

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA EURÓPSKYCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO ROZVOJA

Dekan: prof. Ing. Dušan Húska, PhD.

Možnosti pestovania energetických drevín na Slovensku
Bakalárska práca

Katedra ekológie

Vedúci katedry: prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.

Vedúci práce: prof. RNDr. Zuzana Jureková, CSc.

Roman Molnár

Nitra 2008

Abstrakt

Biomass is the material of plant and animal origin suitable for energetic utilization. At present its importance increases, because it belongs to the category of renewable energetic sources. Slovakia is a country with rich sources of biomass but up to now huge gaps are in its energetic utilization. Different waste can be utilized from (wood-working industries, forestry, agriculture etc.), but specially cultivated tree species called energetic forests are used also for biomass production, as well as cultivated annual plants and grasses. Biomass can be utilized for direct combustion and also for production of noble fuels (briquettes, charcoal, wood gas). From agricultural products bio-oil is produced, from waste biogas. Rapid price increase of natural gas after year 2000 together with removal of cross-subsidies between loss-making distribution and profitable transit as well as price increase of crude oil prices led to increased interest in wood biomass. The retail prices of heat are not that significantly different, as the heat producers also have to pay off the investments into the technology switch. But, most of the heat producers that have switched to wood chips claim that their heat is cheaper by a fifth compared to their gas-using counterparts. There are four sources of biomass to be used for energy production in Slovakia. The first are remains after wood harvest in normal forests, which can be turned into wood chips. This is mainly done by the state-owned Lesy SR that is also building a distribution network for the chips all over Slovakia. The distribution itself is costly, it is therefore necessary to have distribution centers near the clients. The forests cover 42% of the Slovakian area and thus wood wastes represents a big potential from a viewpoint of energy accumulation. A large potential for biomass based projects are especially in the wood processing industry, having a considerable heat demand and high availability of low cost wood residues. The wood wastes production in Slovakia is 2.3 million ton per year with energy potential of 27 PJ. Unfortunately only 20% of it is used for energy or material output. The annual production of wood bricks is 18.000 ton, but 90% of it is exported. There is significant potential in plantations of fast-growing energy trees, especially in drier regions and south Slovakia. A special category is represented by the cultivation of energetically usable rapidly growing wood species and plants with a possible annual profit of 4 PJ. In Slovak conditions the most perspective energy plants are the fast growing trees for burning, plants suitable for ethanol production by fermentation and plants rich in oil e. g. oil-rape. The rate of input and output energy in energy plant production is 1:1 or 1:1.3 for oil-rape and 1:5 for sugar-sorghum. The planned area for energy production plants is limited to 400.000 ha with energy potential of 100 PJ sufficient for heating of all houses in Slovakia.

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetku použitú literatúru súvisiacu so zameraním bakalárskej práce.

Nitra

.....
Roman Molnár

Touto cestou vyslovujem poďakovanie pani prof. RNDr. Zuzana Jureková, CSc. Za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

Nitra

.....
Roman Molnár

Použité označenie

EÚ Európska únia

FAO organizácia OSN pre výživu a poľnohospodárstvo

GJ gigajoul

GWh gigawathodina

KO komunálny odpad

kWh kilowatthodina

MJ megajoul

MW megawatt

NP národný park

OZE obnoviteľné zdroje energie

PD poľnohospodárske družstvo

PJ petajoul

ppm jedna milióntina

RRD rýchlorastúce dreviny

RV rastlinná výroba

t.ha-1 tona na hektár

TTP trvalé trávne porasty

TWh terrawathodina

VPP vysokoškolský poľnohospodársky podnik

ŽP životné prostredie

ŽV živočíšna výroba

Obsah

ÚVOD.....	8
1 ENERGETICKÝ STAV U NÁS A VO SVETE.....	10
1.1 Súčasný energetický stav na Slovensku a v EÚ.....	10
1.1.1 Vízia do roku 2050.....	11
1.2 ZDROJE ENERGIE.....	12
1.2.1 Obnoviteľné zdroje energie.....	12
1.2.2 Neobnoviteľné zdroje energie.....	14
1.3 RASTLINNÁ BIOMASA	15
1.3.1 Hlavné dôvody využitia biomasy.....	16
1.3.2 Zdroje biomasy na Slovensku.....	17
1.3.3 Získanie biomasy pre energetické využitie.....	18
1.3.4 Produkcia biomasy.....	19
1.3.4.1 Ušľachtilé palivá z biomasy.....	19
1.3.5 Emisie pri energetickom využití biomasy.....	20
1.3.5.1 Biomasa a skleníkový efekt.....	20
1.4 ENERGETICKÁ HODNOTA BIOMASY.....	20
1.4.1 Energetický potenciál lesnej biomasy na Slovensku.....	22
1.4.2 Premena biomasy na energiu.....	22
1.4.2.1 Termochemické procesy.....	22
1.4.2.2 Biochemické procesy	23
1.5 ENERGETICKÉ PLODINY ICH PESTOVANIE A VYUŽITIE.....	24
1.5.1 Pestovanie energetických plodín na poľnohospodárskej pôde.....	27
1.5.1.1 Perspektívy pestovania a využitia energetických plodín.....	29
1.5.2 Možnosti pestovania energetických rastlín a drevín na Slovensku.....	29
1.6 ZAKLADANIE ENERGETICKÝCH PORASTOV.....	31
1.6.1 Základ úspechu je vo vhodnej technológii.....	32
1.6.2 Technológia vysádzania energetických porastov.....	32
1.7 SPÔSOBY PESTOVANIA LESNEJ BIOMASY NA NELESNEJ PÔDE.....	32
1.8 LEGISLATÍVA PESTOVANIA ENERGETICKÝCH RASTLÍN.....	33
2 Cieľ práce.....	35
3 Metodika práce	36
4 Výsledky práce	37

4.1 Poľnohospodárska pôda vhodná pre pestovanie energetických rastlín v podmienkach SR.....	40
4.2 Pestovanie drevín na devastovaných pôdach.....	41
5 Záver	46
6 Použitá literatúra	48
7 Prílohy	52

Úvod

Žijeme v dobe kedy ceny palív rastú neúmerou rýchlosťou. Je na čase si to konečne uvedomiť a začať hľadať riešenie ako sa tomuto problému vyhnúť. Možno tu hovoriť o probléme globálneho charakteru pretože vyčerpatelnosť fosílnych palív je veľmi blízko a ich zásoby sa mihnajú obrovskou rýchlosťou. Treba sa zamyslieť nad tým, že sme na nich veľmi závislí či už v automobilovom priemysle, doprave, ale aj v ďalších odvetviach. Preto treba nájsť čo najrýchlejšie vhodnú náhradu. A tou náhradou je práve biomasa. Treba si uvedomiť aj druhú stránku veci a síce stav životného prostredia, ktorého kvalita od priemyselnej revolúcie stále klesá. Množstvo emisií vypúšťaných do ovzdušia spôsobuje globálne otepľovanie, ktoré spôsobuje obrovské škody na našej planéte. Ešte stále existujú ľudia ktorí tvdia že je to všetko iba výsledkom prirodzeného kolobehu a že k otepľovaniu došlo i v dobách minulých. Ekonomická politika je silná vec a peniaze zatieňujú rozum aj tým najštudovanejším. Je na čase povedať STOP!!! Riešenie nám leží priamo pri nohách a vyslovene si pýta našu pozornosť. V mojej práci sa budem venovať pestovaniu energetických rastlín. Možností je nespočetne veľa. Nemáme čo stratiť, naopak môžeme len získať. Pestovanie energetických rastlín nie je o nič náročnejšie ako pestovanie iných rastlín. Veľkou výhodou je ich nenáročnosť na podmienky ktoré iným rastlinám nevyhovujú a preto sa pestujú hlavne na stanovištiach kde pestovanie iných rastlín už nie je výnosné. Energetických rastlín je nespočetne veľa a preto majú aj všestranné využitie. Ja by som sa chcel venovať v mojej práci hlavne pestovaniu energetických drevín. Ich obrovskou výhodou je čas za ktorý dokážu vyprodukovať dostatok biomasy. Niektoré druhy vrb dokážu narásť aj niekoľko centimetrov za deň. Je to úžasné a bola by škoda keby túto ich výnimočnú vlastnosť ľudstvo nevyužilo. Výhodou respektíve kladov pestovania energetických drevín je veľa. Pozrime sa na to z ekologického hľadiska. Ako som už spomínal množstvo emisií narastá takou rýchlosťou, že naša planéta už pravdepodobne dlho nevydrží. Začali si to uvedomovať aj ľudia tam hore a podpísaním Kjótskeho dokumentu sa zaviazali tento problém konečne riešiť. A tu sa dostávame na koreň veci a síce že pestovaním energetických rastlín nám do ovzdušia neunikajú žiadne emisie. Naopak pozitívne prispievajú k zlepšeniu klímy, spevňujú svahy riek čím ich chránia pred eróziou, niektoré druhy vrb sú schopné akumulovať ťažké kovy z pôdy atď. Je síce pravda že pri spracovaní biomasy a následnom spaľovaní sa nám do ovzdušia dostávajú plyny ako napríklad CO₂ ktorý je jeden z najnebezpečnejších skleníkových plynov, ale treba si uvedomiť že vzhľadom k tomu, že CO₂ uvoľnený pri spaľovaní biomasy je znovu absorbovaný pri raste rastlín, nie je problém s emisiami CO₂, pretože je to proces

obnoviteľný. Hovoríme tu o prirodzenom cykle, ktorý v konečnom dôsledku nezhoršuje skleníkový efekt na zemi, pretože rastlina uvoľní pri spaľovaní len toľko CO₂, koľko ho spotrebovala pri svojom raste. A to je ich najväčšie plus kôli ktorému sa tešia stále väčšej popularite. Na celom svete aj ako u nás už beží množstvo projektov zakladania porastov energetických rastlín. Tento spôsob využívania energie je ešte len na začiatku ale na dobrej ceste stať sa vhodnou náhradou za fosílna palivá. Treba sa pozerat' do budúcnosti a treba si uvedomiť fakt že stav nášho životného prostredia je v ohrození a my máme povinnosť ho zachrániť pre potreby našich budúcich generácií.

1 ENERGETICKÝ STAV U NÁS A VO SVETE

1.1 Súčasný energetický stav na Slovensku a v EÚ

Na Slovensku pokrývajú fosílna palivá 97 % spotreby primárnych energetických zdrojov. Navyše dovoz palív predstavuje takmer 90 % a v obchodnej bilancii sa prejavuje niekoľko miliardovým saldóm. Takáto relatívne nevýhodná “východisková pozícia” by sa mohla premeniť na výhodnú, nakoľko každá dovezená tona ropy, uhlia alebo kubík plynu, ktoré by sme nahradili domácimi obnoviteľnými zdrojmi energie by sa nielenže premietla do zlepšenej ekonomickej bilancie zahraničného obchodu, ale by nemala ani nežiaduce dopady na domácu zamestnanosť v oblasti fosílnych palív. V súčasnosti u nás domáce palivá (hnedé uhlie) pokrývajú 11 % spotreby. Dovážané palivá (ropa, zemný plyn, urán) pochádzajú hlavne z Ruskej Federácie resp. z Českej republiky. Trhu s elektrinou dominuje jadrová energetika s podielom asi 50 %, pričom domáca výroba presahuje spotrebu. Z hľadiska spotreby energie dominuje priemysel v spotrebe všetkých jej druhov a príznačná je aj relatívne nízka spotreba u obyvateľstva v porovnaní s vyspelými krajinami. Energetický systém je však do značnej miery determinovaný prírodnými podmienkami a predovšetkým jeho historickým, spoločenským a ekonomickým vývojom, najmä zdedenou, nevyhovujúcou, materiálno, energeticky a surovinovo náročnou štruktúrou hospodárstva.

Od roku 1999 bola SR exportérom elektrickej energie . V rokoch 2006 až 2008 však dochádza na Slovensku ku kumulácii vyradenia veľkých elektrárenských kapacít. Do roku 2010 má byť vyradených cca 1794 MW elektrických výkonov, ktoré zabezpečujú okolo 8,0 TWh . Súčasná príprava nových výkonov nedáva reálne možnosti ich náhrady do obdobia stanovených termínov vyradenia. Na základe dlhodobých prognóz vývoja hrubej domácej spotreby SR je možné predpokladať štruktúru spotreby primárnych energetických zdrojov. V súčasnosti sa z obnoviteľných zdrojov energie vrátane využitia hydroenergetického potenciálu veľkých vodných elektrární vyrába cca 5,2 TWh elektriny, čo predstavuje cca 16 % domácej spotreby elektriny. Celkový využiteľný potenciál jednotlivých druhov obnoviteľných zdrojov energie dáva možnosti zvýšiť ich podiel na celkovej výrobe elektriny až na 19 % v roku 2010, na 24 % v roku 2020 a na 27 % v roku 2030. Vo viacerých európskych štátoch vrátane SR prišiel čas rozhodovania o ďalšom smerovaní energetickej infraštruktúry. Vzhľadom na životnosť energetických zariadení ovplyvnia tieto rozhodnutia vývoj na ďalších tridsať rokov.

