

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

Diplomová práca

2011

Dušan Antal, Bc

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

**ZAKLADANIE PLANTÁŽE RÝCHLO RASTÚCICH DREVÍN
VO VYBRANOM POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU**

Diplomová práca

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	4112800 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Juraj Maga, Doc. Dr. Ing.

Nitra 2011

Dušan Antal, Bc

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Dušan Antal vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Zakladanie plantáže rýchlo rastúcich drevín vo vybranom poľnohospodárskom podniku“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 10. apríla 2011

.....

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie doc. Dr. Ing. Jurajovi Magovi, vedúcemu diplomovej práce za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri spracovaní tejto témy.

Abstrakt

Práca sa venuje charakteristike neobnoviteľných a obnoviteľných zdrojov energie. Približuje problematiku vyčerpatelnosti neobnoviteľných zdrojov energie, ich kapacity zo svetového meradla, ako aj z meradla SR a ich nasledovnému nahrádzaniu obnoviteľnými zdrojmi energie hlavne využívaním alternatívnych možností. Rozoberá možnosti využitia OZE a to hlavne vo forme biomasy. Analyzuje potenciál biomasy v SR ako aj iných štátov a prezentuje možnosti súčasného, ale aj budúceho využitia jej energie a dopad na životné prostredie. Venuje sa bariéram a legislatíve týkajúcej sa využívaniu OZE v SR. Osobitná pozornosť je venovaná problematike, týkajúcej sa využívaniu nevhodných, alebo inak nevyužívaných pôd v SR vysádzaním rýchlorastúcich drevín. Rozoberá spôsob zakladania energetických lesov, využívanie technológie a postupy pri ich realizácii.

Kľúčové slová: obnoviteľné zdroje energie, neobnoviteľné zdroje energie, biomasa, pôdy, rýchlorastúce dreviny, energetické lesy.

Abstract

The bachelor paper deals with the characteristics of renewable and unrenowable energy sources. It analyzes problems of the exhaustibility of the unrenowable energy sources, its capacity from the worldwide scale as well as the scale of the Slovak Republic and its following substitution with the renewable energy sources, especially by utilization of the alternative possibilities. It analyzes possibilities of the utilization OZE, mainly in the form of biomass. It studies potential of the biomass in the Slovak Republic as well as in other states and it presents possibilities of actual but also future utilization of its energy and an impact on the environment. It deals with barriers and legislation relating to the utilization OZE in the Slovak Republic. Special attention is paid to the problems of the utilization of unsuitable or else unutilized soils in the Slovak Republic through planting of quick-growing woody plants. It studies the way of the foundation of energy forests, applied technologies and the processes in its realizations.

Key words: renewable energy sources, unrenowable energy sources, biomass, soils, quick-growing woody plants, energy forests.

OBSAH

Úvod	8
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	9
1.1 Neobnoviteľné a obnoviteľné zdroje energie	9
1.2 Neobnoviteľné zdroje energie	10
1.2.1 Všeobecná charakteristika (fosílna palivá)	10
1.2.2 Neobnoviteľné zdroje energie vo svetovom meradle	11
1.2.3 Neobnoviteľné zdroje energie na Slovensku	12
1.3 Obnoviteľné zdroje energie	13
1.3.1 Tradičné a alternatívne zdroje energie.....	14
1.3.2 Obnoviteľné zdroje energie vo svete a v Európskej únii.....	15
1.3.3 Obnoviteľné zdroje energie Slovenska	11
1.3.4 Bariéry využitia obnoviteľných zdrojov	18
1.3.5 Bariéry využitia obnoviteľných zdrojov na Slovensku	22
1.4 Biomasa	24
1.4.1 Biomasa vo svete	26
1.4.2 Biomasa na Slovensku	27
2 Rýchlorastúce dreviny	29
2.1 Charakteristika rýchlorastúcich drevín	29
2.1.1 Energetické plantáže lesných drevín	30
2.1.2 Biomasa z energetických plantáži	31
2.2 Pôdy pre pestovanie rýchlorastúcich drevín	33
2.2.1 Pôdy pre pestovanie rýchlorastúcich drevín v SR	33
2.2.2 Poľnohospodárska pôda vhodná pre pestovanie rýchlorastúcich drevín	34
2.3 Technika a technológia pri zakladaní energetického porastu vrb	35
2.3.1 Zber produkcie plantáže RRD	44
2.4 Hnojenie odpadovými vodami a aplikácia kalu v porastoch RRD	48
2.4.1 Aplikácia čistiarenských kalov	49
2.4.2 Závlaha a hnojenie odpadovými vodami	51
2.5 Aplikácia kalu a odpadových vôd na plantážach RRD v Enköpingu	54
2.6 Pestovanie energetických plantáži na rôznych stanovištiach Slovenska	57
2.7 Prehľad legislatívy a prijatých dokumentov SR v oblasti využívania OZE	59
3 Cieľ práce	62

