otázka č. 9 (Znáte proces fotosyntézy?) a potvrdilo se, že žáci přišli ve výuce s tímto procesem do styku. Další kladně hodnocenou je otázka č. 20 (Určitě víte, co je to nafta, ale znáte i bionaftu?).

Graf č. 1 Úspěšnost odpovědi typu ANO



Graf č. 2 předkládá, že nejhůře hodnocenou je otázka č. 6 (Znáte pojem fytomasa?), žáci se nedostali do styku ve větší míře s tímto pojmem. Za ní je těsně otázka č. 8 (Znáte energetické rostliny?) a s horším hodnocením dále otázky č. 16 a 18.

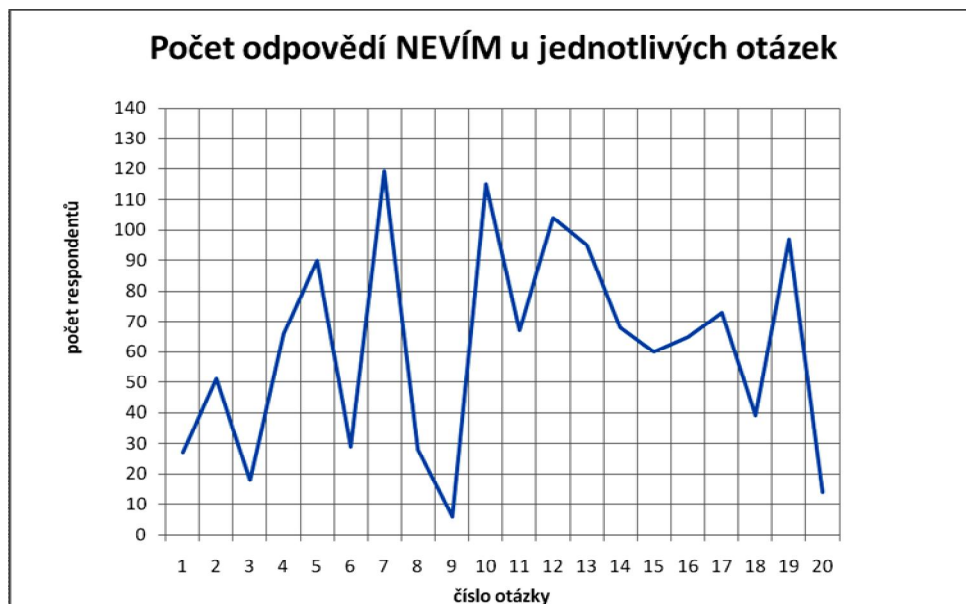
Graf č. 2 Úspěšnost odpovědi typu NE



Poměrně hodně respondentů vybíralo odpověď typu NEVÍM, graf č. 3 prezentuje fakt, že žáci většinu otázek nevěděli. Žáci měli problémy s otázkami č. 5 (Může se nacházet biomasa ve skupenství pevném, kapalném i plynném?), č. 7 (Patří do fytomasy výkaly hospodářských zvířat?), která plyne z nízké informovanosti

v oblasti fyto­masy jako takové. Další problémové otázky se jevíly č. 10 (Nachází se lignin v zrnku kukuřice?), č. 12 (Pokud bychom spalovali biomasu, bude produkovat metan?) a č. 19 (Máme nějaké bioplynové stanice v České republice?), která je největším překvapením.

Graf č. 3 Úspěšnost odpovědi typu NEVÍM



Uskutečnili jsme dotazníkové šetření vybraných základních pojmů týkající se biomasy a s ními související tematikou. Tabulka 3 prezentuje úspěšnost jednotlivých otázek, z vybraných pojmů jasne vede fotosyntéza, kterou žáci evidentně znají, naopak nejhůře si vedl pojem fyto­masa a nejvíce měli žáci problémy s tím, co tedy zařadit do fyto­masy, takže si u otázky č. 7 nebyli jistí, zda-li do fyto­masy patří výkaly hospodářských zvířat.

Tab. 3 Porovnání úspěšnosti jednotlivých otázek (pojmu)

otázka/odpověď	ANO	otázka/odpověď	NE	otázka/odpověď	NEVÍM
9	127	6	106	7	119
20	91	8	72	10	115
3	87	16	58	12	104
1	78	18	57	19	97
11	53	2	52	13	95
14	49	5	35	5	90
17	49	15	35	17	73
15	43	1	33	14	68
18	42	3	33	11	67
4	40	20	33	4	66
8	38	4	31	16	65
2	35	14	21	15	60
19	31	11	19	2	51
13	30	12	18	18	39
16	15	17	16	6	29
12	15	13	13	8	28
5	14	7	12	1	27
10	12	10	10	3	18
7	7	19	10	20	14
6	3	9	4	9	6

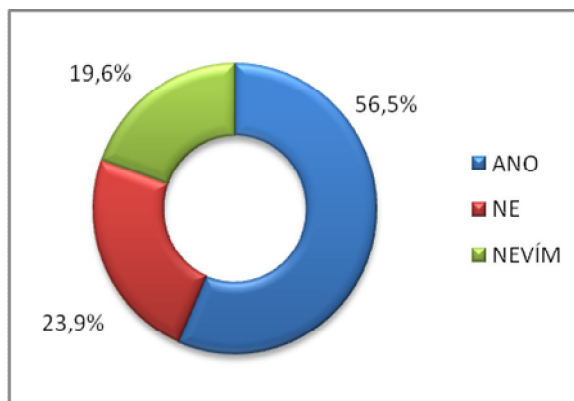
Pro lepší orientaci výsledků jednotlivých otázek jsou předložena data v relativních hodnotách pomocí dvaceti grafů. Každý graf konkrétně vyjadřuje hodnoty zaznamenaných odpovědí v procentech.

Otázka č. 1 – Setkali jste se s pojmem obnovitelné zdroje energie (OZE)?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Pojem byl vybrán do dotazníku k připomenutí, kam zařadit biomasu, že již o této problematice žák slyšel. Graf č. 4 interpretuje výsledky otázky č. 1. Přes půlku respondentů odpovědělo ANO, lze tedy říci, že se žáci měli možnost setkat s pojmem OZE ve výuce, anebo například pomocí médií (rádio, počítač, televize atd.). Přesto až skoro čtvrtina respondentů neznají pojem vůbec a pětina neví, jestli se setkala s tímto pojmem. Po analýze vzdělávací oblasti Člověk a příroda je třeba konstatovat skutečnost, že se OZE nachází ve vzdělávacím oboru Fyzika konkrétně v okruhu zvaném Energie. Žáci tudíž problematiku OZE probírali, ale nebylo jim předloženo buď dostatek informací, nebo se problematika nerealizovala aplikační metodou (prezentace, video

atd.). K tomu přispěje vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie, která celou problematiku může doplnit názornou ukázkou, obrázky, či videi.