EÚ je závislá od dovozu primárnych energetických zdrojov zo 47 % (v prípade ropy dovoz dosahuje až 77 %). Vzhľadom na narastajúci dopyt a znižujúce sa zásoby možno i naďalej predpokladať zvyšovanie cien fosílnych palív, čo bude zásadne ovplyvňovať ekonomický rozvoj. S prevádzkou konvenčných energetických zariadení súvisia značné ekonomické a bezpečnostné riziká: havárie pri prevádzke, preprave surovín a uskladňovaní odpadu, riziko sabotáží a konfliktov, ako aj možných výpadkov dodávok surovín. V centralizovaných systémoch výroby ťažko eliminovať výpadky dodávok elektrickej energie v rozsiahlych oblastiach. Konvenčná energetika je stále podporovaná nepriamymi dotáciami. Externé výrobné náklady (zahŕňajú zvýšenú úmrtnosť obyvateľstva, znečisťovanie a degradáciu vody, vzduchu a pôdy) nie sú premietnuté do cien elektrickej energie. Škody spôsobené výrobou elektriny a dopravou, výrobná cena elektrickej energie v EÚ (približne $0,9 - 1,9 \text{ Sk.kWh}^{-1}$), by pri uvažovaní externých nákladov v prípade uhlia vzrástla o $0,8 - 6,5 \text{ Sk.kWh}^{-1}$; v prípade ropy o $1,2 - 4,7 \text{ Sk.kWh}^{-1}$, v prípade plynu o $0,4 - 1,7 \text{ Sk.kWh}^{-1}$. Odhady externých nákladov v prípade jadrovej energie a obnoviteľných zdrojov energie (OZE) sa pohybujú pod hranicou $0,4 \text{ Sk.kWh}^{-1}$. Externé náklady na výrobu elektrickej energie sa odhadujú na 1 – 2 % HDP Európskej únie, pričom v nich nie sú zahrnuté škody spôsobené globálnou zmenou klímy, ani degradáciou biodiverzity.

1.1.1 Vízia do roku 2050

Bola postavená na predpoklade, že kvalitatívne bude štruktúra energetiky v budúcnosti pokrývať tie isté potreby ako v súčasnosti:

- prípravu tepla a teplej vody,
- výrobu elektrickej energie a
- dodávky energie pre dopravu.

Je možné však očakávať že cena energie určite bude skôr stúpať ako klesať, čo sa pozitívne prejaví na úsporách a zvyšovaní energetickej účinnosti.

Kľúčovou otázkou preto je ako nahradiť celú súčasnú spotrebu fosílnych palív obnoviteľnými zdrojmi v roku 2050. Popri tom zostáva jedna nezodpovedaná otázka a to ako zabezpečiť spotrebu energie v sektore dopravy (nahradiť ropu) – najrýchlejšie rastúci segment spotreby energií. Celosvetovo rastúci trend spotreby ropy je v niektorých krajinách veľmi prudký (napr. v Číne) a celkom určite povedie k náhrade ropy za iný zdroj už pred rokom 2050. Súvisí to s nasledujúcimi skutočnosťami:

- Svetové rezervy ropy sa odhadujú na 39 rokov
- Vrchol v ťažbe (prevýšenie dopytu na produkciu) sa dá očakávať v období rokov 2010 až 2020, čo povedie k výraznému nárastu cien ropy.
- Podiel krajín OPEC na celkovej produkcii ropy vzrastie nad 50 % už do roku 2020.
- Podiel dovozu ropy v priemyselne vyspelých krajinách bude narastať. Toto bude stimulovať hlavne politiku USA a EÚ s cieľom nahradiť ropu za iné palivo pravdepodobne obnoviteľné nakoľko ani zemný plyn z dlhodobého hľadiska nedokáže nahradiť ropu.

Ak berieme do úvahy vyššie uvedené podnety je možné predpokladať, že v blízkej budúcnosti nastane silný politický tlak so snahou o vyššiu palivovo-energetickú sebestačnosť a prechod k obnoviteľným zdrojom. Spoločné úsilie krajín veľmi závislých na dovoze (USA, EÚ, Japonsko) povedie k silným ekonomickým stimulom pre alternatívne palivá hlavne v doprave. Palivové články využívajúce vodík vyrábaný obnoviteľnými energetickými zdrojmi sa dnes ukazujú ako jedna z možných už dnes technologicky zvládnutých alternatív. Keďže dnes nie je možné odhadnúť aká energetická surovina (vodík, biopalivá, elektrina) sa presadí, nebudeme sa ďalej problému dopravy venovať. Faktom však zostáva, že aj keby sektor dopravy mal byť založený na vodíku vyrábanom elektrickou energiou, vo svete existuje dostatočný potenciál jeho výroby pomocou slnečnej resp. veternej energie.

1.2 ZDROJE ENERGIE

Prírodnými zdrojmi nazývame všetky zdroje, ktoré človek môže využívať pre uspokojovanie svojich životných potrieb. Z hľadiska obnoviteľnosti ich môžeme rozdeliť na obnoviteľné a neobnoviteľné, ktoré sa ďalej delia na vyčerpatel'né a nevyčerpatel'né.

1.2.1 Obnoviteľné zdroje energie

Obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie (biomasa, vodná, veterná a slnečná energia), sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie prakticky v každej krajine sveta. Sú ekologické a neznečisťujú prostredie.

Zmenšujúce sa zásoby fosílnych palív, poškodzovanie životného prostredia a zdravia ľudí rovnako ako etický rozmer problému súvisiaci s tým, či máme morálne právo vyťažovať

a spáliť všetky zásoby ropy a odkázať budúce generácie len na spomienky, si vyžadujú premýšľať nad zmenou súčasného stavu. Snaha o zmenu si však vyžaduje nové technológie, a tie si vyžadujú nový spôsob myslenia. Cestná doprava je v súčasnosti založená na technológii motora s vnútorným spaľovaním - technológii, ktorá sa vo svojej podstatne objavila pred sto rokmi a pretrváva dodnes.

Obnoviteľné zdroje energie je možné podľa pôvodu rozdeliť do dvoch základných skupín:

- exogénne zdroje
- endogénne zdroje

Exogénne zdroje sú:

- slnečná energia,
- energia biomasy,
- veterná energia,
- vodná energia,
- energia vln,
- tepelná energia morí a oceánov,
- energia morských prúdov,
- tepelná energia prostredia.

Endogénne zdroje energie sú:

- geotermálna energia (zatiaľ najvýznamnejší a najvyužívanejší endogénny zdroj)
- iné endogénne zdroje (zväčša využívajúce princíp diferencií energetických potenciálov)

V princípe energetický potenciál endogénnych zdrojov získala Zem v procese svojho vzniku a formovania.

1.2.2 Neobnoviteľné zdroje energie

Neobnoviteľné zdroje energie z pohľadu ich pôvodu môžeme rozdeliť na:

- primárne - prírodné
- sekundárne - umelé

Primárne, teda prírodné zdroje energie môžeme z pohľadu ich chemického zloženia rozdeliť na dve skupiny:

- organické – kaustobiolity (uhlie, ropa, plyn, rašelina, bituminózne (asfaltické) piesky a bridlice),
- anorganické – minerálne (uránová ruda).

Sekundárne, teda umelé zdroje energie sú napríklad:

- produkty štiepnej reakcie v reaktoroch (^{235}U alebo ^{239}Pu vzniknuté z ^{238}U),
- plyny z technologických procesov (koksárenský, svietiplyn, generátorový plyn syngas, kychtový plyn) a iné.

Neobnoviteľné zdroje energie môžeme rozdeliť na dve skupiny z pohľadu ich konvenčného využívania:

- konvenčné
- nekonvenčné

Konvenčné neobnoviteľné zdroje predstavujú piliere svetovej energetiky z pohľadu výroby tepla, výroby elektrickej energie a zdroja energie pre dopravu.

Konvenčné zdroje energie sú:

- uhlie
- ropa
- zemný plyn
- urán

Nekonvenčné zdroje energie sú:

- bituminózne bridlice
- bituminózne piesky
- rašelina,
- hydráty zemného plynu

1.3 RASTLINNÁ BIOMASA

Apalovič (1996) uvádza: „Biomasa nazývame materiál rastlinného a živočíšneho pôvodu, vhodný na priemyselné a energetické využitie. Zahrňujeme sem aj odpady a druhotné suroviny, ktoré vznikajú pri jej pestovaní a spracovaní, ako aj príslušnú časť komunálnych odpadov. Biomasa bola od nepamäti všestranne využiteľným materiálom a je ním dodnes.

V súčasnosti vzrastá využívanie obnoviteľných energetických zdrojov, a tak sme svedkami opätovného rozvoja využívania biomasy i vo vyspelých krajinách. Je veľkou prednosťou biomasy, že sa každoročne obnovuje, takže pri cieľavedomom pestovaní sa môže stať, na rozdiel od fosílnych palív, nevyčerpatelným zdrojom surovín.

Slovensko má veľké rezervy v energetickom využívaní biomasy. Na výrobu energie sa u nás využívajú odpady z drevospracujúceho priemyslu (asi 2/3 celkového objemu). Veľmi málo sa využívajú odpady v lesníctve a takmer vôbec sa na tento účel nevyžívajú odpady v poľnohospodárstve.“

Obrázok 1: Základné údaje o biomase

BIOMASA – ZÁKLADNÉ ÚDAJE
• Celková hmotnosť biomasy na Zemi (vrátane vlhkosti) - 2000 miliárd ton
• Hmotnosť rastlín na súši - 1800 miliárd ton
• Hmotnosť lesov na Zemi - 1600 miliárd ton
• Hmotnosť biomasy na jedného obyvateľa Zeme - 400 ton
• Energia uskladnená v biomase na súši 25 000 EJ
• Čistý ročný prírastok hmotnosti biomasy na súši - 400 miliárd ton
• Ročný prírastok energie uskladnenej v biomase na súši - 3000 EJ/rok (95 TW)
• Celková spotreba všetkých foriem energie na Zemi za rok - 400 EJ/rok (12 TW)
• Spotreba energie biomasy - 55 EJ/rok (1,7 TW)

Zdroj : <http://www.greenprojekt.sk/biomasa.html> (02.04.2008)

1.3.1 Hlavné dôvody využitia biomasy

Výroba energie z fosílnych palív – uhlie, nafta, benzín, zemný plyn:

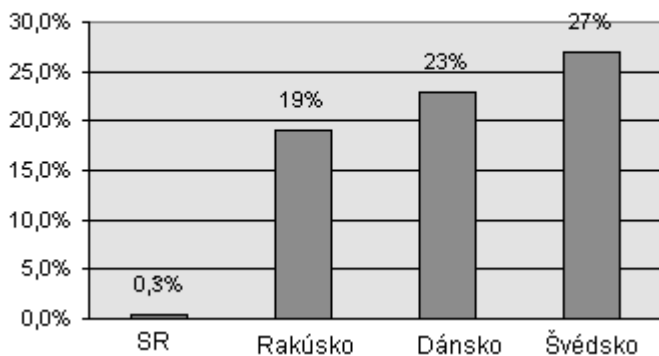
- je zdrojom exhalátov, ktoré poškodzujú životné prostredie a zdravie obyvateľov (oxid siričitý, oxidy dusíka, oxid uhličitý a uhoľnatý, uhl'ovodíky a popolček.)

- zvyšuje obsah oxidu uhličitého – CO₂ v atmosfére, čo vyvoláva skleníkový efekt, zvyšovanie teploty zemskej atmosféry, a tým zmeny zemskej klímy (extrémne výkyvy počasia, záplavy, suchá, hurikány,...)

Jadrové elektrárne sú ekonomicky neefektívne, centralizované a potenciálne nebezpečné zdroje elektrickej energie. Rovnako aj výroba jadrového paliva, jeho spracovanie a skladovanie vyhoreného paliva neúnosne zaťažujú štátny rozpočet a životné prostredie.

Biomasa je v podstate koncentrovaná slnečná energia. Pri spaľovaní biomasy nevznikajú škodlivé exhaláty a vznikne iba toľko CO₂, koľko biomasa odčerpala z atmosféry pri svojom raste.

Obr.1 Podiel biomasy na výrobe tepla.

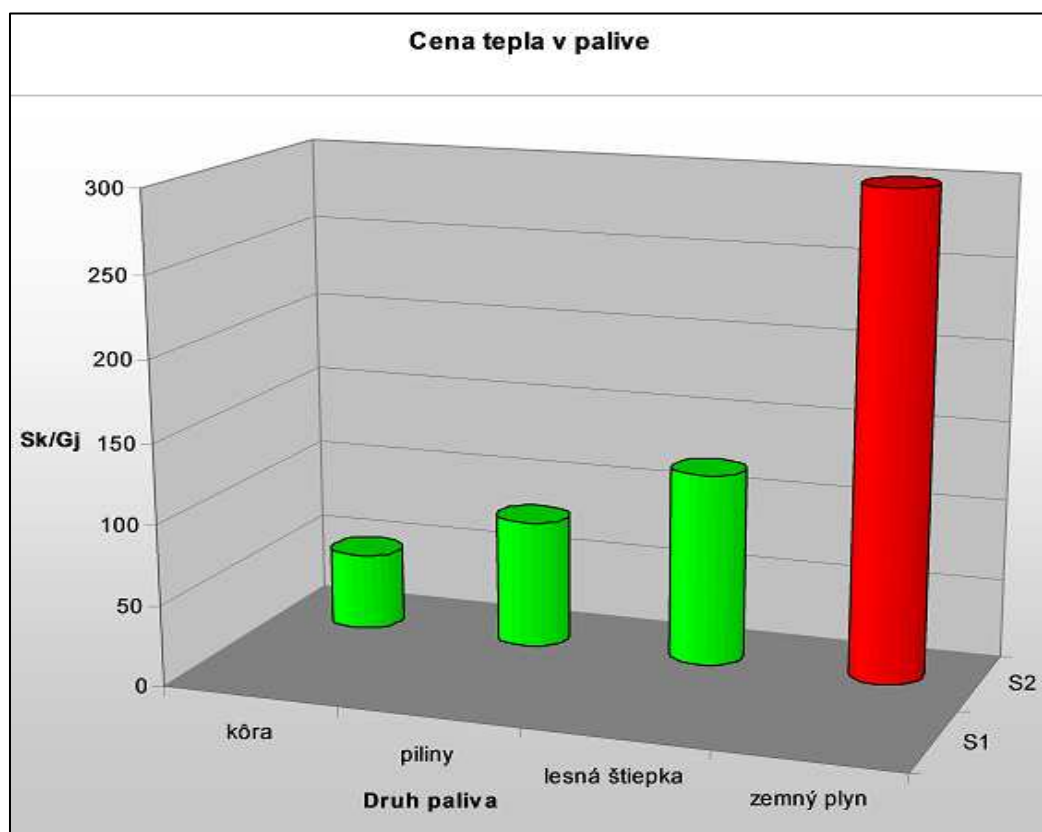


Spracované zo zdroja : <http://www.greenprojekt.sk/biomasa.html> (02.04.2008)

Prognóza - rast ceny zemného plynu bude ďalej pokračovať

- stabilná cena energetického dreva

Graf 2 Vyjadrenie ceny tepla v závislosti od použitého paliva



Zdroj: <http://www.greenprojekt.sk/biomasa.html> (02.04.2008)

Cena palív z biomasy je výrazne lacnejšia. Najmä doteraz nevyužívaná drevná hmota – energetické drevo je významne lacnejšia ako zemný plyn! Pestovanie, spracovanie a energetické využívanie biomasy významne prispeje k ochrane životného prostredia, k vytváraniu nových pracovných miest a k trvalo udržateľnému rozvoju regiónov.