4 Metodika práce	63
5 Výsledky práce	64
5.1 Aplikácia energetických lesou v katastry Kostol'any pod Tribečom	64
5.2 Hodnotenie ekonomickej efektívnosti energetickej plantáže	69
6 Diskusia	72
7 Záver	75
8 Zoznam použitej literatúry	76

Úvod

Energia je základom všetkých procesov, ktoré prebiehajú v našom okolí, je nevyhnutná pre život a je tiež najdôležitejším faktorom vplyvujúcim na rozvoj spoločnosti. Energetická kríza a vysoká cena ropy prispieva k zvyšovaniu závislosti Európskej únie t.j. aj Slovenska na dovoze energie z iných krajín. Preto sa začína dostávať do popredia energetické využívanie alternatívnych zdrojov medzi ktoré patri aj biomasa, ktorá je produktom aj zámerne pestovaných energetických lesov. Najvýraznejšou výhodou získavania energie z biomasy je, že pri spaľovaní biomasy sa do ovzdušia uvoľní len také množstvo CO₂, aké bolo do rastlín akumulované fotosyntézou v období ich rastu. Táto prednosť biomasy prispieva k dodržiavaniu emisných limitov Kjótskeho protokolu a tiež k trvalo udržateľnému životnému prostrediu. Zanedbateľná nie je ani výhrevnosť štiepky, ktorá je produktom energetických lesov. Niektoré energetické štiepky dosahujú pri 20% obsahu vody hodnotu až 14,28 MJ/kg, čo je veľmi blízko výhrevnosti napr. uhlia. Z pomedzi krajín Európskej únie dosahuje najväčší podiel drevnej biomasy na spotrebe prvotných energetických zdrojov Fínsko 16%, Švédsko 14% a Rakúsko 12%. Slovenská republika zatiaľ patri k štátom, ktoré v dostatočnej miere nevyužívajú svoj energetický potenciál. Aj z tohto dôvodu odštartovali Lesy SR v roku 2004 projekt Biomasa, ktorý je zameraný na spracovanie a zhodnocovanie OZE. Ďalším zámerom je aj spoluvytváranie trhov, získavanie ďalších zákazníkov a vyvíjanie stratégií vedúcich k ekonomickému využívaniu doteraz veľmi malo využívaných prírodných zdrojov. Úlohou a cieľom zakladania energetických lesov je hlavne produkcia dendromasy, ako aj ich dobre melioračné a čiastočne krajnotvorné vlastnosti. Technické a aj ekonomické nároky na zakladanie energetických lesov sú veľmi veľké a preto záujem o ich zakladanie je malý. Vzhľadom na vysoké náklady sú zisky nižšie. Ale treba si predovšetkým uvedomovať, že produkujeme energiu, ktorá má iba mierne dopady na životné prostredie.

1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Neobnoviteľné a obnoviteľné zdroje energie

Energetické zdroje môžeme rozdeliť z pohľadu obnoviteľnosti na zdroje:

- a) neobnoviteľné
- b) obnoviteľné

Toto delenie vychádza z kritéria obnoviteľnosti zohľadňujúceho mieru vyčerpatelnosti zdrojov z pohľadu časových dimenzií a potrieb ľudskej spoločnosti.

Kritérium obnoviteľnosti nie je absolútne a nevyjadruje len bilanciu množstva posudzovaného materiálu, ale je predovšetkým funkciou času. Ak by sa uvažovalo s časovým intervalom rádovo stoviek miliónov alebo rádovo miliárd rokov, potom by uhl'ovodíkové palivá boli obnoviteľným zdrojom energie, pričom uhlík a vodík sú vo svojom prirodzenom cykle ukladania slnečnej energie do väzieb chemických zlúčenín (cestou fotosyntézy) a kaustobiolity by boli istým druhom zušľachtenej - skoncentrovanej a dlhodobejšie konzervovanej biomasy.