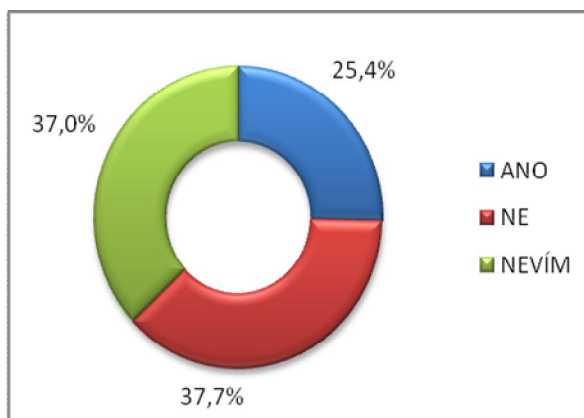
Graf č. 4 Otázka č. 1



Otázku č. 2 – Zařadili byste uhlí mezi OZE?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Je to otázka doplňující, aby odhalila, jak hluboké znalosti z oblasti OZE žáci mají. Podle grafu č. 5 činil výsledek odpovědí typu NE pouze 37,7 % (52 respondentů), žáci odpověděli relativně správně, přesto se našlo až 18,8 % (26 respondentů), kteří odpověděli ANO, i když v předchozí otázce potvrdili znalost OZE. Výsledná čísla nám tedy napovídají, že žáci sice OZE znají, ale neznají tuto problematiku tak hluboce, aby byli schopni správně určit, co mezi OZE patří a co ne. Tato otázka byla zařazena záměrně, aby doplnila výpovědní hodnotu otázky č. 1.

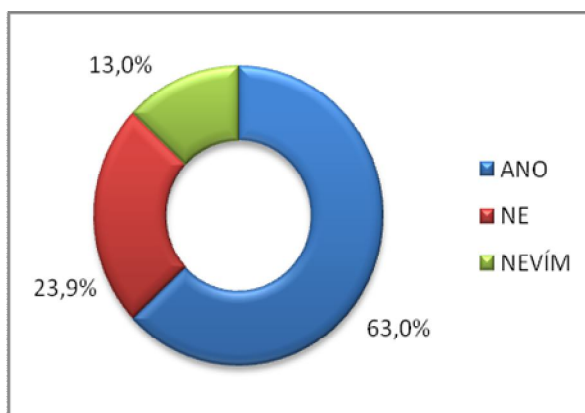
Graf č. 5 Otázka č. 2



Otázka č. 3 – Znáte pojem biomasa?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Po úvodních otázkách byli žáci uvedeni do oblasti OZE, proto jsme se dále mohli ptát přímo zda-li znají biomasu. Podle grafu č. 6 výsledky této otázky dopadly vcelku dobře, až 63 % respondentů uvedlo odpověď typu ANO, k tak vysoké znalosti pojmu mohl přispět také internet. Čtvrtina respondentů tento pojem nezná vůbec. Odpovědi na tuto otázky jsou důležitým ukazatelem pro zařazení biomasy do výuky, je vidět, že žáci se s ní už setkali a proto by pro ně nebylo rozšíření tématu až tak náročné. Po analýze vzdělávací oblasti Člověk a příroda je třeba konstatovat skutečnost, že se biomasa se nachází v souvislosti s OZE ve vzdělávacím oboru Fyzika konkrétně v okruhu zvaném Energie. Možná právě díky tomu, bylo odpověď respondentů typu NEVÍM a NE nízká.

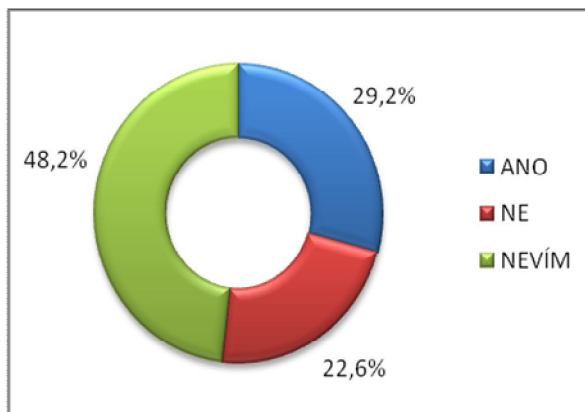
Graf č. 6 Otázka č. 3



Otázka č. 4 – Týká se biomasa produktů domácích zvířat?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a svět práce. Otázka je doplňující, aby odhalila, jak hluboké znalosti z oblasti biomasy žáci mají, zda-li jsou schopni zařadit, co do biomasy patří. Podle grafu č. 7 jasně převažuje odpověď NEVÍM, neboť respondenti tuší, co biomasa je, ale opět nemají hlubší znalosti o problematice. Taktéž možná ani neví, co si pod produktem domácích zvířat představit. Tato otázka je doplňující, zařazena byla opět záměrně, aby doplnila výpovědní hodnotu otázky č. 3. V případě zařazení biomasy do výuky by žáci byli seznámeni s podrobnostmi týkajícími se této otázky.

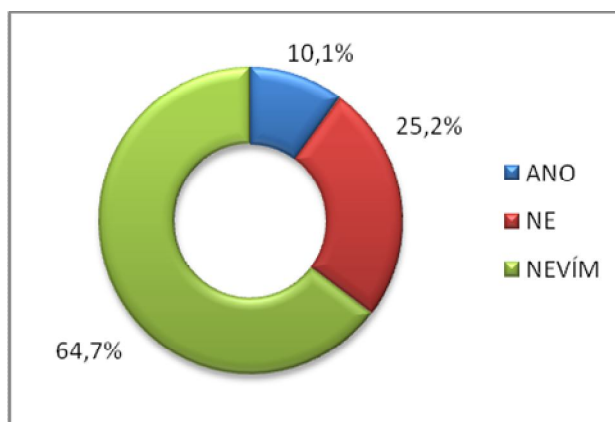
Graf 7 Otázka č. 4



Otázka č. 5 – Může se nacházet biomasa ve skupenství pevném, kapalném i plynném?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda, ale také z oblasti Člověk a svět. U výsledku odpovědí opět jasně převažuje odpověď NEVÍM, neboť respondenti tuší, co biomasa je, ale opět nemají hlubší znalosti o problematice. Zajímavé je, že podle grafu č. 8 se až čtvrtina respondentů domnívá, že se biomasa nemůže nacházet ve všech skupenství přesto, že nemají hlubší vědomosti o problematice. V případě zařazení biomasy do výuky by žáci byli seznámeni s podrobnostmi týkajícími se této otázky. Při pohledu na vzdělávací oblasti Člověk a příroda je třeba konstatovat skutečnost, že se problematika skupenství nachází ve vzdělávacím oboru Fyzika konkrétně v okruhu zvaném Látky a tělesa. Právě zde by se žákům okrajově rozšiřovali informace o skupenství biomasy.