1.3.2 Zdroje biomasy na Slovensku

Podľa Apalovič (1996) Na Slovensku je značná výmera okrajovej devastovanej a chemicky znečistenej pôdy, nevhodnej na pestovanie kultúrnych plodín. Okrem toho sa počíta s vyčlenením asi 400 000 ha málo úrodných a eróziou ohrozených pôd na zalesnenie a zatrávenie. Na pestovanie biomasy by sa dali využiť povodia riek, potok, odvodňovacích a zavlažovacích kanálov, násypy pri cestách a železničných tratiach, ale aj areály závodov a poľnohospodárskych podnikov.

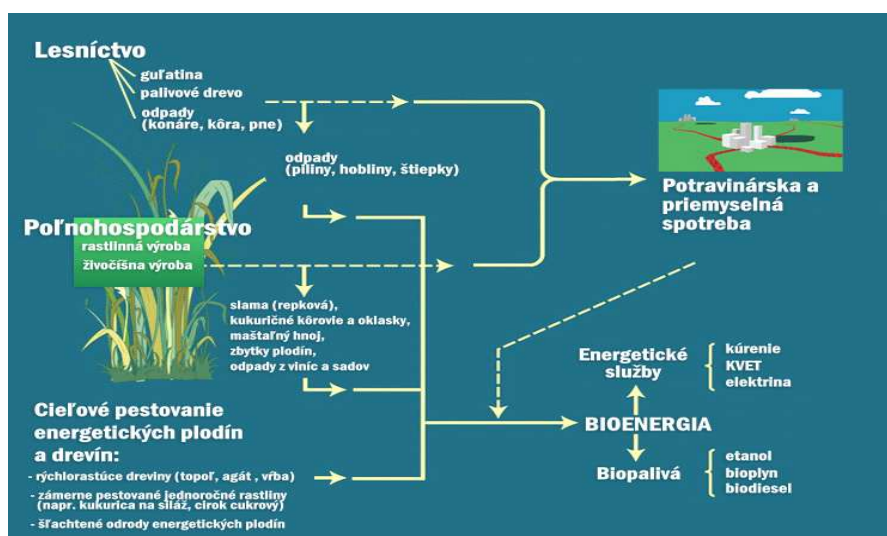
Ročne sa využíva približne:

- 250 000 m³ odpadov z pestovania a ťažby lesa
- 50 000 m³ odpadov z drevospracujúceho priemyslu
- Asi 1,5 mil. t. rastlinných odpadov v poľnohospodárstve
- Asi 5 mil. t. tekutých exkrementov hospodárskych zvierat
- 1 mil. t. domových odpadov

1.3.3 Získanie biomasy pre energetické využitie

- z odpadov vznikajúcich pri pestovaní, ťažbe a spracovaní dreva (konáre, pne, odrezky, piliny, kôra a pod.)
- pestovaním poľnohospodárskych energetických rastlín a plodín (ozdobnica čínska, cirok cukrový, láskavec, repka olejnatá na výrobu bionafty, etanol z cukorných a škrobových surovín – ako prídavok do benzínov a iné)
- z triedených tuhých domových odpadov (hlavne odpadové drevo a papier)
- z odpadov vznikajúcich v poľnohospodárstve (slama, najmä repková, odpady z pestovania kukurice, slnečnice, ovocných sádov a viníc, tiež hnoj a hnojovica na výrobu bioplynu)
- pestovaním energetických lesov a rýchlorastúcich drevín (topoľ, vŕba, agát)
- energetickú biomasu je možné pestovať najmä na okrajovej, chemicky a inak znečistenej pôde i na pôde málo úrodnej, ohrozenej eróziou a pod.

Obrázok 2 Schéma využitia energie pri pestovaní biomasy



Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html> (15.03.2008)

1.3.4 Produkcia biomasy

Biomasa sa podstatne líši od iných zdrojov energie, pretože potrebuje pre svoj rast pôdu. Vo všeobecnosti je možné povedať, že prirodzená produkcia biomasy je asi 5 ton na každý hektár za rok pre drevité rastliny. Túto hodnotu je však možné podstatne zvýšiť zlepšeným hospodárením a výberom rastlín. Napr. pestovanie rýchlorastúcich drevín vedie k 2 až 10-násobnému nárastu produkcie. Vhodným výberom pôdy a pestovaného druhu je v našich klimatických podmienkach bežná produkcia biomasy (sušiny) na úrovni 10 až 15 t/ha/rok. V tropických oblastiach je to 15 až 25 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Veľmi vysoká produkcia suchej rastlinnej hmoty bola získaná v Brazílii a Etiópii z eukalyptu a to až t.ha⁻¹.rok⁻¹. Vysoké výťažky sú tiež možné z bezdrevných rastlín napr. priemerná produkcia cukrovej trstiny vzrástla za posledných niekoľko rokov z 47 na 65 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (vrátane vlhkosti). Rekordná produkcia až 100 t.ha⁻¹.rok⁻¹ bola dosiahnutá v niektorých oblastiach ako sú Južná Afrika, Hawaii alebo Queensland v Austrálii.

1.3.4.1 Ušľachtilé palivá z biomasy

Brikety

Z drevných odpadov vhodnej zrnitosti a vlhkosti sa v lise za vysokého tlaku (asi 31,5 MPa) a teploty vyrábajú brikety. Považujeme ich za ušľachtilé palivo, ktoré má nízky obsah síry (asi 0,07 %) výhrevnosť 18 až 20 MJ.kg⁻¹ a možno ich dlhodobo skladovať.

Drevné uhlie

Získava sa suchou destiláciou dreva. Dnes sa na výrobu dreveného uhlia používajú karbonizačné pece alebo retorty.

Drevný plyn

Získava sa vo vyvíjačoch (generátoroch) pyrolitickým splynovaním dreva. Vzniknutý plyn sa môže použiť na kúrenie, alebo pohon motorov.

Bionafta – MERO

Vyrába sa z repkového oleja a môže úplne nahradiť motorovú naftu v autách. Pri prakticky rovnakom výkone motora sú výfukové plyny menej škodlivé.

Bioplyn

Na veľkých farmách vzniká veľké množstvo hnoja, ktorý spôsobuje environmentálne problémy a ohrozuje zdroje pitnej vody. Postupom anaerobnej fermentácie sa dá z tekutej hnojovice a maštalného hnoja vyrobiť plyn, ktorý sa môže použiť ako palivo. Technológia je pomerne jednoduchá avšak investične náročná.

1.3.5 Emisie pri energetickom využití biomasy

Biopalivá rastlinného pôvodu majú veľmi rozmanité fyzikálne, mechanické a chemické vlastnosti. Drevo a drevný odpad je najčistejším palivom hneď po vodíku. Biopalivá majú oveľa nižší obsah síri ako hnedé uhlie. Jediné znečistenie so spaľovania predstavujú emisie NO_x. Závažnou vlastnosťou biopalív je relatívne dlhý plameň, ktorý nemôže byť ochladzovaný pred dohorením, lebo je tvorený oxidujúcim CO, ktorý pri ochladení vylučuje čistý uhlík, pričom dochádza k značným tepelným stratám. To platí aj pre nedokonalé horenie spalných plynov, kde nespálený oxid uhlíka CO odnáša do ovzdušia značné množstvo energie a svoj jedovatý obsah. Preto spaľovacie a dohrievacie komory na biomasu, najmä drevo, musia byť oveľa väčšie a do plameňov musí byť privádzaný sekundárny alebo aj terciálny – ohriaty vzduch.

Obsah popola pevných biopalív je v rozsahu 0,3 – 1,5 %. Obsahuje minerálne látky, ktoré možno použiť aj ako prírodné hnojivo. Nízkej koncentrácie CO₂ znamenajú veľký prebytok vzduchu, ktorý so sebou prináša viac nedostatkov. Jednak klesá účinnosť, pretože privádzaný spaľovací vzduch sa musí ohriať, a tým stráca viac tepla komínovými plynmi. Okrem toho veľké množstvo spaľovacieho vzduchu vedie k ochladeniu plameňa a tým k neúplnému spaľovaniu čo má za následok zvýšenie emisií uhlíka a CO.

1.3.5.1 Biomasa a skleníkový efekt

Vzhľadom k tomu, že CO₂ uvoľnený pri spaľovaní biomasy je znovu absorbovaný pri raste rastlín, nie je problém s emisiami CO₂, pretože je to proces obnoviteľný. Hovoríme tu o prirodzenom cykle, ktorý v konečnom dôsledku nezhoršuje skleníkový efekt na Zemi, pretože rastlina uvoľní pri spaľovaní len toľko CO₂, koľko ho spotrebovala pri svojom raste.

1.4 ENERGETICKÁ HODNOTA BIOMASY

Vzhľadom na rôzne formy biomasy je aj energia v nej obsiahnutá rôzna. Energetický obsah suchých rastlín (obsah vlhkosti 15-20%) sa pohybuje okolo 14 MJ.kg⁻¹. Úplne suchá biomasa preto môže byť z pohľadu energetického obsahu porovnávaná s uhlím, ktoré má výhrevnosť 10 až 20 MJ.kg⁻¹ pre hnedé uhlie a okolo 30 MJ.kg⁻¹ pre čierne uhlie. V čase zberu však biomasa obsahuje značné množstvo vody, ktoré sa pohybuje od 8 do 20 % pre

slamu, po 30 až 60 % pre drevo. Obsah vody v hnojovici, z ktorej sa získava bioplyn je 75 až 90 % a v niektorých vodných rastlinách ako je napr. hyacint až 95 %. Na druhej strane obsah vody v uhlí sa pohybuje na úrovni 2 až 12 %. Z tohto dôvodu je energia biomasy v čase zberu zvyčajne nižšia ako v prípade uhlia. Chemické zloženie biomasy však z nej robí podstatne ekologickejšie palivo ako je uhlie. Súvisí to s tým, že biomasa má nižší obsah síry ako uhlie. Obsah popola pri spálení je tiež nižší ako v prípade uhlia, navyše tento popol neobsahuje toxické kovy a iné kontaminanty a pre jeho obsah živín je ho možné využiť ako hnojivo.

Tabuľka 1 **Priemerné hodnoty vzoriek kôry drevín**

Druh dreva	Spalné teplo [kJ.kg ⁻¹]	Výhrevnosť [kJ.kg ⁻¹]	Hustota [kg.m ⁻³]
Dub	18 837,4	17 494,6	654,4
Buk	18 808,9	17 484,9	732,2
Topoľ	19 880	18 556	484,7
Agát	18 658,7	17 334,7	295,5
Breza	22 187	20 863	651
Borovic	21 323,7	19 999,5	356,4
Jedľa	20 369,9	19 045,3	757,1
Smrek	20 606,1	19 282,1	623,7

Zdroj : <http://pcnet.host.sk/bioplyn.html> (02.04.2008)

Tabuľka 2 **Výhrevnosť plynných palív**

	Výhrevnosť [kJ.m ⁻³]
Svietiplyn	14 400-15 700
Zemný plyn	32 400 - 36 000
Propán - Bután	44 000

Zdroj : <http://pcnet.host.sk/bioplyn.html> (02.04.2008)

1.4.1 Energetický potenciál lesnej biomasy na Slovensku

Energetický potenciál lesnej biomasy na Slovensku zahŕňa drevné odpady a rýchlorastúce dreviny, ktorý by bolo možné využiť do roku 2010

Tabuľka 3 **Potenciál lesnej biomasy na Slovensku**

Druh paliva	Využitelné množstvo ton/rok	Energetický ekvivalent PJ/rok
Tenčina a hrubina z porastov	250.000	2,37
Odpady v lesníckych skladoch	40.000	0,38
Odpady v manipulačných skladoch	50.000	0,48
Odpady z prevádzok	13.000	0,12
Pne a palivové drevo	460.000	4,18
Kusové odpady, piliny, hobliny	150.000	1,43
Rýchlorastúce dreviny	300.000	5,10
SPOLU	1 263.000	14,06

Zdroj: spracované z podkladov Fondu pre alternatívne energie, 2006 (07.05.2008)

Pozn. PJ - penta Joule (10¹⁵ Joule)

1.4.2 Premena biomasy na energiu

Premena biomasy na tepelnú energiu môže prebiehať niekoľkými spôsobmi, ktoré je možné rozdeliť na 2 skupiny :

- termochemickou premenou
- biochemickou premenou

1.4.2.1 Termochemické procesy

Priame spaľovanie - základným a najčastejším procesom energetického využitia biomasy je spaľovanie. Tento proces bol prvý a dlho jediný spôsob využitia biomasy, ktorý človek využíval. Dlho však prebiehal na veľmi primitívnej úrovni s veľmi malým energetickým

zhodnotením paliva. Až moderné technológie priniesli progresívne spôsoby spaľovania s vysokým využitím energetickej hodnoty biomasy. Tieto technológie sú veľmi podobné tým, ktoré sa využívajú na spaľovanie uhlia s vysokou účinnosťou spaľovania.