Opačným prípadom je napríklad intenzívne využívanie dendromasy, spôsobom, ktorý neumožňuje tak prirodzenú, ako ani umelú obnovu porastu a v konečnom dôsledku vedie k degradácii ekosystému, ktorého obnova si následne vyžiada neporovnateľne dlhšie časové obdobie. V tomto prípade má dendromasa charakter neobnoviteľného zdroja energie. Pri spaľovaní dendromasy v procese jej energetického využívania dochádza k uvoľneniu chemických látok pôvodne viazaných na kvázi konštantné množstvo hmoty obnovujúceho sa porastu (statického, teda nevykazujúceho žiadnu mieru extenzie, či redukcie) do obehu obdobným spôsobom, ako k tomu dochádza napríklad pri spaľovaní uhlia, avšak v úmerne menšom merítku, ktorého dopady môžu však mať aj globálny charakter (dopad závisí len od množstva uvoľnených prvkov), ktoré je do značnej miery dané veľkosťou uvažovaného exploatovaného územia.

Potom môžeme konštatovať, že:

- a) neobnoviteľné zdroje energie sú v čase a priestore z pohľadu dĺžky ľudskeho života a potrieb spoločnosti vyčerpatelné,
- b) obnoviteľné zdroje energie sú z pohľadu dĺžky ľudskeho života a potrieb spoločnosti nevyčerpatelné. (Rybár, R., – Kudelas, D. 2007)

1.2 Neobnoviteľné zdroje energie

1.2.1 Všeobecná charakteristiky (fosílne paliva)

Fosílne palivá sú pozostatky rastlín a živočíchov, ktoré žili pred miliónmi rokov. Keď rastliny a živočíchy zahynú, úplne sa rozložia. Počas tohto procesu zlúčeniny uhlíka, vodíka a kyslíka v rozkladajúcom sa materiáli reagujú so vzdušným kyslíkom. Produktmi sú oxid uhličitý a voda. Niekedy rastliny a živočíchy nemôžu reagovať s kyslíkom, keď uhynú. V takomto prípade sa zlúčeniny uhlíka v rozkladajúcom sa materiáli premieňajú na energeticky bohaté látky ako uhlie a ropu. Pred 300 miliónmi rokov bola Zem pokrytá lesmi a moriami, ktoré boli plné drobných organizmov. Keď niektorá z týchto živých bytostí uhynula, bola prikrytá bahnom a chránená pred oxidáciou. Počas miliónov rokov boli tieto nánosy baktériami premenené a stlačené vrstvami zeme a mora nad nimi. Uhlie vzniklo hlavne z rastlín, ktoré rástli na zemi. Ropa a zemný plyn vznikli predovšetkým z rastlín a zvierat, ktoré žili v mori. Uhlie sa vytvorilo zo stromov a z ostatných rastlín, zatiaľ čo ropa a zemný plyn sa vytvorili z vodných rastlín a zvierat. Vo všetkých druhoch uhlia sa nachádzajú odtlačky a zvyšky rastlín. Pred miliónmi rokov klesli veľké časti zemského povrchu pod hladinu mora. Zaplavené a bahnom pokryté rastliny a kmene stromov nemohli spráchnivieť tak ako na vzduchu. Po tisícročia ich stláčali vrstvy hornín, ktoré ležali na nich. Počas dlhotrvajúceho chemického procesu - zuhoľnatenia, sa pôsobením tlaku a tepla zeme premenilo drevo na rôzne druhy uhlia. Čím je vyšší stupeň zuhoľnatenia, tým je v jednotlivých druhoch vyšší obsah uhlíka. Pôsobením väčšieho tlaku a vyššej teploty na rašelinu a hnedé uhlie vznikli ložiská čierneho uhlia. Najhodnotnejšie uhlie, antracit, vzniklo zuhoľnatím rastlinného materiálu pri veľmi vysokej teplote vo veľkej hĺbke. Tradičné - fosílne zdroje energie možno rozdeliť na:

- a) tuhé - sem patrí uhlie čierne a hnedé, drevo, rašelina, lignit. V celosvetovom meradle sa uhlie využíva z 90-95% ako palivo a z 5-10% ako chemická surovina.
- b) kvapalné - ropa, dechty a zemné oleje. Ropa sa spracováva z 90% na kvapalné palivá a z 10% na chemikálie, maziva, asfalt, parafín a pod.
- c) plynné - zemný plyn, obsahuje 50 až 90 % metánu CH_4 a vyššie uhl'ovodíky typu ethan, propán bután. (Rybár, R., Kudelas, D. 2007)

1.2.2 Neobnoviteľné zdroje energie vo svetovom meradle

Viac ako 70% svetovej energie stále pochádza z fosílnych palív - neobnoviteľných zdrojov energie, a preto sa kladie čoraz väčší dôraz na ich efektívnejšie využívanie. Odhadnúť, ako dlho ich budeme môcť ešte využívať, nie je jednoduché. Na základe niekoľkých počítačových simulácií využívania prírodných zdrojov bolo vypočítané, že spotreba palív vo svete bude rásť exponenciálnym trendom. Využívanie fosílnych palív nepriaznivo ovplyvňuje životné prostredie.

Pri súčasnej spotrebe energie sa predpokladá, že sa svetové zásoby ropy vyčerpajú v priebehu 39 rokov. V najbližších rokoch sa svet dostane do situácie, kedy bude vyčerpaná viac ako polovica rezerv ropy na Zemi. Do roku 2000 bolo vyťažených viac ako 850 miliárd barelov ropy. Podľa geológov je na Zemi ešte asi 995 miliárd barelov ropy, ktoré je možné vyčerpať pri súčasnej úrovni techniky a cien. Ak celosvetová spotreba ropy zostane konštantná na úrovni 24 miliárd barelov za rok, vystačí táto surovina asi do roku 2040. Avšak spotreba nie je statická a vzrastá približne o 2 % ročne. Dnes je zrejmé, že dopyt po rope presiahne ponuku už pred rokom 2040. Zemný plyn patrí k najžiadanejšiemu palivu dnešnej doby. Je pohodlný, čistý a jeho použitie nie je obmedzené. Avšak aj zásoby zemného plynu sú obmedzené. V roku 1970 predstavovala celosvetová spotreba zemného plynu 850 miliárd m³. Dnes je táto spotreba viac ako 2000 miliárd m³ a ročne stúpa približne o 3,5%. Takýto trend spotreby však bude mať za následok vyčerpanie rezerv zemného plynu okolo roku 2050.

Svetové zásoby uhlia tvoria 68% celkových neobnoviteľných zásob. Zásoby uhlia boli vyčíslené na 982 000 mil. ton, čo by pri súčasnej spotrebe malo vystačiť na 240 rokov. Možní dodávatelia sa nachádzajú v politicky stabilných zónach. Výrobná a dopravná infraštruktúra je vo svetovom pomere dobre vyvinutá. Aj skúsenosti z dávnejších hospodárskych kríz ukázali, že ceny uhlia ani zďaleka nereagujú tak silne na zvýšenie cien ropy, ako ceny zemného plynu. Hospodársky nátlak a zvyšujúca sa istota zásobenia energiou prinúti svet znova používať uhlie, aj keď je v súčasnosti považované za energetický zdroj s najvyšším negatívnym vplyvom na životné prostredie.

Tab.1.2.2.1 Životnosť svetových rezerv (www.windpower.sk)

ZDROJ	ŽIVOTNOSŤ REZERV
Ropa	40 rokov
Zemný plyn	62 rokov
Uhlie	224 rokov

V poslednej dobe sa najmä z vyššie uvedených dôvodov obmedzených zdrojov ropy a zemného plynu, preferuje využívanie alternatívnych zdrojov energie, akými sú napr. vodná, veterná energia, biomasa a pod. Využívanie týchto alternatívnych zdrojov je však závislé od vhodných geografických podmienok, resp. morfológie územia a pod.