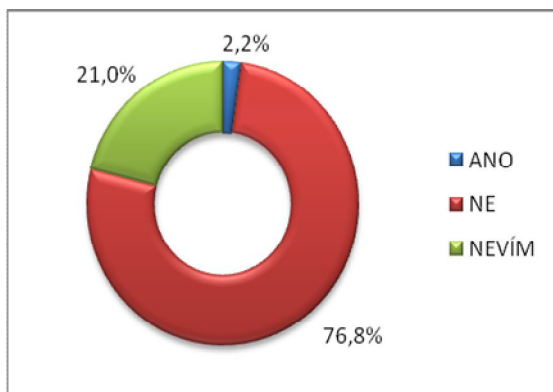
Graf č. 8 Otázka č. 5



Otázka č. 6 – Znáte pojem fytomasa?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Graf č. 9 má silně vypovídací hodnotu již od pohledu. Výsledek odpovědí typu NE činil až 76,8 % a 21 % respondentů si není jistá, jestli se setkala s tímto pojmem. Žáci pravděpodobně ani netuší, že se jedná o pojem v souvislosti s biomasou. Pouhých 2,2 % tento pojem znají, což může být díky médiím.

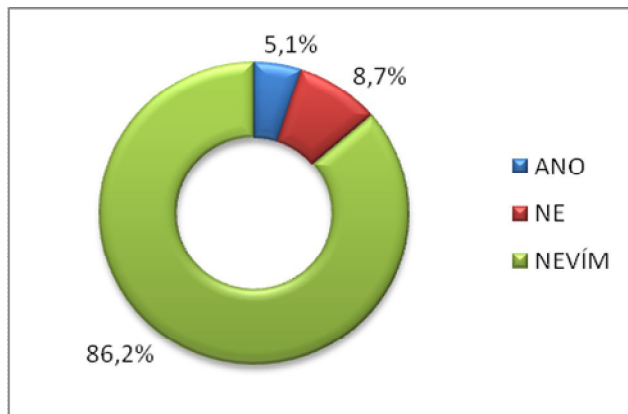
Graf č. 9 Otázka č. 6



Otázka č. 7 – Patří do fytomasy výkaly hospodářských zvířat?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a svět práce. Graf č. 10 prezentuje silnou nízkou informovanost žáků. U výsledku odpovědí opět jasně převažuje odpověď NEVÍM, je to až 86,2 %, Respondenti netuší, co fytomasa je, jak potvrdila předchozí otázka, takže s ní věci spojené neví. V případě zařazení biomasy do výuky budou žáci seznámeni s fytomasou a jejich společných pojmů.

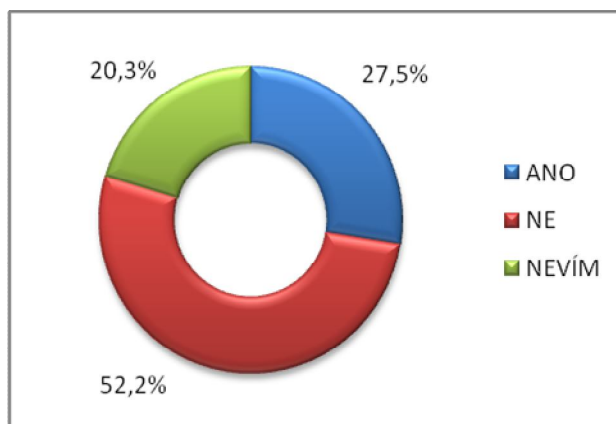
Graf č. 10 Otázka č. 7



Otázka č. 8 – Slyšeli jste o tzv. energetických rostlinách?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Z grafu č. 11 lze vyčíst, že polovina respondentů o energetických rostlinách neslyšela, přes čtvrtinu respondentů zná tyto rostliny pravděpodobně alespoň z doslechu.

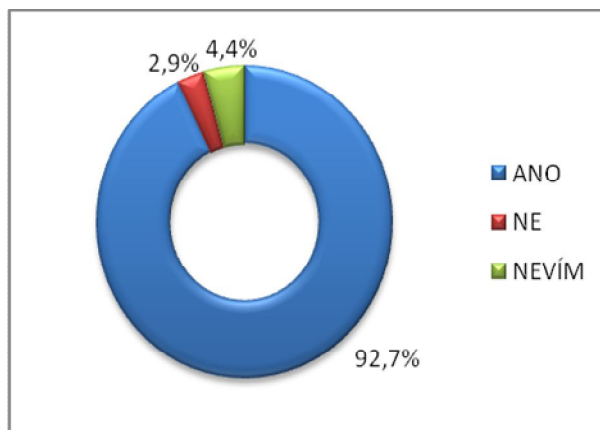
Graf 11 Otázka č. 8



Otázka č. 9 – Znáte proces zvaný fotosyntéza?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Výsledky v grafu č. 12 této otázky dopadly vcelku dobře, až 92,7 % respondentů uvedlo odpověď typu ANO, k tak vysoké znalosti pojmu přispěla skutečnost, že žáci přišli s tímto procesem do styku během výuky. Odpovědi na tuto otázku jsou důležitým ukazatelem pro zařazení biomasy do výuky, na základě znalosti fotosyntézy bychom mohli interpretovat již zmíněné energetické rostliny anebo fytomasu.

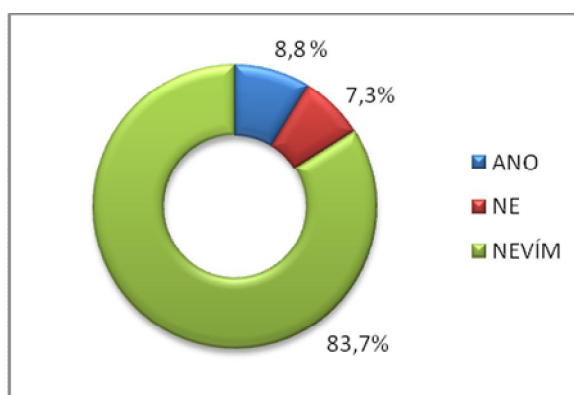
Graf č. 12 Otázka č. 9



Otázka č. 10 – Nachází se lignin v zrnku kukuřice?