Najčastejšie je takto spracovávané drevo vo forme polien, štiepky a v poslednej dobe veľmi populárnych brikiet a peliet. Okrem dreva v jeho rôznych podobách je možné využiť aj ďalšie druhy biomasy – predovšetkým slamu obilovín a olejní, energetické rastliny (štiavec) a pod. Medzi rozhodujúce kritériá pri výbere paliva pri priamom spaľovaní biomasy sa zaraďuje predovšetkým energetická hodnota vyjadrená výhrevnosťou a dostupnosť v danom regióne.

Pyrolýza - proces, počas ktorého sa zahrieva biomasa bez prístupu vzduchu a uvoľňuje sa zmes horľavých plynov alebo kvapalín. Pri pyrolýze tak vzniká drevné uhlie, ktoré má vyššiu výhrevnosť než vstupné palivo čím sa dosahuje vyššie energetické využitie. Energetická hodnota procesu sa zvyšuje využitím uvoľnených plynov a kvapalín.

Splyňovanie biomasy prebieha pri obmedzenom prístupe vzduchu v procese nedokonalého horenia. Počas neho vznikajú horľavé plyny zložené predovšetkým z metánu, oxidu uhoľnatého a vodíka s vysokou energetickou hodnotou. Tento „drevoplyn“ je možné ďalej spaľovať alebo využiť ako palivo pre pohon motorov v kogeneračných jednotkách a tak vyrábať v kombinovanom procese teplo a elektrinu.

1.4.2.2 Biochemické procesy

Fermentácia - výsledným produktom fermentácie (alkoholové kvasenie) je etanol, resp. metanol. Ide o vysokokvalitné palivo, ktoré sa využíva ako náhrada za benzín v spaľovacích motoroch. Ako vstupná surovina sa využívajú rastliny s obsahom cukrov a škrobu – obilniny, cukrová repa, cukrová trstina, zemiaky, kukurica, ovocie.

Anaeróbne vyhnívania - produktom anaeróbného vyhnívania je bioplyn – zmes metánu, oxidu uhličitého a stopových množstiev ďalších plynov. Celý proces vyhnívania prebieha bez prístupu vzduchu prostredníctvom baktérií vo fermentačných reaktoroch. Bioplyn nachádza široké uplatnenie v energetike. Okrem bežného spaľovania a produkcie tepla je mimoriadne výhodné jeho využitie pre pohon kogeneračných jednotiek na výrobu elektriny

a tepla. Bioplyn je možné produkovať z exkrementov zvierat v poľnohospodárstve, z fytomasy (tráva, siláž a pod.), z kalu na čističkách odpadových vôd.

K procesu vyhnívania dochádza aj na skládkach komunálneho odpadu, kde sa postupne tiež uvoľňuje bioplyn – tzv. skládkový plyn. Vzhľadom na podmienky jeho tvorby má horšie parametre ako bioplyn vznikajúci pri riadenom vyhnívaní vo fermentoroch, ale aj tak je ho možné využiť na energetické účely.

1.5 ENERGETICKÉ PLODINY ICH PESTOVANIE A VYUŽITIE

Drevo ako palivo

Pri použití 1000 kg suchej drevnej hmoty sa jej energia vyrovná :

- 450 kg čierneho uhlia
- 520 kg koksu
- 340 kg vykurovacieho oleja
- 320 kg butánu

Veľkou výhodou dreva je, že pri dobrom uložení si uchováva svoj energetický obsah dokonca ho v prvých dvoch až troch rokoch relatívne zvyšuje. Je to tým, že v tomto období vysychá. To je dôležitý fakt, pretože vlhkosť v dreve sa uvoľňuje až v kotli a to na úkor výhrevnosti. Súčasne pri spaľovaní vlhkého dreva klesá aj teplota spaľovania, čo vedie k nesprávnemu zoxidovaniu všetkých spáliteľných zložiek, dochádza k dymeniu, zanášaniu dymových potrubí a k znižovaniu životnosti kotla.

Pri správnom spaľovaní a pri správnej vlhkosti drevo horí prakticky bez dymu, ľahko sa zapáľuje, nešpiní pri manipulácii a tvorí málo popola asi 1% pôvodnej hmotnosti. Drevný popol je nespekavý a výborne sa hodí ako prírodné hnojivo. Obsahuje totiž dusík, vápnik, horčík, hydroxid draselný, oxid kremičitý, kyselinu fosforečnú a stopové prvky.

Najdlhšie sa oheň udrží tvrdými drevami, najľahšie zase horia ľahké listnaté a ihličnaté drevá. Výborne však horí každé drevo, ktoré má nízky obsah vlhkosti t.j. 15-20%. Všeobecne sa požaduje doba sušenia 18 až 24 mesiacov. Túto dobu je možné účinne skrátiť na 12 až 15 mesiacov, keď sa rozreže na potrebnú dĺžku. Lepšie je drevo rozštiepané na štvrtky ako celá guľatina. Pokiaľ je guľatina príliš tenká na štiepanie, mala by z nej byť odstránená kôra.

Spotreba paliva

Spotreba paliva v splyňovacom kotli na drevo sa pohybuje od asi 4 kg/hod. pre kotol s výkonom 18 kW až po 18 kg.hod⁻¹. pre 80 kW zariadenie. V našich klimatických podmienkach spotrebuje priemerný dom (150 m² obytnej plochy) za vykurovaciu sezónu asi 12 m³ dreva (polená).

Energetické rastliny

Niektoré druhy rastlín vyznačujúce sa rýchlym rastom alebo kvalitou produkovaného oleja je možné pestovať za účelom ich budúceho energetického využitia. Tzv. energetické rastliny sa využívajú podobne ako ostatné druhy biomasy (napr. drevo, slamu) na výrobu tepla, elektriny, ale aj kvapalných palív použiteľných v doprave. Pre energetické "plantáže" prichádzajú do úvahy rôzne rýchlorastúce dreviny určené na priame spaľovanie, rastliny spracovateľné fermentáciou na výrobu etanolu a rastliny bohaté na olej a vhodné na výrobu bionafty ako napr. repka olejná, ktorá sa na Slovensku už pre tieto účely využíva.

Pestovanie biomasy pre energetické účely je veľmi perspektívne pre mnohé krajiny. Vzhľadom na značnú nadprodukciiu poľnohospodárskych produktov v Európe a USA, často vyvolávajúcu potreby dotácií farmárom za nevyužívanie pôdy, existuje snaha využiť túto pôdu na takéto účely. V Európskej Únii sa predpokladá, že až 20-40 miliónov hektárov pôdy bude v blízkej budúcnosti nadbytočnej z hľadiska produkcií potravín. Táto pôda prichádza do úvahy na pestovanie energetických rastlín. Podobnú situáciu je možné očakávať aj v ďalších krajinách vrátane Slovenska. Pre pestovanie energetických rastlín je možné využívať nielen pôdu vyňatú z produkcie poľnohospodárskych plodín, ale aj pôdu menej kvalitnú napr. okolo ciest alebo kontaminovanú.

Istou nevýhodou pestovania rýchlorastúcich drevín je nevyhnutnosť používať hnojivá podobne ako pri iných plodinách. Popol zo spaľovania týchto rastlín však je možné použiť ako hnojivo. Z hľadiska energetickej produkcie je však podstatné, že aj pri započítaní energetických vstupov je celková energetická bilancia kladná. Pomer získanej a vložennej energie je zvyčajne 5:1. Výsadbu energetických drevín môžeme zaradiť do odvetvia poľnohospodárskej výroby. Od energetických lesov sa líši tým, že doba medzi výsadbou a zberom je podstatne kratšia. Ich výhodou je, že prvý zber môže byť uskutočnený už v treťom roku po založení. Výsadby majú životnosť 25 - 30 rokov, produkujú väčšie množstvo biomasy na rovnakej ploche. Vŕby u nás môžu dosiahnuť výnos až 15 tón suchej hmoty z hektára. Pri založení sa musí vybrať vhodná plocha.

Druh pôdy a klimatické podmienky sú rozhodujúcim faktorom pri výbere stanovišťa. Takisto je dôležité vybrať správny druh a kultivar pre danú lokalitu:

zamokrené pozemky - vŕba

bežné, stredne dobré pozemky - topoľ, jelša

suché pozemky so slabou zásobou vody - agát

V našich podmienkach sa najlepšie dajú pestovať zámerne vyšľachtené odrody vŕb, topoľov a v teplých oblastiach odrody agátu. Známe sú plantáže rýchlo rastúcich drevín, rozšírené najmä v zahraničí, ktoré sa postupne začínajú pestovať aj na Slovensku. Menej obľúbené sú energetické byliny, voči ktorým je u nás averzia vyplývajúca najmä z ich cudzokrajného pôvodu a častého charakteru buriny. V Európe sa za energetické plodiny považuje 37 druhov rastlín, z čoho je desať druhov drevín. V Českej republike bol už v roku 2001 vydaný zoznam energetických drevín, ktorý bol v roku 2004 aktualizovaný a doplnený o byliny. V súčasnosti je v ňom evidovaných 17 plodín, na ktoré môže pestovateľ dostať štátnu podporu.

Členenie energetických plodín

Kultúrne plodiny vhodné aj na energetické účely - niektoré kultúrne plodiny sú vhodné nielen na klasické spracovanie (napr. krmivo, potraviny, textilný priemysel), ale môžu byť využívané ako alternatívne zdroje energie (napr. biopalivo, výroba tepelnej a elektrickej energie).

Geneticky šľachtené energetické plodiny - geneticky šľachtené energetické plodiny sú cieľovo vypestované, aby sa využili na výrobu peliet, ako palivo na priame spaľovanie, ako substrát do bioplynových staníc, alebo na výrobu motorového paliva v rôznej forme. Do tejto skupiny patria rôzne trvalé a jednoročné plodiny.

Tabuľka 4 **Zloženie a výhrevnosť vybraných druhov biomasy**

Názov	Zloženie (%)							Výhrevnosť (kJ/kg)	Tepelná energia (kJ/kg)
	Obsah vody	Obsah C	Obsah H	Obsah S	Obsah popoľa	Obsah O	Obsah N		
konope	15,7	40	4,9	0,4	2,6	35,6	0,8	15725	17190
konope	7,8	41,3	5,	0,1	1,8	41,2	2,4	14285	15723
vřba	42,85	-	-	-	-	-	-	10378	11400
vřba	5,2	43,8	6,7	0,1	1,3	44,6	0,7	18554	18681
Pelety energ.tráva	0	46,7	6,5	0,1	5,0	41,6	0,8	17239	18652
Pelety energ.tráva	5,5	43,6	3,2	0,1	6,3	40,4	0,9	16700	-

Zdroj :<http://www.zdruzeniepcola.org/view.php?cislocianku=2007072202> (2.8.2008)

1.5.1 Pestovanie energetických plodín na poľnohospodárskej pôde

Ak sa poľnohospodár rozhodne, že do svojho osevného postupu zaradi energetické plodiny, musí sa zoznámiť s konkrétnymi plodinami, ich potenciálnym výnosom, technológiou pestovania a príslušnými agrotechnickými termínmi. Od týchto parametrov závisia náklady pestovania a z tohto vyplývajúci budúci zisk.

Energetické plodiny sa všeobecne považujú za nenáročné, ale sú závislé na zdrojoch dodatkovej energie Energetické plodiny podobne ako aj ostatné plodiny potrebujú špecifickú starostlivosť, inak môžeme očakávať iba veľmi slabú alebo žiadnu úrodu.

Starostlivosť zahŕňa:

- predsejbovú úpravu pozemku a správne založenie porastu,
- ochranu pred škodcami a chorobami,
- zabezpečenie dostatočného množstva prístupných živín.

Ďalej musí poľnohospodár uvažovať aj o spracovateľskej kapacite. Preto je dôležité vopred si zaistiť odbyt alebo spracovanie priamo na mieste.

Požadované vlastnosti energetických plodín:

- veľký ročný prírastok,
- vysoká energetická hodnota,
- vysoká odolnosť voči chorobám a škodcom,

- pomerne nízke nároky na pôdne podmienky,
- možnosť mechanizovať práce pri zakladaní plantáže,
- možnosť mechanizovať pestovateľské a zberové práce,
- *efektívna* vydrž na stanovišti v priemere 5-20 rokov.

Činitele limitujúce pestovanie energetických plodín:

- vhodnosť pôdy a jej úrodný potenciál:
 - ľahká, stredná, ťažká
 - suchá, zamokrená, kontaminovaná
 - výrobná oblasť kukuričná, repná,...
 - zmeliorovaná
- maximálny plošný limit energetických plodín (v regióne, na Slovensku)
- vlastnícky vzťah k pôde: majiteľ – nájomník (pestovanie RRD alebo jednoročných plodín)
- potreba biomasy v regióne (otázka ceny dopravy: slamy, dreva, peliet, bioplynu, elektriny)
- hranica prebytku biomasy v podniku (od akého množstva je biomasa zvyšková vhodným kritériom je obsah humusu v pôde);
- miestna, oblastná, regionálna výrobná konkurencia voči potravinám a priemyselnej biomase;
- výška nákladov na založenie a likvidáciu plantáže;
- prítomnosť podnikov nevýrobnej sféry a služieb (poradenstvo, materiálková základňa – osivá, sadivá, hnojivá, pesticídy, strojová a súčiastková základňa; výkup).