1.2.3 Neobnoviteľné zdroje energie na Slovensku

Zo siedmich druhov evidovaných energetických surovín (ropa, zemný plyn, hnedé uhlie, lignit, uránové rudy, antracit a bituminózne horniny) sú priemyselne využiteľné len štyri druhy – ropa, zemný plyn, hnedé uhlie a lignit. Ekonomický význam uránových rúd, antracitu a bituminóznych hornín je zanedbateľný vzhľadom na ich množstvo a kvalitu. Slovenská republika má obmedzené zásoby energetických surovín, najmä ropy a zemného plynu. Ropa sa na Slovensku ťaží najmä vo Viedenskej panve (ložiská Gajary a Dúbrava), gazolín vo Východoslovenskej nížine (Senné, Stretava, Ptrukša). Ročná spotreba ropy v SR dosahuje na Slovensku 3 až 3,5 mil. t. Množstvo spracovanej ropy v rafinériách v SR je 5,1 až 5,3 mil. t/rok. Rozdiel prevyšujúci domácu spotrebu Slovensko vyváža. Domáca ťažba ropy vrátane gazolínu sa pohybuje na hranici 50 tis. t/rok, čo predstavuje približne 1 % celkovej spotreby, čo znamená že celková spotreba suroviny je takmer výlučne krytá dovozom. V ďalšom období nie je predpoklad túto hranicu zvyšovať. Naopak, po roku 2005 došlo k útlmu ťažby ropy z dôvodu vyčerpania geologických zásob. SR má obmedzené zásoby palivo energetických surovín, najmä ropy a zemného plynu, v ktorých je trvalo odkázaná na ich dovoz a situácia sa nezmení ani v budúcich rokoch.

Zemný plyn je získavaný najmä z ložísk Východoslovenskej nížiny (asi 70 % ťažby), zvyšná produkcia pochádza z ložísk vo Viedenskej panve a Podunajskej nížine. Jediným producentom ropy a zemného plynu je v súčasnosti spoločnosť Nafta, a. s. Domáca ťažba zemného plynu sa v posledných rokoch pohybuje na hranici 200 mil. metrov kubických, čo predstavuje zhruba 3 % celkovej spotreby. Na základe nových prírastkov geologických zásob a za predpokladu, že sa spotreba nebude zvyšovať, možno očakávať zvýšenie domácej ťažby zemného plynu na 300 mil. metrov

kubických, čo by predstavovalo 5 % celkovej spotreby v SR. Vzhľadom na množstvo overených bilančných zásob ropy a zemného plynu sa tento stav pravdepodobne v budúcnosti nezmení. Z toho vyplýva permanentná závislosť od importu. Ťažba hnedého uhlia je realizovaná na ložiskách Handlová, Cígel', Nováky (Hornonitrianske bane, a. s.) a Modrý Kameň (Baňa Dolina, a.s.) Lignit je ťažený na ložisku Gbely (Baňa Záhorie, a.s.).

Z dôvodu prechodu odberateľov energetického a triedeného uhlia na zemný plyn a z dôvodu nízkej výhrevnosti ťaženého hnedého uhlia sa schválil útlmový program na Bani Dolina vo Veľkom Krtíši od roku 2002. Ťažba bude pokračovať v Bani Záhorie na úrovni približne 350 tis. ton/rok a v Hornonitrianskych baniach Prievidza na ložiskách Cígel', Handlová a Nováky zo súčasných objemov okolo 3 000 tis. t/rok s postupným poklesom ťažby, v súlade s energetickou politikou SR, v roku 2008 ťažba tvorila 2 580 tis. t/rok a v roku 2010 poklesla na 2 300 tis. t/rok. Hnedé uhlie a lignit aj v budúcich rokoch zostanú významnou palivo energetickou surovinou. Podiel domácej ťažby hnedého uhlia a lignitu tvoril v minulom roku na jeho celkovej spotrebe 82,5 %. Závislosť od importu čierneho uhlia je trvalá.

1.3 Obnoviteľné zdroje energie

Obnoviteľné zdroje energie (OZE) definujeme nasledovne: zdroje neustále sa doplňujúcej energie, ktorá má rôzne formy, je priamo alebo nepriamo čerpaná zo Slnka alebo z tepla generovaného hlboko vo vnútri Zeme. Obnoviteľné zdroje energie je možné podľa pôvodu rozdeliť do dvoch základných skupín:

- a) exogénne zdroje,
- b) endogénne zdroje,

Exogénne zdroje sú:

- slnečná energia a jej deriváty,
- energia vzájomného gravitačného pôsobenia kozmických telies.

Slnčná energia a jej deriváty:

- 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.

1.3.1 Tradičné a alternatívne zdroje energie

Ak hovoríme o alternatívnych zdrojoch energie, nijako tým nevyjadrujeme mieru ich obnoviteľnosti, či vyčerpatelnosti z akéhokoľvek aspektu.