Otázka byla vybrána na základě pojmů vybraných ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Výsledky z grafu č. 13 této otázky jsou zarážející. Až 83,7 % nedokážou na otázku odpovědět jednoznačně, přesto, že pojem lignin by jim měl být známý z hodin přírodopisu. Při pohledu na vzdělávací oblast Člověk a příroda se ve vzdělávacím oboru Přírodopis konkrétně v okruhu zvaném Obecná biologie nachází stavba rostlin. Přesto až 8,8 % respondentů si myslí, že se lignin opravdu nachází v zrnku kukuřice, i když je lignin důležitou stavební složkou dřeva, která zabezpečuje dřevnatění jeho buněčných stěn.

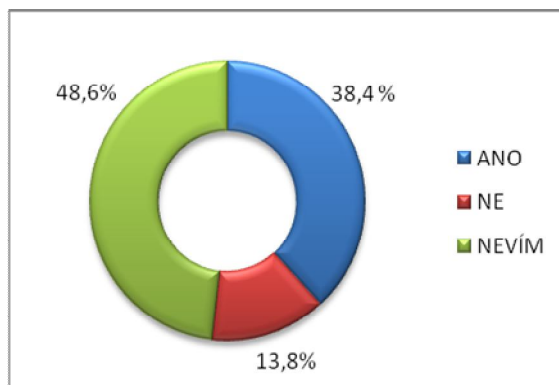
Graf č. 13 Otázka č. 10



Otázka č. 11 – Znečišťují fosilní paliva životní prostředí?

Otázka ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Je to další otázka z řad učiva 2. stupně ZŠ, na tuto otázku podle grafu č. 14 odpovědělo správně pouze 38,1 % respondentů a skoro půlka netuší, jak je to s fosilními palivy a jejich znečišťování ovzduší. Přesto, že jsou žákům na některých školách poskytovány informace v této oblasti pomocí promítání naučných videí, jsou výsledky typu NEVÍM vysoké.

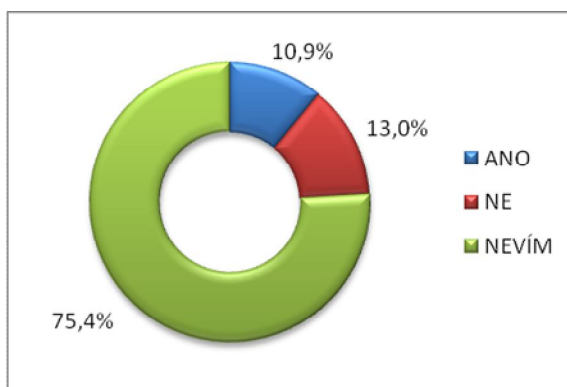
Graf č. 14 Otázka č. 11



Otázka č. 12 – Pokud bychom spalovali biomasu, bude produkovat metan?

Otázka ze vzdělávací oblasti Člověk a svět práce. Z grafu č. 15 je patrné, že třičtvrtě respondentů z celkového počtu 138 neví, jak je to se spalováním biomasy. Tyto výstupní hodnoty se daly očekávat a právě proto bylo navrženo zařazení spalovacích zařízení do výuky, včetně procesů, které se odehrávají při spalování. Otázka byla vybrána na základě potvrzení míry neinformovanosti v oblasti spalování biomasy, což se podařilo.

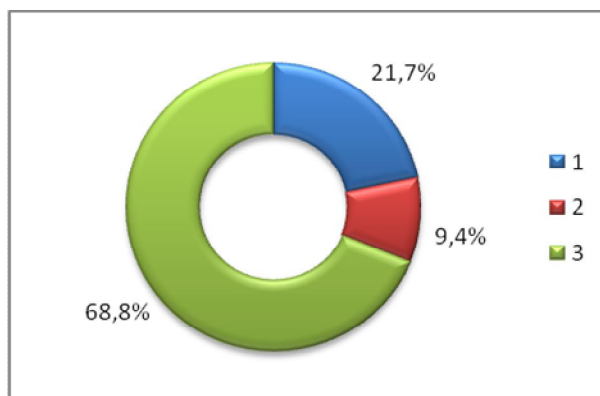
Graf č. 15 Otázka č. 12



Otázka č. 13 – Vyvíjí endotermická reakce teplo?

Otázka ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. U výsledku odpovědí v grafu č. 16 jasně převažuje odpověď NEVÍM, neboť respondenti zřejmě netuší, co to endotermická reakce je. Otázka byla položena z důvodu propojenosti s procesem spalování biomasy a dále také byla očekávaná znalost tohoto pojmu (společně s exotermickou reakcí). Obě reakce jsou náplní výuky vzdělávacího oboru Chemie konkrétně okruhu Chemické reakce a žáci by je tudíž měli znát. Přesto pouze 9,4 % procent žáků odpovědělo správně NE a 21,7 % se domnívá, že tato reakce skutečně vyvíjí teplo.

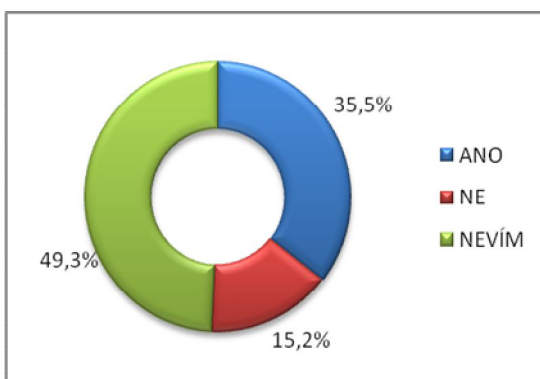
Graf č. 16 Otázka č. 13



Otázka č. 14 – Patří metan mezi skleníkové plyny?

Otázka ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Podle grafu č. 17 až polovina respondentů neví, že metan patří mezi skleníkové plyny. Skleníkové plyny obecně jsou učivem 2. stupně na základní škole. Především proto, že je náplní výuky vzdělávacího oboru Chemie konkrétně okruhu Směsi ozónová díra, byl tušen předpoklad, že žáci byli jistě obeznámeni, jaké plyny můžeme považovat za tzv. skleníkové. Předpokládané výsledky otázky se nedostavily, a proto odpovědi můžeme označit jako podprůměrné. Naštěstí odpovědi typu ANO nejsou úplně nízké, je to až 35,5 %, ovšem měly by být vyšší na základě toho, že se učivo probírá.