V Európe na energetické účely sa dajú využívať nasledovné plodiny:

slnečnica

rôzne druhy ciroku

trst'

krídlatka japonská

konope

topinambury

láskavec

štiavec

miscanthus – ozdobnica čínska

sudánska tráva

repka

kukurica

obilniny

energetické dreviny: vřba, topol, agát, jelša

1.5.1.1 Perspektívy pestovania a využitia energetických plodín

- na Slovensku stagnovala veda a výskum biomasy oproti iným štátom a preto je potrebné jej venovať dostatočnú pozornosť a podporu
- uvedomiť si, že poľnohospodárstvo na Slovensku je svojím potenciálom schopné zabezpečiť realizáciu náhrady konvenčných zdrojov energie
- okrem platných predpisov EÚ je nevyhnutné:
 - stanoviť koncepcnú politiku (potrebu energetickej biomasy) na roky, regióny a menšie územné celky;
 - určiť stabilnú (pre všetkých!) surovinovú základňu formou viacročných zmlúv;
 - zaviesť investičné stimuly (podporné mechanizmy, pôžičky, dotácie) najmä na založenie plantáže;
- zohľadniť obnoviteľné zdroje energie v daňovej politike.
- podporovať technológie šetriace energiu.
- podporovať a rozvíjať trh s energetickou biomasou.

1.5.2 Možnosti pestovania energetických rastlín a drevín na Slovensku

Bedrna (2007) uvádza, že s pestovaním jednotlivých energetických bylín na Slovensku máme len čiastočné skúsenosti. Súvisí to aj s radikálnym obmedzením až likvidáciou poľnohospodárskeho výskumu. Na rozdiel od energetických bylín, ktoré poskytujú úrodu každý rok, rýchlo rastúce dreviny môžeme využiť až po uplynutí rubnej doby. Zatiaľ u nás chýba elektrárň, ktorá by využívala ako palivo len energetické plodiny. Určitým poučením môže byť prevádzka elektrárne v Hodoníne v Českej republike. V tomto smere si previazanie poľnohospodárstva s energetickým priemyslom vyžiada u nás dodatočnú legislatívu.

S využitím energetických plodín na výrobu elektrického prúdu súvisí aj problém tvorby skleníkových plynov. Plnenie záväzkov na ich obmedzovanie je totiž v protiklade s nárastom spaľovania biomasy. K odmietaniu využívať pôdny fond na pestovanie týchto plodín nás nútia aj úvahy o vplyve otepľovania klímy na poľnohospodárstvo v Európe.

Výhodou štátov EÚ s teplejšou klímou a výdatnejšími atmosférickými zrážkami boli vyššie úrody plodín a možnosti lacnejšieho dopestovania teplomilných rastlín. Otepľovanie však túto prednosť zlikviduje. V mnohých krajinách bude rozhodujúcim faktorom tvorby úrod nedostatok vody. A naše poľnohospodárstvo sa znova vráti k tomu, na čo je predurčené - k pestovaniu dostatku potravín pre domáce obyvateľstvo.

Vzhľadom na zmeny v poľnohospodárstve, najmä po roku 1990 ako aj záväzky vyplývajúce zo vstupu Slovenskej republiky do EÚ sa zmení charakter využitia poľnohospodárskej pôdy. Na území Slovenska sa očakáva, že až 400 000 ha pôdy nebude využitá pre klasickú poľnohospodársku prvovýrobu. V súčasnosti MP SR pripravuje opatrenia a programy na jej špecifické využitie medzi ktoré môžeme zaradiť aj pestovanie energetických rastlín a drevín.

Výnosy jednotlivých druhov energetických rastlín ovplyvňujú:

- klimatické podmienky
- bonita pôdy
- miestne podmienky
- požiadavky na živiny a vlahu

Medzi energetické plodiny, ktoré sú vhodné na využitie v našich klimatických podmienkach mierneho pásma je jednou najperspektívnejšou plodinou energetický Štiavel (Uteuša). Taktiež tu je možné zaradiť plodinu Láskavec (Amarantus). Dlhodobé výskumy preukázali, že Štiavel je vysokoprodukčnou plodinou, ktorá je charakterizovaná veľkou plasticitou pokiaľ ide o termíny siatia, agrotechniky a podmienok pestovania. Zrovnateľné výsledky sú dosahované aj pri pestovaní plodiny láskavca.

Štiavec - výnos 8 - 12 t/ha

- energetická výťažnosť 90 – 150 GJ/ha

Láskavec (Amaratus) - výnos 50 - 60 t/ha

- energetická výťažnosť 240 – 300 GJ/ha

Ozdobnica čínska (Miscantus) - výnos 20 - 35 t/ha

- energetická výťažnosť 150 – 180 GJ/ha

1.6 ZAKLADANIE ENERGETICKÝCH PORASTOV

Na Slovensku dominujú topole a vrb. Na dvoch miestach na Slovensku sa nachádza základný reprodukčný materiál klonov topoľov a vrb, ktoré sú v krajinách Európskej únie pre zakladanie energetických porastov najčastejšie používané. Vo výskumnej stanici Národného lesníckeho centra v Gabčíkove a v Škôlkarskom stredisku Trstice, dnes síce zaradenom do organizačnej štruktúry Odštepného závodu Semenoles. Najväčšie možnosti na zakladanie energetických porastov sú v pahorkatinných a podhorských oblastiach na podmáčaných a sutinových pôdach, kde je možné v horizonte roku 2025 založiť energetické porasty s vrbami a krížencami s osikou na výmere 25 000 hektárov. Najvhodnejšie podmienky na zakladanie energetických porastov sú však v porastoch so stopercentným zastúpením agáta bieleho a ak berieme do úvahy všetky ekonomické parametre, tak reálne možnosti zakladania takýchto porastov sú na výmere 500 hektárov. Vo všeobecnosti pre vyselektované druhy a klony rýchlorastúcich listnatých drevín platí, že ich drevná hmota je tradične využívaná pri výrobe celulózy a papiera a takisto na energetické účely. Špeciálne v topoľoch a vrbach sú ale prítomné látky, ktoré umožňujú ich využitie na netradičné účely, ako je výroba metanolu a etanolu, ktorý je možné pridávať ako prísadu do pohonných hmôt. Zaujímavé tiež je, že nutričnú hodnotu nadzemnej časti dendromasy u týchto drevín je možné expanzným spôsobom zvýšiť o ďalších 30 percent. Predstavujú tak širokú základňu pre výrobu rôznych druhov kŕmnych zmesí. Mali by sme využiť najmä marginálne plochy, zastúpené ílovitými, piesčitými, dlhodobu podmáčanými a presýchavými pôdami. Ďalej brehové porasty vodných tokov a nádrží a podobne. Pri výbere vhodných druhov a klonov drevín odporúčam riadiť sa hlavnými atribútmi, ktorými sú maximálna produkcia dendromasy v prvých desiatich rokoch po výsadbe, vysoká ujatosť osových, resp. koreňových odrezkov, odolnosť voči biotickým a abiotickým činiteľom, úzka až stredne široká koruna a dobrá pňová, resp. koreňová výmladnosť.

1.6.1 Základ úspechu je vo vhodnej technológii

Pri voľbe vhodnej technológie rozhodujú stanovištné nároky, možnosti zabezpečenia mechanizačných prostriedkov na vykonanie agrotechnických a biotechnických opatrení a v neposlednom rade svoju úlohu zohrávajú aj ekonomické požiadavky na minimalizáciu nákladov. Vo všeobecnosti je možné povedať, že základnou podmienkou úspešného založenia energetických porastov je okrem podmáčaných plôch celoplošná príprava pôdy buď s odstránením, alebo bez odstránenia pňov. Odstránenie pňov sa realizuje vyrývaním celých pňov, postupným orezávaním, rozdrvením, alebo frézovaním pňov. Nevýhodou týchto spôsobov prípravy pôdy je, že dochádza k odstráneniu úrodnej humusovej vrstvy a ukladaním pňov na hromady sa znižuje výmera plochy určenej na obnovu lesa. Preto je niekedy vhodnejšie zabezpečiť celoplošnú prípravu pôdy rozrušením a premiešaním vrchnej úrodnej vrstvy do hĺbky približne 30 centimetrov použitím ťažkých tanierových brán, ktoré môžu prechádzať cez pne a hrubé korene bez poškodenia. Na celoplošné ošetrovanie pôdy sú naopak vhodné ľahké výkyvné brány.

1.6.2 Technológia vysádzania energetických porastov

Topoľové kultúry na optimálnych stanovištiach sú zakladané v sponoch 2x2 metre, 2x1,5 alebo 2x1 meter. Na výsadbu sa používajú jednorôčné zakorenené odrezky. Spony s rastovou plochou od jedného do 1,5 metra štvorcového sú uplatňované na máloúrodných okrajových stanovištiach. Pri zakladaní energetických porastov jednorôčnými sadenicami agáta bieleho sa najlepšie osvedčili spony 2x1,5 a 2x1 meter. Celoplošnú kultiváciu pôdy je pritom nutné robiť až do zapojenia kultúry a vylepšovanie je potrebné vykonať v prvom roku po výsadbe.

1.7 SPÔSOBY PESTOVANIA LESNEJ BIOMASY NA NELESNEJ PÔDE

- energetické porasty
- intenzívne kultúry

Energetické porasty

Cieľ - maximálna produkcia drevnej biomasy

Rubná doba - 2-10 rokov

- intenzívny rast ihneď po výsadbe

- bohatá pňová a koreňová výmladnosť
- znaky rezistencie

Intenzívne kultúry

Cieľ : maximálna produkcia:

- energetickej štiepky 25%
- vlákniny 55%
- guľatinových sortimentov 20%

Rubná doba :

- topol, vŕba 10 (15) rokov
- agát 25 (30) rokov

Zásoba : 200 (300) m³/ha

1.8 LEGISLATÍVA PESTOVANIA ENERGETICKÝCH RASTLÍN

Pestovanie rýchlorastúcich energetických plodín, respektíve rastlín nie je nová problematika v podmienkach Slovenska. Prvé rýchlorastúce vŕby sa k nám dovážali zo Švédska už pred pätnástimi rokmi. Podpora pestovania energetických plodín je uvedená aj v uzneseniach vlády a s pestovaním energetických plodín sa počíta aj v schválenom Akčnom pláne využívania biomasy na roky 2008 až 2013. V roku 2007 dotovala SR (prostredníctvom PPA) pestovanie energetických plodín vo výške 60,00 mil. Sk V roku 2008 bolo doteraz na Slovensku podaných žiadostí na výmeru viac ako 60 000 ha, avšak platba na hektár bude nižšia. Z hľadiska platnej legislatívy je potrebné pri energetických porastoch na poľnohospodárskej pôde uviesť:

Všeobecne záväzné právne predpisy na úseku katastra nehnuteľností a ochrany poľnohospodárskej pôdy ustanovujú druhy poľnohospodárskych pozemkov, ich evidenciu v katastri nehnuteľností a charakteristiku spôsobu ich využívania. V súčasnosti dostávajú priestor nové formy a možnosti podnikania na vidieku – pestovanie nových poľnohospodárskych i nepoľnohospodárskych plodín, ktoré majú spoločného menovateľa – „výroba energetickej suroviny – biomasy“ s využitím pre energetické účely. Podľa zdroja vzniku, biomasa rastie a vzniká ako lesná biomasa – pestovaná na lesnom pôdnom fonde - dreviny a rýchlorastúce dreviny, drevný odpad - palivové drevo, konáre, pne, korene, kôra, piliny, odrezky, stružliny alebo ako poľnohospodárska biomasa – pestovaná na ornej pôde a trvalých trávnych porastoch - podľa právnych predpisov na úseku katastra nehnuteľností (príloha vyhlášky Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. 79/1996

Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon) v znení neskorších predpisov) sú to technické plodiny, medzi ktoré môžeme zaradiť repku olejnú, technické konope, cirok, cukrovú trstinu, špeciálne rýchlorastúce trávy, ale tiež rastlinné a živočíšne exkrementy a odpady. Pestovanie rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde pre energetické účely, napríklad rýchlorastúcej vŕby, znamená nepoľnohospodárske použitie poľnohospodárskej pôdy, čo je v podstate dočasné odňatie poľnohospodárskej pôdy podľa § 17 zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Dočasným odňatím sa rozumie dočasná zmena spôsobu využitia poľnohospodárskej pôdy na dobu najviac desať rokov. Ak pestovanie rýchlorastúcich drevín presiahne dobu odňatia desať rokov, pestovateľ je povinný pred ukončením platnosti rozhodnutia o dočasnom odňatí požiadať o vydanie nového rozhodnutia vo veci. Orgán ochrany poľnohospodárskej pôdy posudzuje návrh nepoľnohospodárskeho použitia poľnohospodárskej pôdy pre výsadbu rýchlorastúcich drevín na podklade výsledkov agronomicko-pôdoznaleckého prieskumu pôd, to znamená podľa určenej bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky (BPEJ). Súčasťou žiadosti o dočasné odňatie - dočasné nepoľnohospodárske použitie poľnohospodárskej pôdy - je stanovisko orgánov štátnej správy, ktoré môžu byť realizáciou návrhu pestovania rýchlorastúcich drevín priamo dotknuté, napríklad orgány štátnej správy v oblasti lesného hospodárstva alebo v oblasti ochrany prírody a krajiny. Zákon č. 220/2004 Z. z. ustanovuje BPEJ ako klasifikačný a identifikačný údaj vyjadrujúci kvalitu a hodnotu produkčno – ekologického potenciálu poľnohospodárskej pôdy na danom stanovišti. Poľnohospodárska pôda je podľa sedemmiestneho kódu BPEJ zaradená do deviatich skupín kvality. Osobitne chránená pre poľnohospodárske využívanie je poľnohospodárska pôda zaradená podľa kódu BPEJ do prvej až štvrtej skupiny kvality. Potenciálne vhodné na výsadbu rýchlorastúcich drevín sú poľnohospodárske pôdy zaradené podľa kódu BPEJ do 6. až 9. skupiny kvality podľa prílohy č. 3 zákona č. 220/2004 Z. z. Dôležitý je úkon nariadenia spätnej rekultivácie rozhodnutím o dočasnom odňatí a vykonanie spätnej rekultivácie poľnohospodárskej pôdy z dôvodu, že za desať až 25 rokov sa vytvorí koreňový systém, ktorý má významný vplyv na vlastnosti poľnohospodárskej pôdy. Pri pestovaní rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde je dôraz kladený na:

- využívanie menej kvalitných poľnohospodárskych pôd, ktoré sú postrádateľné z hľadiska potravinovej bezpečnosti štátu,
- povinnosť pestovateľa rýchlorastúcich drevín „vrátiť poľnohospodársku pôdu do pôvodného kvalitatívneho stavu“.