K vysvetleniu pojmu alternatívne zdroje energie sa môžeme najlepšie dostať prostredníctvom jeho antonyma t.j. tradičné zdroje energie.

Tradičné zdroje energie:

- tradičné zdroje energie (TZE) predstavujú základné zdroje svetovej energetiky z pohľadu výroby tepla (pre celú priemyselnú aj komunálnu sféru), výroby elektrickej energie a zabezpečenia energie pre dopravu (dopravné prostriedky, pohony strojov a zariadení). Približne 90% vo svete vyprodukovanej energie pochádza z uhlia, ropy a plynu.

Alternatívne zdroje energie:

- všetky energetické zdroje, ktoré v tej ktorej oblasti využitia nahrádzajú, resp. snažia sa zastúpiť energetický zdroj bežne využívaný a teda tradičný. (Rybár, R., – Tauš, P. 2008)

1.3.2 Obnoviteľné zdroje energie vo svete a v Európskej únii

Podľa údajov WEC (svetový energetický výbor) bol roku 1990 energetický prínos z využívania OZE na celom svete 65 272 PJ, čo predstavovalo 17,7 % z globálnej potreby primárnych energií vo svete. V sumárnom vyjadrení prevažovala za všetky regióny biomasa s podielom 67,4 %, druhým najmohutnejším zdrojom bola vodná energia s podielom 31,0 %. Rovnakou mierou sa využívala slnečná a geotermálna energia, obe mali podiel 0,8 %. Veterná energia tvorila len 0,1 % z celkového využiteľného potenciálu OZE. Výhľadová prognóza do roku 2020 je vypracovaná podľa dvoch scenárov. Podľa týchto scenárov sa v roku 2020 očakáva využívanie OZE s energetickým prínosom 119 000 až 137 243 PJ, čo predstavuje 21 až 30 % z celkovej potreby primárnej energie.

Tab1.3.2.1 Predpokladaný svetový vývoj využívania OZE (www.asb.sk)

Por. č	Názov energie	Rok (%)			
		1990	2000	2010	2020
1.	Slnečná energia	0,1	0,2	0,9	3,2
2.	Veterná energia	0,0	0,1	0,4	2,0
3.	Geotermálna energia	0,1	0,3	0,5	0,8
4.	Moderná biomasa	1,4	2,2	3,5	5,1
5.	Malé vodné elektrárne	0,2	0,3	0,4	0,6
	OZE celkom	1,8	3,1	5,7	11,7

Tab.1.3.2.2 Vývoj využitia OZE v Európskej únii (www.asb.sk)

Por. č.	Názov	Porovnávané roky					
		1990		1995		2010	
		PJ	%	PJ	%	PJ	%
1.	Slnečná energia	9	0,4	11	0,4	179	3,1
2.	Veterná energia	3	0,1	14	0,5	288	5,0
3.	Geotermálna energia	19	0,9	30	1,1	67	1,2
4.	Vodná energia	905	44,5	1 105	39,0	1 278	22,1
5.	Biomasa	1 100	54,1	1 673	59,0	3 968	68,6
6.	Spolu	2 036	100,0	2 833	100,0	5 780	100,0

Európska únia ako celok závisí z viac ako 50 % od dovozu primárnych zdrojov energie, často z politicky či ekonomicky nie veľmi stabilných regiónov. Stratégia EÚ

v oblasti energie sa preto sústreďuje najmä na energetickú efektívnosť a využívanie OZE, ktorých potenciál v jednotlivých členských krajinách nie je zanedbateľný. Základnú filozofiu v oblasti využívania OZE predstavuje Zelená kniha. Konkrétne ciele na európskej úrovni stanovuje oznámenie Európskej komisie pod názvom Energia pre budúcnosť: obnoviteľné zdroje energie – Biela kniha pre stratégiu a akčný plán spoločenstva. Biela kniha odporúča indikatívny cieľ podielu 12 % pre energiu z obnoviteľných zdrojov z hrubej vnútornej spotreby spoločenstva v roku 2010, teda približne dvojnásobné zvýšenie oproti roku 1995. Hlavnými nástrojmi komisie na dosahovanie tohto ambiciózneho cieľa sa stali viacročný program akcií v oblasti energetiky Inteligentná energia – Európa, rámcové programy EÚ v oblasti vedy a výskumu a aj u nás dostupné štrukturálne fondy EÚ v štrukturálnej politike. V súčasnosti vo svete nastáva prudký rozmach využívania niektorých obnoviteľných zdrojov, hlavne pri výrobe elektriny. V oblasti fotovoltaiky (výroby elektrickej energie zo slnečného žiarenia) došlo k zdvojnásobeniu inštalovaného výkonu za posledné dva roky a v oblasti veterných elektrární za posledné tri roky. V prípade fotočlánkov je celosvetový inštalovaný výkon 1 200 MW a v prípade veterných elektrární 47 760 MW. Pre porovnanie, predstavuje to výkon takmer 80-tich reaktorov aké sú inštalované v J.E. Mochovce. Práve vo využívaní veternej energie je lídrom Európa, kde sa nachádza 72% celkovej kapacity. Nižšia rast je v prípade využívania biomasy, ktorá sa pre Slovensko označuje za najperspektívnejší zdroj a doterajší podiel jej využívania vzhľadom na jej celkový potenciál je u nás najvyšší (Lulkovičová, O. 2007).