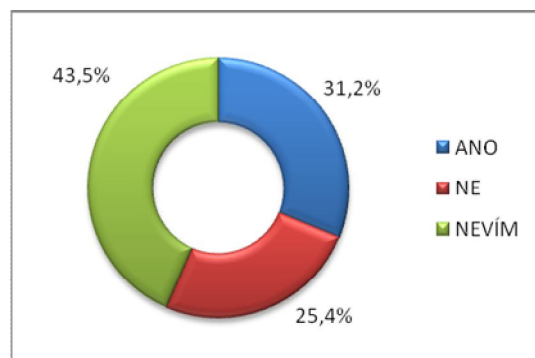
Graf č. 17 Otázka č. 14



Otázka č. 15 – Můžeme získat zpracováním cukrové řepy alkohol?

Otázka je ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Především proto, že je náplní výuky vzdělávacího oboru Chemie konkrétně okruhu Organické sloučeniny příklady v praxi významných alkoholů, předpokládalo se, že žáci byli jistě obeznámeni s procesem alkoholového kvašení a také jaké produkty se na tento proces využívají. Nicméně podle výsledků z grafu č. 15 tomu tak není. Podle grafu č. 18 si čtvrtina respondentů myslí, že nelze získat z cukrové řepy alkohol a pouze 31,2 % tvrdí, že ANO, dále 43,5 % respondentů to neví.

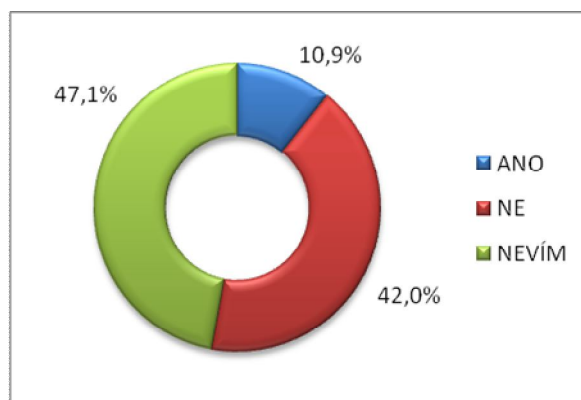
Graf č. 18 Otázka č. 15



Otázka č. 16 – Myslíte si, že klasické kompostování probíhá bez přístupu kyslíku?

Otázka vybrána ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Podle grafu č. 19 na tuto otázku odpovědělo až 42 % správně odpovědí typu NE. Především proto, že je náplní výuky vzdělávacího oboru Chemie konkrétně okruhu Chemie a společnost průmyslová hnojiva, se žáci s procesem kompostování pravděpodobně mohli setkat právě ve vyučování. Pokud je tomu skutečně tak, je potom dosti vysoké číslo 47,1 % z dotázaných, kteří to neví.

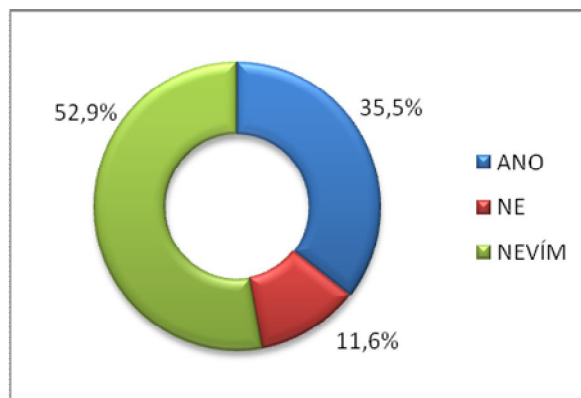
Graf č. 19 Otázka č. 16



Otázku č. 17 – Může vznikat z biomasy biopalivo?

Otázka vybrána ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Na tuto otázku odpovědělo podle grafu č. 20 poměrně hodně žáků správně odpovědí typu ANO. Přesto více jak polovina neví, jestli je to možné. Pouze 11,6 % respondentů si myslí, že není možné získat biopalivo z biomasy.

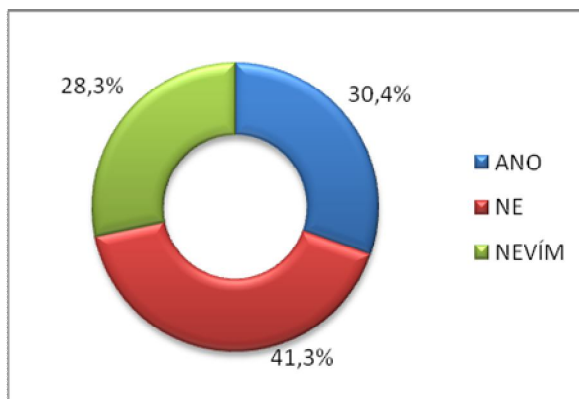
Graf č. 20 Otázka č. 17



Otázka č. 18 – Slyšeli jste někdy o bioplynových stanicích?

Otázka vybrána ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a svět práce. Podle grafu č. 21 jsou odpovědi vcelku vyrovnané. Až 41,3 % respondentů neslyšelo o bioplynových stanicích vůbec přesto, že se o nich hojně diskutuje v médiích. Naopak 30,4 % o nich slyšeli a 28,3 % neví.

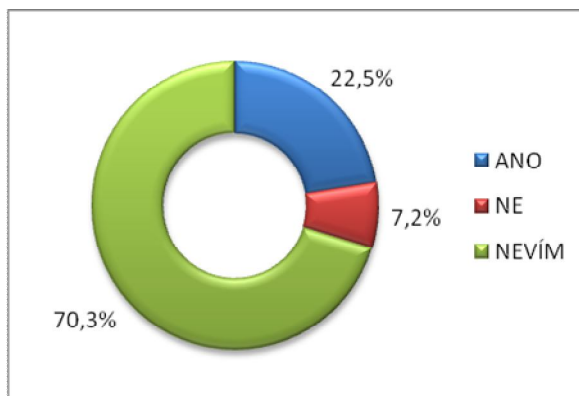
Graf č. 21 Otázka č. 18



Otázka č. 19 – Máme nějaké bioplynové stanice v České republice?

Otázka vybrána ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a svět práce. Otázka navazuje na otázku č. 22, prokazuje nízkou informovanost žáků v obecném dění kolem nich. Podle grafu č. 19 až 70,3 % neví, že máme v České republice bioplynové stanice, 7,2 % si myslí, že je dokonce nemáme vůbec. Pouze 22,5 % odpovědělo správně. Otázka je považována za důležitou vzhledem k počtu bioplynových stanic v ČR (viz příloha 4), žáci by měli vědět tuto skutečnost. To, jak je na tom Česká republika s bioplynovými stanicemi je snadno dohledatelné s použitím internetu.