Dreviny, ako je vŕba, agát, topoľ, alebo typicky lesné dreviny, ako je buk, nie sú poľnohospodárskymi plodinami. Ak sú pestované na poľnohospodárskej pôde, ide o dočasné nepoľnohospodárske použitie poľnohospodárskej pôdy, ktoré má značný dopad na vlastnosti poľnohospodárskej pôdy, z dôvodu, že nielen nad zemou, ale aj pod zemou sa vytvára (obrovská) hmota koreňového systému. Pestovanie týchto špeciálnych energetických drevín na poľnohospodárskej pôde predpokladá aj špeciálne obhospodarovanie pôdy a nakladanie s pôdou. Vlastnosti pôdy sa menia, pôdy sa zhutňujú (kompakcia pôdy), mení sa vodný režim v pôde atď... Poľnohospodársku pôdu je potrebné po ukončení pestovania vŕby dať do pôvodného kvalitatívneho stavu spätnou rekultiváciou.

2. Cieľ práce

Cieľom záverečnej bakalárskej práce je zhromaždiť dostupné literárne pramene o biomase drevín a vybraných druhov bylín využiteľných na energetické účely, ako obnoviteľných zdrojov energie. Posúdiť vhodnosť vlastností pôdneho krytu SR a jeho možné využitie pre zakladanie tzv. energetických plantáží, pri zohľadnení trvalej udržateľnosti environmentálnych podmienok a rázu krajiny. Dielčím cieľom je vybrať a charakterizovať druhy drevín vhodných na pestovanie na devastovaných pôdach.

3. Materiál a metódy

V prvom stupni riešenia problematiky sme zhromaždili dostupné literárne pramene domácej a zahraničnej literatúry. Z roztriedených údajov bola pripravená rešerš, spracovaná v kapitole „Súčasný stav problematiky „

V ďalšom postupe sme využili podklady legislatívy SR, ktoré vo forme zákonov ohraničujú legislatívny rámec možností zakladania tzv. energetických plantáží drevín a bylín.. Išlo najmä o Zákon o ochrane prírody a krajiny.... Ďalej o § 17 zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Dočasným odňatím sa rozumie dočasná zmena spôsobu využitia poľnohospodárskej pôdy na dobu najviac desať rokov. Podľa prílohy č. 3 zákona č. 220/2004 Z. za potenciálne vhodné na výsadbu rýchlorastúcich drevín sú poľnohospodárske pôdy zaradené podľa kódu BPEJ do 6. až 9. skupiny kvality .Pre vlastné riešenia sme spracovali pôdne mapy, ktoré sú ukazovateľmi miest vhodný na pestovanie energetických rýchlorastúcich drevín, alebo miesta ktoré sú vhodné z hľadiska podopatrenia 5.3.2.2.1.2. na podporu založenia porastov rýchlorastúcich drevín v rámci Programu rozvoja vidieka SR. Ďalej sme použili Typologicko-produkčné kategórie poľnohospodárskych pôd, ktoré sú ukazovateľmi produkčných schopností pôd na území Slovenskej Republiky. V neposlednom rade sme použili indexy potenciálov využitia poľnohospodárskych pôd SR podľa samosprávnych krajov z čoho vyplýva, že potenciálne najviac využívaná poľnohospodárska pôda je na území Bratislavského kraja a Trnavského kraja a najmenej na území Košického kraja. V ďalšom riešení pri posudzovaní vhodnosti energetických drevín boli zhromaždené údaje o ich ekofyziologických vlastnostiach, habituse, energetických a produkčných schopnostiach. Výsledky sú spracované graficky a v tabuľke.

4. Výsledky

PÔDY PRE PESTOVANIE RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN

Diverzifikácia poľnohospodárstva na produkciu bioenergií si vynútila spoločenskú objednávku pre identifikáciu pôd (stanovišť) najvhodnejších pre tieto účely a to nielen z hľadiska podmienok pestovania plodín, ale aj vzhľadom na ochranu plôch pre primárnu produkciu potravín. Tento informačný modul zohľadňujúci podrobné informácie o vlastnostiach pôdneho krytu SR a súčasne rešpektujúci požiadavky na podmienky pestovania plodín identifikuje plochy, ktoré:

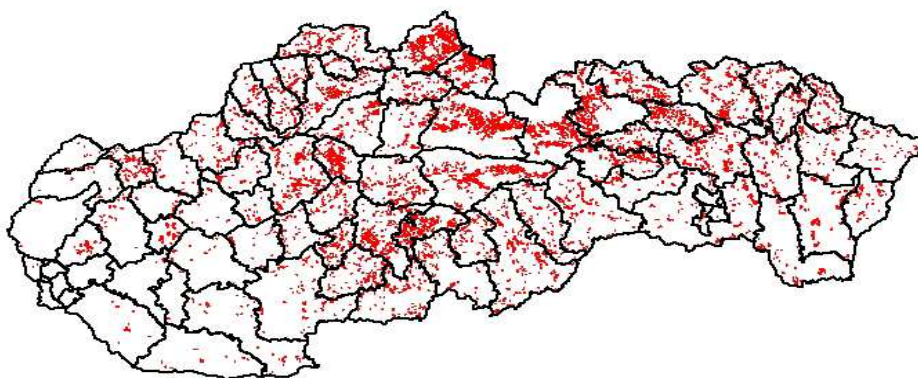
A: spĺňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín

B: spĺňajú podmienky podopatrenia 5.3.2.2.1.2. na podporu založenia porastov rýchlorastúcich drevín v rámci Programu rozvoja vidieka SR

- **VARIANT A** predstavuje približne 355 830 ha
- **VARIANT B** sa týka len 57 190 ha

Modul pracuje na poklade ortofotomáp s presnosťou až na produkčný blok.

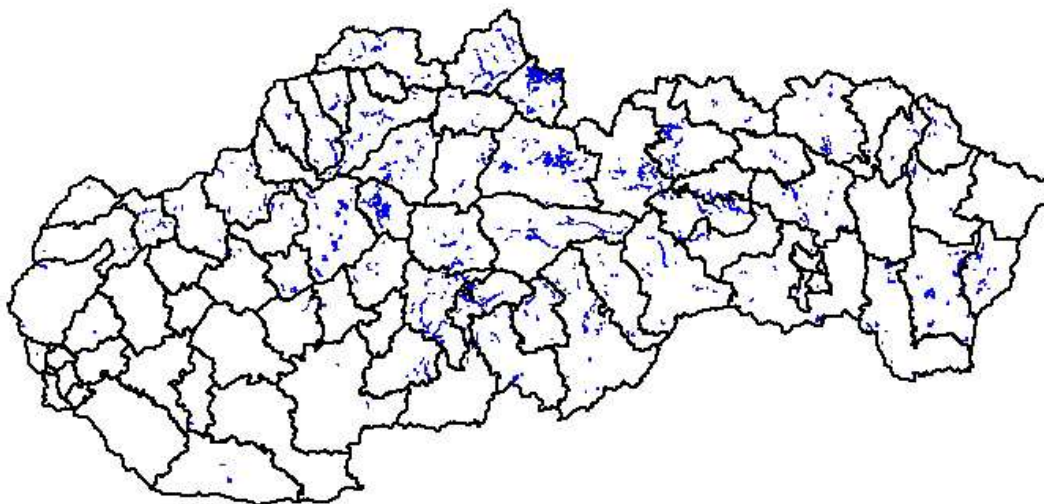
Obrázok 3 **Variant A**



Zdroj: http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/rr_dreviny/rr_dreviny.aspx (07.04.2008)

Variant A predstavuje miesta vhodné pre pestovanie energetických rýchlorastúcich drevín na území Slovenskej Republiky, ktoré poskytujú vhodné podmienky na ich pestovanie. Ale nie na všetkých miestach vyznačených na mape môžeme pestovať rovnaké dreviny pretože každá drevina potrebuje špecifické podmienky pre dosiahnutie optimálnej produkcie biomasy. Preto je nutné špecifikovať jednotlivé miesta na mape a podľa vhodnosti podmienok určiť správny druh dreviny na pestovanie. Podľa produkčnej schopnosti pôd (obrázok 5) môžeme vyselektovať dreviny, ktoré sú pre dané lokality vhodné.

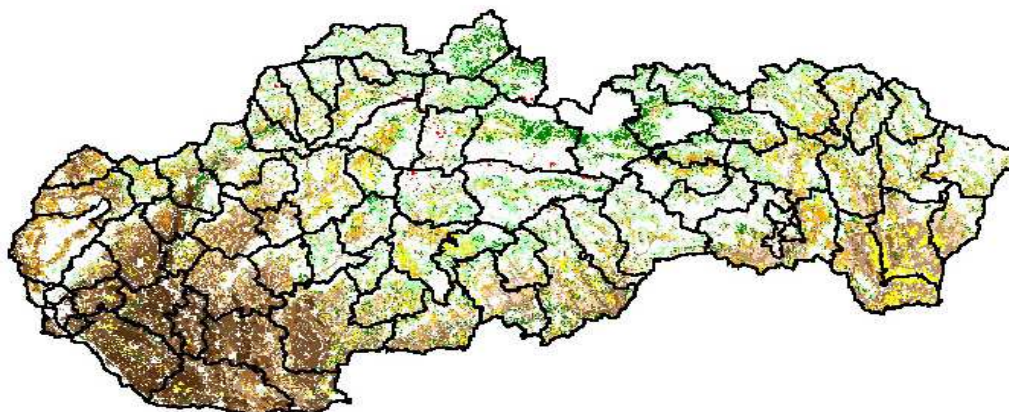
Obrázok 4 **Variant B**



Zdroj:http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/rr_dreviny/rr_dreviny.aspx (07.04.2008)

Variant B predstavuje lokality, ktoré spĺňajú podmienky podopatrenia 5.3.2.2.1.2 v rámci Programu rozvoja vidieka SR. Toto podopatrenie je zamerané na trvalo udržateľne využívanie lesnej pôdy. Program zalesňovania poľnohospodárskych pôd klasickými drevinami je súčasťou koncepčného dokumentu lesníckej politiky SR a v súlade s opatreniami EÚ je zameraný na podporu lesníctva, ktoré má prispieť k obnove a rozvoju ekologických a sociálnych funkcií lesov vo vidieckych oblastiach. Prvým zalesnením stanovenej poľnohospodárskej pôdy by sa mali rozšíriť a skvalitniť lesné zdroje s cieľom chrániť životné prostredie ako aj zmiernovať klimatické zmeny. Akékoľvek prvé zalesnenie by sa malo prispôbiť miestnym podmienkam a malo by byť v súlade so životným prostredím a zlepšovať biodiverzitu. Poľnohospodárska pôda navrhovaná na zalesnenie v súlade s vypracovanou štátnou koncepciou.