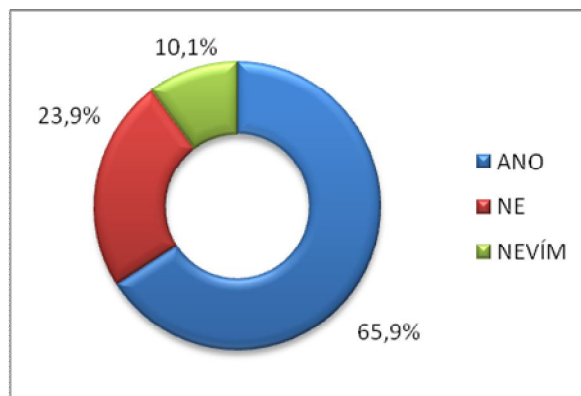
Graf č. 22 Otázka č. 19



Otázka č. 20 – Určitě víte, co je to nafta, ale znáte i bionaftu?

Otázka vybrána ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a svět práce. Otázka si stojí poměrně dobře, podle grafu č. 23 dosahuje na odpovědích typu ANO hodnot až 65,9 %. Skoro čtvrtina ji nezná a malé procento dotázaných to neví.

Graf č. 23 Otázka č. 20



ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo v teoretické část práce seznámit s problematikou biomasy. Vymezit blíže, co si pod pojmem biomasa představit, jak se dělí, jaké má vlastnosti a jaké jsou dostupné metody jejího zpracování. V praktické části jsme se snažili přispět návrhem realizace tématu Biomasa do výuky. Před samotným zařazením tohoto tématu do výuky byly vytyčeny nejdůležitější informace pro žáky, k čemuž složily vybrané klíčové pojmy. Pojmy byly vybrány a uskupeny na základě současné situace okruhů ve vzdělávacích oblastech na v RVP ZV. Úkolem realizovaného dotazníkového šetření bylo zjistit míru informovanost žáků 9. tříd základních škol o problematice biomasy. Pojmy, které byly vybrány a zařazeny do dotazníkového šetření, nám pomohly dokreslit naši představu o znalostech žáků na základních školách a míru jejich informovanosti v oblasti biomasy. Protože je dotazník tvořen tak, že obsahuje i otázky průřezové ze vzdělávacích oblastí, dozvěděli jsme se také, jak jsou na tom žáci s již získanými vědomostmi z výuky. Cílem práce bylo zpracovat přehled problematiky, která se váže k pojmu biomasa jako k jednomu z OZE a na základě analýzy předložit soubor pojmů použitelných jako standart v uvedené problematice, tj. odpovědět na otázku: Co by měl žák znát v souvislosti s pojmem „biomasa“ především ve výchovně vzdělávacím procesu.

Z výsledků dotazníku jsme dospěli k závěru, že žáci nemají v oblasti biomasy hluboké znalosti. Potvrdili jsme tedy nízkou míru informovanosti žáků, která vede k tomu, že žáci po absolvování výchovně vzdělávacího procesu odchází bez hlubšího přehledu o této problematice. Dotazník byl vytvořen, tak aby obsahoval nezbytné penzum informací, které by si žáci měli z uvedené problematiky osvojit, aby byli v dané oblasti gramotní. Návrh na okrajové zařazení biomasy do výuky by se dal realizovat, neboť z výsledků se jeví skutečnost, že žáci OZE a biomasu znají, pouze nemají dostatečně hluboké znalosti. V případě zařazení tématu Biomasa do výuky nalézáme jako vhodné podněty k dalšímu rozpracování uvedené problematiky např. problém návrhu pojetí takovéto výuky. Zde se nám jako vhodná jeví realizace projektové metody výuky s důsledným využíváním mezipředmětových vztahů v uvedené problematice v oblastech Člověk a příroda a Člověk a svět práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

1. AGROMONT VIMPERK. *Energie z bioplynu* [online]. 2009 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://www.agromont.cz/cs/11/section-40/energetika-bioplynove-stanice.htm>
2. AGUS. *Kontinuální drtiče odpadů a biomasy SEKO CONSTELLATION* [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://www.faguspraha.cz/zemedelska-technika/komunalni-technika-seko/kontinuelni-drtice-odpadu-a-biomasy.htm>
3. AUGUSTA, P. *Velká kniha o energii*. Praha: L.A. Consulting Agency, 2001. 383 s. ISBN 80-238-6578-1.
4. BROŽ, K., ŠOUREK, B. *Biomasa: Obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2003, 213 s. ISBN 80-01-02802-X
5. Česká a Slovenská republika. *Sbírka zákonů české a slovenské republiky*. In: 17. Ministerstvo vnitra České republiky, 1992, roč. 1992, 4. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1992/sb004-92.pdf>.
6. DUFEK, J. *Vytápění netradičními zdroji tepla*. Praha: BEN, 2003. 112 s. ISBN 80-7300-079-2
7. ENERGETICKÝ PORADCE PRE. *Biomasa. Přehled zařízení na spalování biomasy a možnosti umístění* [online]. 2008 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/uspory-ve-firmach/vyuziti-obnovitelnych-zdroju/biomasa.html>
8. HAMŠÍK, Tomáš. *HAMMEL. Drtiče HAMMEL* [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://www.hammel.cz/>
9. JAKUBES J., BELLINGOVÁ H., ŠVÁB M., *Moderní využití biomasy-technologické a logistické možnosti* [online]. Vydáno: 2006 [citováno 2009-06-25]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>.
10. JEVIČ, P., KÁRA, J., PATOREK, Z. *Biomasa: Obnovitelný zdroj energie*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.

11. JUCHELKOVÁ, D., KOPPE, K. *Energie biomasy: příručka: německo-česká: rovnice, grafy a tabulky*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011. 180 s. ISBN 978-80-248-2457-4.
12. KLOBUŠNÍK, L. *Pelety - palivo budoucnosti*. 1.vyd. České Budějovice: Harmonie, 2003. 108 s. ISBN 80-6842-476-3
13. KLOZ, P. *Využívání obnovitelných zdrojů energie: právní předpisy s komentářem*. Praha: Linde, 2007. 511 s. ISBN 978-80-7201-670-9.
14. KRAJSKÁ ENERGETICKÁ AGENTURA JČ KRAJE. Obnovitelné a alternativní zdroje energie [online]. České Budějovice, 2007 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.keajc.cz/?q=obnovitelne-a-alternativni-zdroje-energie>.
15. KROPÁČ, J., SERAFÍN, Č. *Teoretické základy technických předmětů: Texty k distančnímu vzdělávání v rámci kombinovaného studia* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008 [cit. 2012-03-09]. ISBN 978-80-244-2098-1.
16. MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA. ÚSTAV ZÁKLADNÍHO ZPRACOVÁNÍ DŘEVA. *BIOMASA- současná a budoucí energetická základna: sborník odborných příspěvků z celostátního semináře*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav základního zpracování dřeva, 2006. 164 s. ISBN 80-7157-989-0.
17. MOTLÍK, J., VÁŇA, J. *Biomasa pro energii (2) Technologie*. Biom.cz [online]. 2002-02-06 [cit. 2012-03-01]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-2-technologie>. ISSN: 1801-2655.
18. NAZELENO: *Kdy mají obnovitelné zdroje smysl?* [online]. 12.11.2008 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/okenko-nazeleno-kdy-maji-obnovitelne-zdroje-smysl.aspx>
19. NGÔ, Ch., NATOWITZ, J. *Our Energy Future: Resources, Alternatives and the Environment*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2009. ISBN 978-0470116609.
20. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M. *Technologie pro přípravu a energetické využívání biomasy: studie v rámci projektu "Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy"*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2007. 228 s. ISBN 978-80-248-1426-1.