Obrázok 5 Typologicko-produkčné kategórie poľnohospodárskych pôd



O1	O4	OT1-OT2	T1	N
O2	O5	OT3	T2-T3	
O3	O6-O7			

O - potenciálne orné pôdy T - trvalé trávne porasty
 OT - striedavé polia N - nevhodné

Zdroj: http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/rr_dreviny/rr_dreviny.aspx (07.04.2008)

Tabuľka 6 Štruktúra typologicko-produkčných kategórií poľnohospodárskeho pôdneho fondu Slovenska

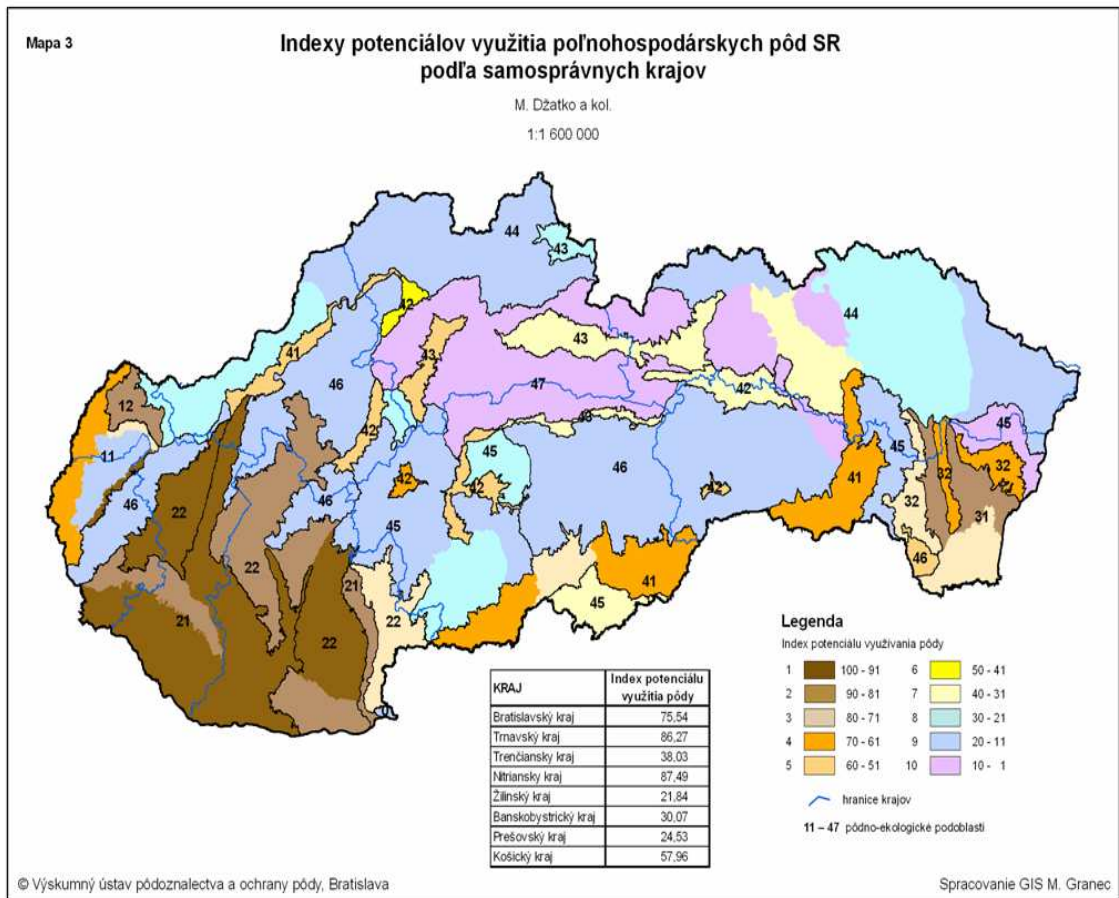
Označenie	Charakteristika subtypu	Výmera v %
Potenciálne orné pôdy		
O1	Najproduktnejšie orné pôdy	5,8
O2	Vysoko produkčné orné pôdy	9,9
O3	Veľmi produkčné orné pôdy	9,0
O4	produkčné orné pôdy	11,8
O5	Stredne produkčné orné pôdy	8,7
O6	Menej produkčné orné pôdy	9,0
O7	Málo produkčné orné pôdy	3,5
Spolu		57,6
Striedavé polia		
OT1	Stredne produkčné polia a produkčné trávne porasty	1,9
OT2	Menej produkčné polia a produkčné trávne porasty	4,4
OT3	Málo produkčné polia a produkčné trávne porasty	5,1
Spolu		11,4
Trvalé trávne porasty		
T1	Produkčné trvalé trávne porasty	9,4
T2	Menej produkčné trvalé trávne porasty	12,9
T3	Málo produkčné trvalé trávne porasty	7,3
Spolu		29,6
Nevhodné		
N	Pre agroekosystémy nevhodné územia	1,5

Zdroj http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/tpk_pp/tpk.aspx

4.1 Poľnohospodárska pôda vhodná pre pestovanie energetických rastlín v podmienkach SR

Jednou z možných alternatív využitia poľnohospodárskej pôdy, ktorú nie je rentabilné využívať na výrobu potravín, je produkcia biomasy na výrobu energie. Medzi hlavné typy zdrojov biomasy patria rýchlo rastúce dreviny (napr. vŕba, topoľ, jelša, agát). Rýchlorastúce dreviny majú oproti energetickým lesom predovšetkým tú výhodu že doba medzi výsadbou a ťažbou je podstatne kratšia. Pohybuje sa medzi 2 - 5 rokmi a výsadba sa obnovuje až po 20 - 30 rokoch. Parametre, ktoré sú rozhodujúce pri výbere rýchlorastúcich drevín sú ich dostupnosť, vhodnosť pre daný typ pôdy i podnebia a potenciálna produkcia z hektára za rok ($t \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$). Úroda biomasy je najdôležitejším ukazovateľom a pre vŕby pestované v našich podmienkach môže dosiahnuť 15 ton suchej hmoty na hektár za rok. Prírastok niektorých vŕb sa pohybuje od 2 do 3 metrov za rok (2 - 3 cm denne v letnom období). Pri určení vhodnej lokalizácie rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde sa vychádzalo z analýzy produkčného potenciálu BPEJ a typologicko-produkčných kategórii poľnohospodárskej pôdy. Zároveň sa rešpektovala podmienka nevyužívania primárnej poľnohospodárskej pôdy, ktorá je nevyhnutná pre zabezpečenie poľnohospodárskej produkcie Slovenska, pre pestovanie rýchlorastúcich drevín. Aplikovaný prístup bol založený na eliminácii náporu na najproduktívnejšie pôdy a stimulácii prípadných záujemcov o zapojenie doteraz viac-menej nevyužívaných plôch do systému racionálnejšieho využitia.

Obrázok 6 Indexy potenciálov využitia poľnohospodárskych pôd SR podľa samosprávnych krajov



Zdroj: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava

4.2 Pestovanie drevín na devastovaných pôdach

Agát biely (*Robinia pseudoacacia*)

Najvýznamnejšou inváznou drevinou na Slovensku je agát biely. Domovom agáta bieleho je juhovýchodná časť Spojených štátov, rastie napr. v južnej časti Apalačských vrchov, vo Virgínii. Do Európy bol agát dovezený okolo roku 1600 a postupne sa na európskom kontinente stal inváznou drevinou. S rozvojom pestovania nepôvodných druhov drevín v mnohých oblastiach sveta sa agát stal inváznou drevinou aj v globálnom merítku. Jedným z dôvodov je, že táto drevina „vlastní“ väčšinu znakov charakteristických pre burinové druhy. Tzv. „burinové“ druhy majú nielen schopnosť úspešne osídľovať územia s celou škálou rôznych podmienok prostredia, ale sa tiež vyznačujú vysokou plodivosťou a semenami, ktoré sa ľahko rozširujú.

Agát sa už oddávna považuje za významnú drevinu pri rekultivácii a zazeleňovaní banských lokalít, pretože má schopnosť rásť v extrémnych podmienkach a osídľovať aj degradovanú pôdu. Príkladom sú spustnuté urbanizované Časti Berlína, kde agát osídľuje stavebný odpad a vytvára podmienky pre neskorší nástup tiennych a na živiny náročných druhov. Ak je agát pestovaný ako výchovná drevina, môže svojimi trňmi vybavenými vervami fyzicky poškodiť koncové výhonky a kôru okolitých semenáčikov. Fyzické poškodenie okolitých jedincov spolu s narastajúcim tienením, vyššou hladinou živín v pôde a konkurencieschopnosťou v porovnaní s pôvodnou vegetáciou v súčasnosti vzbudzujú obavy o budúcnosť mnohých prírodných systémov vrátane lesov, saván a trávnych spoločenstiev. Agát vďaka svojim pionierskym schopnostiam preniká do narušených systémov a potláča rast pôvodných druhov čím vlastne zabraňuje systému navrátiť sa do „pôvodného“ stavu. Keďže agát biely má vo všeobecnosti negatívny vplyv na znovunavrátané, obnovené a prírodné lesné ekosystémy, je veľmi dôležité zvládnuť metódy jeho kontroly. Tradičné metódy kontroly rastlinných spoločenstiev s dobre etablovanými cudzími inváznymi druhmi sú metódami bežne používanými na boj s burinou. Medzi ne tradične patria metódy chemickej, fyzickej (mechanickej) a biologickej kontroly problémových druhov. Aj napriek tomu, že potreba kontroly agáta má celosvetový charakter, doteraz nebola koncipovaná všeobecne akceptovateľná metóda jeho účinnej kontroly. Problémom je, že sa nedarí vytvoriť dostatočne selektívnu metódu, ktorá by cielene pôsobila len na konkrétne druhy. Efektívne spôsoby kontroly budú s narastajúcim rozširovaním agáta bieleho nadobúdať čoraz viac na významnosti. Jeho schopnosť existovať aj na málo úrodných pôdach, vysoká genetická variabilita, odolnosť voči suchu, stresu, znečisteniu ovzdušia, teplotným extrémom a väčšine hubových ochorení mu v ďalšom rozširovaní môžu len napomôcť. Agát biely tiež vykazuje známky zvýšeného rastu v podmienkach zvýšeného obsahu CO₂ v ovzduší, vďaka čomu bude narastať intenzita rozširovania najmä v oblastiach bez vhodnej mykorízy ako sú napr. novo zrekultivované a obnovené lokality. Vyžínanie a vypaľovanie sú jedinými momentálne známymi metódami účinnej kontroly šírenia mladých výhonov a trsov výmladkov. Ak chceme zničiť celý trs alebo celú skupinu, samotné zrezanie je nepostačujúce. Lepší spôsob kontroly šírenia je aplikácia herbicídov na kmene. Herbicíd je následne transportovaný do koreňovej sústavy. V USA sa ako jedna z metód používa ručná aplikácia 6,25 % roztoku glykofosfátu (v pomere 15 dielov vody a 1 diel glykofosfátu) na pne zrezané nízko pri zemi v období od polovice júna do augusta. Silná koreňová a pňová výmladnosť z hustých trsov a skupín si môže v priebehu niekoľkých rokov vyžadovať opätovný zásah.

Agát je schopný rásť v širokom rozpätí pôdných a ekologických podmienok a vďaka jeho schopnosti viazať v pôde dusík dokáže osídľovať na živiny veľmi chudobné substráty, ktorých "spartánske" podmienky vyhovujú len veľmi úzkej skupine drevín. Agát je schopný vysporiadať sa s priemernými ročnými teplotami v rozpätí 7.6-20.3 °C, pričom optimálne podmienky pre svoj rast nachádza na piesčitých až hlinito-ílovitých dobre prevzdušnených a priepustných pôdach vo vlhkých oblastiach. Uprednostňuje otvorené slnečné stanovištia, neznáša zatienenie a v domovine je náchylný na silné poškodenie dvoma hmyzími škodcami - drevokazným druhom *Megacyllene robiniae* a v listoch mínujúcim druhom *Odontota dorsalis*. Na Slovensku, keďže je nepôvodný, prirodzených hmyzích škodcov nemá.

Vrba košíkárka (*Salix viminalis*)

Je jednou z najznámejších druhov rýchlorastúcich drevín. Kvôli vysokému obsahu salicilalkoholu má dobrú výhrevnosť. Jej významnou vlastnosťou je, že dobre rastie aj na menej kvalitných, zamokrených a neobrábaných pôdach. Rastie rýchlo, preto môže byť palivovým zdrojom aj bez toho, aby sme museli vyklčovať lesy. Okrem toho zlepšuje pôdnu štruktúru, obohacuje pôdu o živiny. Je medonosnou rastlinou. Zberá sa v novembri až februári. Z hľadiska ochrany životného prostredia je veľmi výhodné pestovanie vrb. Je ich totiž možné použiť na čistenie vôd v tzv. biologických čističkách. Na každom hektári je možné každý rok ekologicky zlikvidovať 10-20 ton odpadových vôd a kalov. Spojenie funkcie biologickej čističky a energetickej rastliny robí z vrb unikátny biologický druh. Podstatné je, že spaľovanie týchto drevín, podobne ako aj inej biomasy, neprispieva v emisiám síry ani skleníkových plynov do ovzdušia. Navyše pestovanie týchto rastlín pre energetické účely vedie aj k tvorbe nových pracovných príležitostí. Na základe zahraničných skúseností vyplýva, že jedno pracovné miesto pripadá na produkciu asi 500 ton suchej biomasy.

Topoľ biely (*Populus alba*)

Vzhľad a kôra

Strieborný topoľ je rovníkolistý, v lete zelený strom so širokou korunou väčšinou v tvare kruhu. Strom môže dosiahnuť vek 300 - 400 rokov a priemer kmeňa môže dosiahnuť až 4,5 metra. Kôra má väčšinou biele zafarbenie a hladkú štruktúru, niekedy obsahuje malé stopy korkového dreva. Tieto stopy majú väčšinou tvar kosoštvorca. S pribúdajúcim vekom dostáva vrchná kôra tmavošedé zafarbenie a tvoria sa hlboké pozdĺžne ryhy. Najmladšie výhonky so zvyšujúcim sa vekom blednú a na zelených výhonkoch sa postupne objavuje biele olemovanie.

Listy

Listy topoľa bieleho môžu mať rôzny tvar a rastú striedavo na plochých, ale silných stonkách s približnou dĺžkou 2-5 cm. Na dlhších vetvičkách rastú troj- až päťdielne listy, podobajúce sa javorovým listom. Listy majú pomerne výrazné vrúbkovanie a môžu dosahovať dĺžku až 12 cm a šírku 10 cm. Spodná strana listov je väčšinou výrazne biela, prípadne sú listy na spodnej časti výrazne orámované bielou farbou. V spodnej časti vetvičiek sa zvyčajne vytvárajú menšie lístky (s dĺžkou 4-7 cm a šírku 3-4 cm). Tie sú väčšinou okrúhle alebo oválne. Na ich okraji sa vyskytuje nepravidelné vrúbkovanie, spodná strana je väčšinou šedá s farebne výrazným okrajom. Obidva typy listov sú z vrchnej strany tmavozelené a ich povrch je lesklý. V skoršom vývojovom štádiu majú listy hebký okraj, ktorý sa však počas ďalšieho rastu stromu vytratí. Na jeseň môžeme obdivovať žlté sfarbenie topoľa bieleho.