21. SCIO. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání - obsah* [online]. 2008-2011 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.scio.cz/skoly/rvp/obsah.asp>.
22. SIMANOV, V. *Výroba, zpracování a využití biomasy* [online]. Centrum rozvoje venkova, 2008. Zveřejněno dne 13.11.2008. [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: http://www.rarsm.cz/download/cd3/vyroba_zpracovani_vyuziti_biomasy.pdf.
23. SLEJŠKA, A., VÁŇA, J. *Anaerobní digesce, fermentace, stabilizace, vyhňívání či zkvašování?*. Biom.cz [online]. 2002-07-16 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/anaerobni-digesce-fermentace-stabilizace-vyhnivani-ci-zkvasovani>. ISSN: 1801-2655.
24. BIOM: *Mapa bioplynových stanic*. [online]. 2008-2009. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovy-stance>.
25. TEKNAMOTOR. *Agrotechnika: Štěpkovače větví (dřeva) mobilní talířové* [online]. 2011 [cit.2012-03-19]. Dostupné z: <http://www.teknamotor.cz/index.php?tekna=rebam120s#>.
26. ÚSTAV PRO EKOPOLITIKU. *Výkladový slovník: Biomasa* [online]. 2007 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://slovník.ekopolitika.cz/b.shtml>.
27. ÚSTAV FYZIKY A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. *Seznam studijních textů - Environmentální fyzika: Energie biomasy*. Zlín, 2009. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_14.pdf.
28. VOJÁČEK, A. *Větrné elektrárny - mikro, malé i velké - princip, provedení, regulace* [online]. 29. 10. 2006 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006102901>
29. VÚP. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání - se změnami provedenými k 1. 9. 2007*. Praha, 2007. [cit. 12. 8. 2008]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf.
30. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - OSTRAVA. *Spalování*. Ostrava. Dostupné z: http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/Spalovani.pdf.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Vhodnost aplikace různých způsobů konverze biomasy k energetickým účelům

Příloha č. 2 Bioplynová stanice

Příloha č. 3 Diagram úbytku materiálu během kompostování

Příloha č. 4 Mapa bioplynových stanic v ČR

Příloha č. 5 Dotazník pro žáky 9. tříd základní školy

Příloha č. 1 Vhodnost aplikace různých způsobů konverze biomasy k energetickým účelům. (10, s. 14)

Druh biomasy	Ostatní procesy		Suché procesy			Mokrý procesy		
	esterifikace bioolejů	získávání odpadního technologického tepla	spalování	zplyňování	pyrolýza	alkoholová fermentace	aerobní fermentace	anaerobní fermentace
energetické plodiny lignocelulóзовé (dřevo, sláma, pícniny, obiloviny)	0	1	3	1	1	1	2	2
olejnaté plodiny (řepka, slunečnice, len)	3	0	2	0	0	0	0	2
energetické plodiny škrobnaté nebo cukernaté (brambory, cukrová řepa, obiloviny)	0	0	1	1	1	3	0	1
odpady z živočišné výroby (exkrementy, mléčné odpady)	0	2	1	1	1	0	2	3
organický podíl komunálních odpadů	0	1	3	2	2	0	1	3
organický odpad z potravinářské nebo jiné průmyslové výroby	0	1	1	0	0	2	2	3
odpady z dřevařských provozoven	0	0	3	2	2	0	0	0
odpady z lesního hospodářství	0	1	3	2	2	0	1	2
rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a z péče o krajinu	0	1	3	1	1	0	1	2
získané produkty	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

0- nelze použít nebo se v praxi nevyužívá, 1- technicky zvládnutelná technologie, avšak v praxi nepoužívaná, 2- vhodné jen pro určité technicko-ekonomické podmínky, 3-často používaná technologie

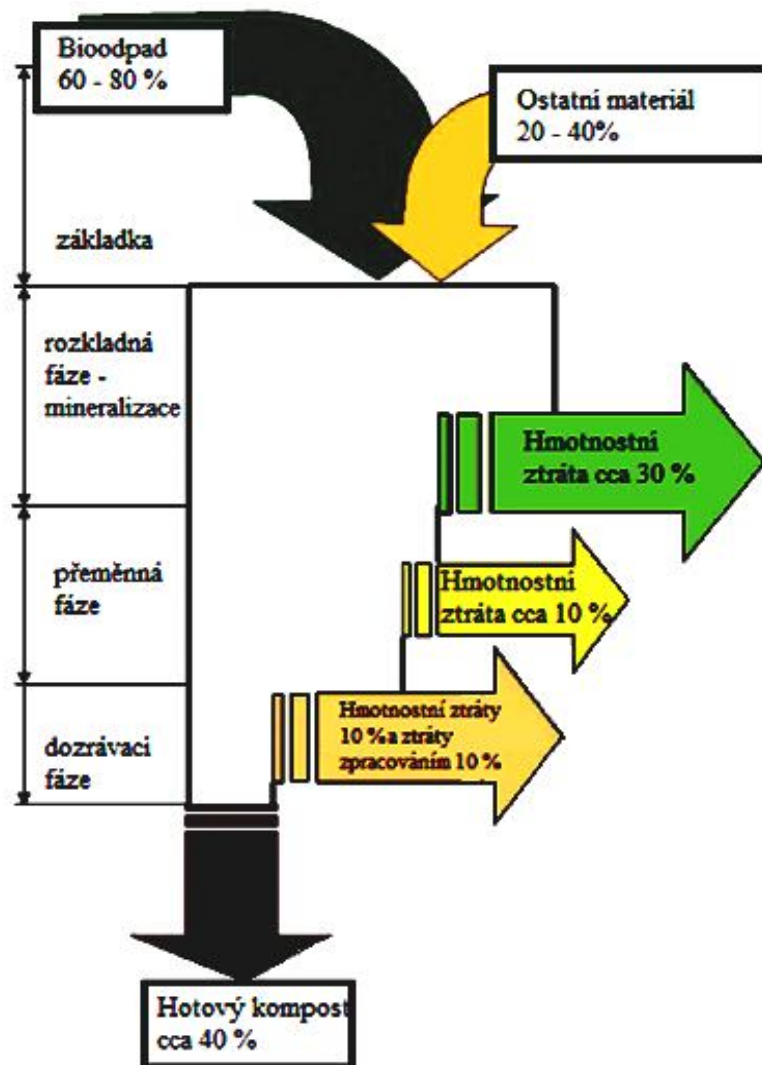
I- olej, metylester, II – teplo vázané na nosič, III – teplo vázané na nosič, IV – hořlavý plyn (metan), V – pevné palivo, dehtový olej, plyn, VI – etanol, metylalkohol, VII – teplo vázané na nosič, VIII - metan

Příloha č. 2 Bioplynová stanice

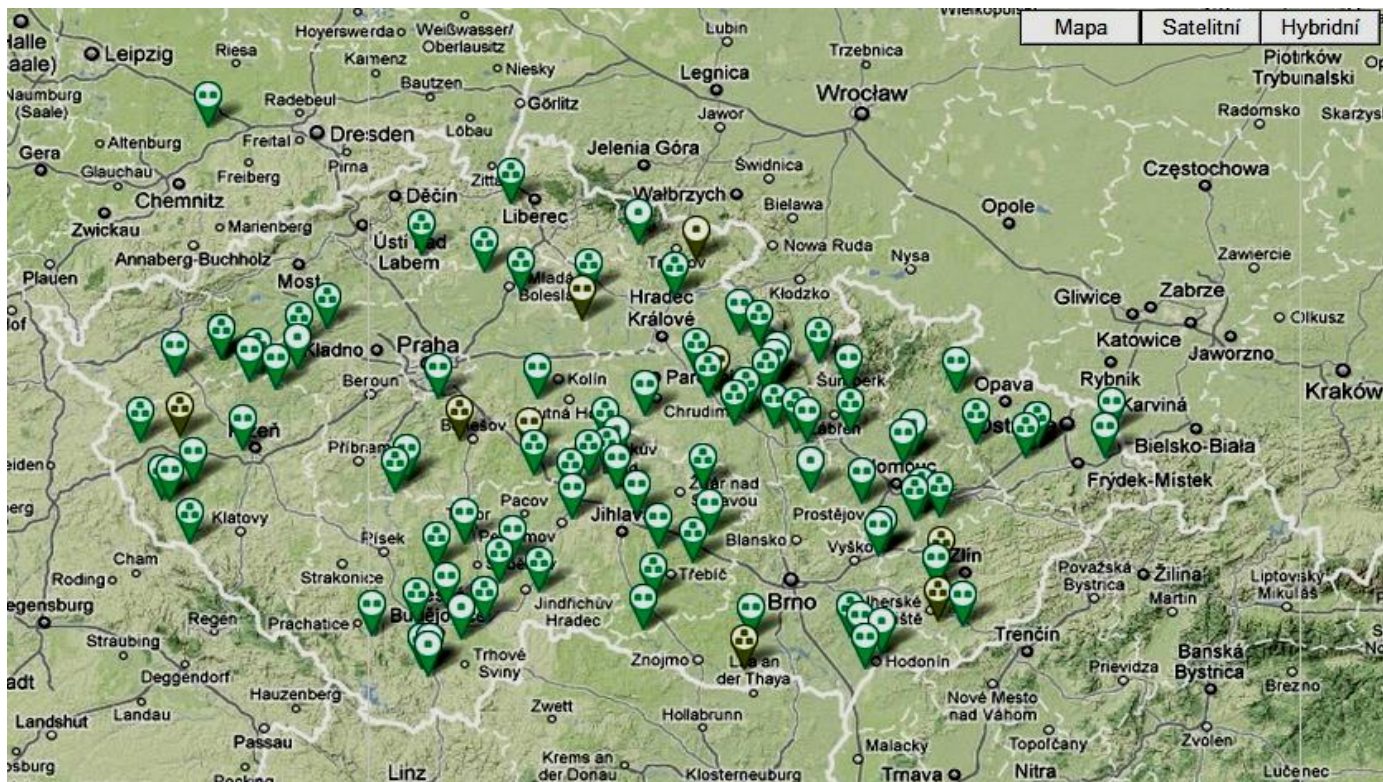


Obr. 23 Bioplynová stanice (1)

Příloha č. 3 Diagram úbytku materiálu během kompostování. (20, s. 146)



Příloha č. 4 Mapa bioplynových stanic v ČR. (24)



legenda

<input checked="" type="checkbox"/> Bioplynové stanice KOMUNÁLNÍ	 nad 550 kW	 do 550 kW	 do 250 kW
<input checked="" type="checkbox"/> Bioplynové stanice ZEMĚĚLSKÉ	 nad 550 kW	 do 550 kW	 do 250 kW
<input checked="" type="checkbox"/> Bioplynové stanice OSTATNÍ	 nad 550 kW	 do 550 kW	 do 250 kW

Příloha č. 5 Dotazník pro žáky 9. tříd základní školy

Setkali jste se ve výuce s pojmy jako obnovitelný zdroj energie?
Biomasa? Řekněte Nám to pomocí krátkého dotazníku.

Vyplňte údaje:

POHLAVÍ

VĚK

	ANO	NE	NEVÍM
1) Setkali jste se s pojmem obnovitelné zdroje energie (OZE)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Zařadili byste mezi OZE uhlí?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Znáte pojem biomasa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Týká se biomasa produktů domácích zvířat?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Může se nacházet biomasa ve skupenství pevném, kapalném i plyném?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Znáte pojem fytomasa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Patří do fytomasy výkaly hospodářských zvířat?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Slyšeli jste o tzv. energetických rostlinách?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9) Znáte proces zvaný fotosyntéza?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10) Nachází se lignin v zrnku kukuřice?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11) Znečišťují fosilní paliva životní prostředí?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12) Pokud bychom spalovali biomasu, bude produkovat metan?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13) Vyvíjí endotermická reakce teplo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14) Patří metan mezi tzv. skleníkové plyny?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15) Můžeme získat zpracováním cukrové řepy alkohol?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16) Myslíte si, že klasické kompostování probíhá bez přístupu kyslíku?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17) Může vznikat z biomasy biopalivo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18) Slyšeli jste někdy o bioplynových stanicích?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19) Máme nějaké bioplynové stanice v České republice?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20) Určitě víte, co je to nafta, ale znáte i bionaftu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>