Kvety

Vyrastú na tomto strome často ešte pred jeho úplným zalistením, v mesiacoch marec apríl. Často sa nazývajú jahňady. Majú dvojdomé usporiadanie, zo stromu visia a v ich tesnej blízkosti sa nachádzajú okvetné lístky. Tieto lístky sú nepravidelné zúbkované a môžu byť farebné ohraničené (väčšinou bledohnedou farbou). Jeden strom môže mať len jeden druh jahniad, samčie alebo samičie. Jahňady majú väčšinou dĺžku 4 cm. Zelené samičie jahňady však môžu niekedy dosahovať až dĺžku 10 cm. Samčie jahňady sú väčšinou červenej alebo žltej farby a v každom rastie 8-10 tyčiniek.

Rozmnožovanie

K rozmnožovaniu Topoľa bieleho veľkou mierou prispieva vietor, vďaka ktorému sa môžu uvoľniť a preniesť aj malé semenka stromu. Semená uzrievajú v máji a júni. Pred dozretím sú uložené v malých, visiacich tobolkách.

Lokality

Tento druh stromu je pomerne necitlivý na suchu a vystačí si aj s malým množstvom vody. Rastie väčšinou na slnečných stanoviskách s piesočnatou pôdou, napríklad na brehoch riek alebo jazier. Pomerne dobre sa mu však darí aj na úplne pieskových stanoviskách alebo v močiarnych oblastiach. Topoľ sa často vysádza ako dekorácia ulíc alebo v alejách. Letné horúčavy a aj veľmi nízke zimné teploty znáša relatívne dobre. Topoľ biely bežne rastie v strednej, južnej a východnej Európe, na západnej Sibíri, v západnej Ázii a v severnej Afrike. Vo voľnej prírode sa väčšinou vysádza len na dekoračné účely. Ako úžitkový strom sa už nevysádza, nahradili ho iné hybridné dreviny a to aj napriek krátkemu rastovému cyklu (50-60 rokov).

5. Záver

Z výsledkov riešenia záverečnej bakalárskej práce na tému „Možnosti pestovania energetických drevín na Slovensku“ môžeme urobiť nasledovné závery. Energetická situácia v Slovenskej republike ako členského štátu EÚ je rozpracovaná v strategických dokumentoch. V decembri 2005 Európska komisia vydala **Akčný plán o biomase**, ktorý je reakciou na potrebu koordinovaného a aktívnejšieho prístupu k využívaniu biomasy. Závery Akčného plánu predstavujú pokyn na vypracovanie čiastkových akčných plánov v jednotlivých členských štátoch, pričom zámerom je zdvojnásobenie využívania biomasy v roku 2010 v porovnaní s rokom 2005. Slovenská republika uvedomujúc si potenciál biomasy a jeho nedostatočné využívanie prijala úlohu na vypracovanie národného Akčného plánu pre biomasu, vyjadrenú uznesením č. 383/2007 k Stratégii vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov v SR. Uznesenie ukladá ministrom pôdohospodárstva v spolupráci s ministrom hospodárstva predložiť na rokovanie vlády SR Návrh akčného plánu využívania biomasy. Akčný plán využívania biomasy je vypracovaný v súlade so Stratégiou vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov v SR. Akčný plán využívania biomasy predstavuje koordináciu postupných krokov komplexného využitia biomasy. Prvý koordinačný krok stanovuje opatrenia na podporu využívania biomasy pri vykurovaní, pri výrobe chladu, pri výrobe elektrickej energie a v doprave prostredníctvom podpory výroby biopalív. Po týchto opatreniach nasledujú prierezové opatrenia týkajúce sa zásobovania biomasou, financovania a výskumu. Dopĺňa ho všeobecné hodnotenie vplyvu na životné prostredie a ekonomiku, na základe ktorých je Slovensko povinné hľadať náhradné zdroje energie. Perspektívne sú obnoviteľné zdroje energie, akými sú rastlinná a živočíšna biomasa. Jej dopestovanie si vyžaduje poznatky o mimoprodukčných funkciách poľnohospodárstva, vlastnostiach pôdneho fondu, produkčnej výkonnosti a kvalitatívnych vlastnostiach plodín využitelných na energetické účely. V zhromažďovaní uvedených údajov sú zatiaľ značné rezervy. V práci sme posúdili stav pôdneho krytu SR a možnosti jeho využitia pre pestovanie rýchlorastúcich drevín. V krátkom čase bude potrebné vyriešiť technológie pestovania, ktoré spolu s klimatickými podmienkami môžu limitovať produkčnú výkonnosť druhov. Na základe pôdných máp je výmera pôdy vhodnej na pestovanie energetických rýchlorastúcich drevín 355 830 ha z čoho 57 190 ha je vyčlenených na podporu založenia rýchlorastúcich drevín v rámci Programu rozvoja vidieka SR.

Z parametrov, ktoré sú rozhodujúce pri výbere rýchlorastúcich drevín vyberáme nasledujúce vlastnosti

- dostupnosť
- vhodnosť pre daný typ pôdy
- vhodnosť podnebia
- potenciálna produkcia (úroda biomasy)

Z hľadiska pestovania drevín na devastovaných pôdach môžeme na základe vlastností a nárokov a tolerancie druhov odporúčať Agát Biely (*Robinia pseudoacacia*), Vŕba košíkárka (*Salix viminalis*) a Topoľ biely (*Populus alba*).

6. Literatúra

AGÁT BIELY. 2007. Uverejnené na internete: <http://www.garten.cz/sk/> (2008-04-15)

APALOVIC, R. 1996. Biomasa – obnoviteľný zdroj surovín a energie. In Životné prostredie, roč. 2, 1996. č. 2, s. 81-82.

APALOVIC, R. 1998. Biomasa – obnoviteľný zdroj energie a surovín pre Slovensko. In: Obnoviteľné zdroje energie – možnosti regiónu : zborník prednášok k regionálnym seminárom. Bratislava: ADAPT v spolupráci s drevárskym kongresom ZSVTS a s finančnou podporou Nadácie EKOPOLIS. 1998, s. 60. ISBN 80-968042-0-0.

BÉDI, E.: Obnoviteľné zdroje energie, Fond pre alternatívne energie, Bratislava, 2001, 143 s. ISBN 80-85369-12-6

BEDRNA, P.: Možnosti pestovania energetických rastlín a drevín na Slovensku. In: Roľnícke noviny, 2007, č.45

BIOMASA. 2006. Uverejnené na internete: <http://www.greenprojekt.sk/biomasa.html> (2008-05-11)

BIOMASA. 2006. Biomasa ako palivo. Uverejnené na internete: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html#BIOMASA%20AKOpALIVO>(2008-05-11)

DÚBRAVSKÁ, J. 2007. Pestovanie rýchlorastúcich drevín. Uverejnené na internete: <http://www.agroforum.sk/showthread.php?start&t=1865> (2008-04-04)

FARKAŠOVSKÁ, M.: Biomasa – šanca pre vidiek. In: Enviromagazín, roč. 8, 2003, č. 2, s. 20-21

GRAUSOVÁ, G. – ČIŽMÁRIK, L. 2007. Význam využitia poľnohospodárskej pôdy na nepotravinárske účely vo vidieckej ekonomike. Bratislava : Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, 2007, s. 28-30

HANČÁROVÁ, D. 1986. Využití biomasy k energetickým účelům : štúdia VTR. Praha ÚVTIZ, 1986, č. 15, s. 67

ILAVSKÝ, J. 2002. Analýza energetického potenciálu zdrojov biomasy na Slovensku. In: Agrotech Nitra 2002. 40 rokov študijného odboru mechanizácia poľnohospodárstva a jeho prínos v oblasti poľnohospodárskych technických vied. Nitra : SPU, 2002, s. 148-154. ISBN 80-8069-097-9.

JAMRIŠKA, P. 2001. Rastliny na nepotravinárskej využívanie. Nitra : SPU, 2001. 70 s. ISBN 80-7137-877-1

JUREKOVÁ, Z. – BLAŽEJ, A. – ŽÁČIKOVÁ, L. 2006. Rastlinná biomasa ako obnoviteľný zdroj energie. In Acta regionalia et environmentalica, roč. 3, 2006, č. 2, s. 29-31

JUREKOVÁ, Z. – KOTRLA, M. 2008. Obnova ekosystémov. 2008 , s.96-97

KOLEKTÍV: Encyklopedie energie pro zítřek, vítr, biomasa, tepelná čerpadla, 1993, č. 6

KUCHTA, J. 2006. Perspektívy využívania OZE a ochrana ŽP [powerpoint]

MAGA, J. – PISZCZALKA, J. 2006. *Biomasa ako zdroj obnoviteľnej energie*. Nitra : SPU, 2006. 104 s. ISBN 80-8069-679-9

MARIÁŠ, M. – BELLA, M.: Obnoviteľné energetické zdroje na Slovensku. In: Energia, 2003, č. 2, s. 44-46

MOŇOK, B.: Boodpad problémom? Riešenie – kompostovanie! Biom.cz [online]. 2003-02-03 [cit. 2006-01-30]. Dostupné z www: <http://biom.cz/index.shtml?x=118424>.

NIŇAJ, M.: Rýchlorastúca vřba ako zdroj energie. Poľnohospodár, 48, 2004, č.18 s.21

OTRUBA, M. 2008. Biomasa. [online], 2008, [cit. 2008-05-05]. Dostupné na internete: http://www.seas.sk/_cms/_files/747/t070901.htm

PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ. P.: Biomasa, Obnoviteľný zdroj energie. Praha, 2004, s. 28-30, ISBN 80-86534-06-5

PEPICH, Š. 2006. Technologické linky na manipuláciu a spracovanie poľnohospodárskej biomasy [powerpoint]

PETRÁŠ, P. 2007. Formy existencie biomasy. Uverejnené na internete: http://www.zdruzeniepcola.org/view.php?cislocianku=2007072801#_Mo%9Enosti_vyu%9Eitia_biomasy (2008-05-09)

PISZCZALKA, J. 2006. Aktuálne problémy transformácie biomasy pri jej využívaní na energetické účely [powerpoint]

POL'NOHOSPODÁRSKA PÔDA VHODNÁ PRE PESTOVANIE RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN. 2008. Uverejnené na internete: <http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/multifunkcne/dreviny.aspx> (2008-05-09)

Prečo OZE? 2008. [online], 2008, [cit. 2008-05-05]. Dostupné na internete: <http://ozeport.sk/kontext/kontext.htm>

Smernica európskeho parlamentu a rady č. 2003/30/ES o podpore používania biopalív alebo iných obnoviteľných palív v doprave

ŠTEFÁNIK, J. 2006. Technológia výroby lesnej biomasy v štátnom podniku Lesy SR [powerpoint]

TOMOVČÍK, J. 2001. Technológie recyklizácie sekundárnej produkcie poľnohospodárstva, Pracovné materiály č. 11, SAV, Bratislava, 2001, s. 30, ISSN 0682-9137

VARGA, L. 2005. Možnosti produkcie drevnej biomasy prostredníctvom rýchlorastúcich drevín [powerpoint]

VÁŇA, L. 2004. Pěstování a využití energetických rostlin v České republice [powerpoint]

VÍGLASKÝ, J. 2000 Biomasa a jej možnosti uplatnenia v komunálnej energetike, Zborník prednášok zo seminára konaného v rámci projektu Fénix, Liptovský Mikuláš, 2000, s. 68

VŘBY. 2007. Uverejnené na internete: <http://www.vrby.sk/fotogaleria01> (2008-05-05)
Využití energie z biomasy. 2008. [online], 2008, [2008-04-22]. Dostupné na internete:
<http://lea.ecn.cz/cdoze/bcebiom.html>

Zelená správa 2007

7 PRÍLOHY



Príloha č.1: Druhy energetických plodín



Príloha č.2: Kvety agáta bieleho



Príloha č. 3: Zakladanie energetických porastov



Príloha č. 4: Spôsob výsadby energetických drevín



Príloha č. 5: Spôsob zberu energetických rastlín A



Príloha č. 6: Spôsob zberu energetických rastlín B



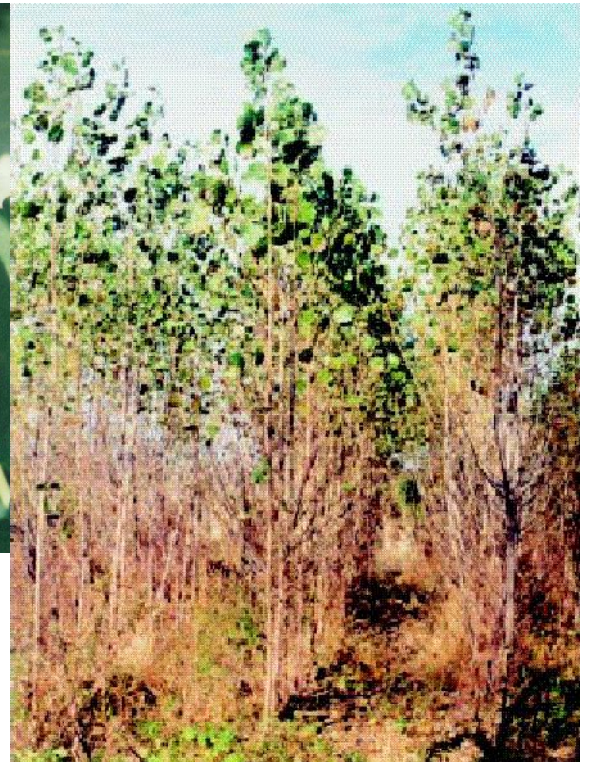
Príloha č. 7: Vschádzajúca rastlina šŕiavca



Príloha č. 8: Vyrastený porast šŕiavca



Príloha č. 9: Žatva energetického šŕiavca



Príloha č. 10: Plantáže Topoľa bieleho – 2 roky



Príloha č. 11: Plantáže Topoľa bieleho – 5 rokov



Príloha č. 12: Spôsob drtenia konárov topoľa





Príloha č.12: Spôsoby pestovania rýchlorastúcich vfb