Biomasa predstavuje biologický materiál, ktorého spaľovaním je možné získať energiu. Jej spaľovanie minimálne prispieva k skleníkovému efektu napriek tomu, že pri spaľovaní biomasy sa produkuje CO₂. Počas rastu rastlinnej biomasy bolo obdobné množstvo CO₂ zachytené z ovzdušia pri procese fotosyntézy. Je možné tiež pestovať energetické rastliny na menej kvalitných alebo kontaminovaných pôdach, alebo využívať poľnohospodárske a mestské odpady. Pre využitie na výrobu elektriny je najperspektívnejšie pestovanie rýchlo rastúcich energetických drevín (topoľ, vrbá, agát, osika, jelša) a spracovanie lesníckych a drevárskych odpadov. V najbližších rokoch je plánované pestovanie energetických drevín na rozlohe 45 tis. ha. Ďalšou veľkou oblasťou je poľnohospodárska biomasa (hlavne slama a kukurica, v menšej miere zvyšky ďalších plodín). Osobitnou skupinou produktov z biomasy je bioplyn, vyrábaný hlavne z odpadov (kaly v čistiarňach odpadových vôd, komunálne odpady a fekálie zo živočíšnej výroby). Spracovanie na bioplyn pomáha riešiť problematiku týchto odpadov

a zároveň splodiny spaľovania bioplynu majú menší dopad na kvalitu ovzdušia. Pri spaľovaní bioplynu vzniká takmer čistý CO₂ a voda, zatiaľ čo pri spaľovaní pevnej biomasy vzniká ešte komplex ďalších plynných a tuhých spalín. Potenciál bioplynu je u nás z 95 % nevyužitý. Najväčšie využitie energie z biomasy je vo výrobe tepla (ako v individuálnej, tak v komunálnej sfére) a podľa odhadov asi 20% je využiteľných na výrobu elektrickej energie formou kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie. Ide hlavne o využitie bioplynu a splyňovania dreveného odpadu, ale je možné aj spaľovanie uhlia s dreveným odpadom. Posledným produktom biomasy sú biopalivá (biodiesel, bioetanol) vyrábané hlavne z repky olejnej a cukrovej repy. V tejto oblasti je Slovensko viazané smernicou 2003/30/ES, podľa ktorej má v súčasných rokoch vyrábať 100 tis. ton bionafty, čo predstavuje energetický ekvivalent 3 TWh.

Vo využívaní energie vody zostáva nevyužitých asi 75 % potenciálu pre výstavbu malých vodných elektrární (0,789 TWh), ktorých dopad na životné prostredie je podstatne menší, ako pri výstavbe veľkých vodných diel.

Vo využívaní vetra v globálnom meradle ide o veľmi perspektívny zdroj energie, ktorého využívanie sa prudko rozvíja. V európskom meradle sú lídrami Nemecko (16 400 MW, 3 % spotreby), Španielsko (6 200 MW, 6 % spotreby) a Dánsko (3 100 MW, 20 % spotreby). Už dnes sa cena elektrickej energie z vetra blíži k cene energie z uhlia a je lacnejšia ako energia z plynu. Zaujímavým príkladom môže byť Írsko, ktoré v rozvoji veternej energetiky dlho zaostávalo, ale po deregulácii írskej energetiky v roku 2000 sa podaril nebývalý rast s veľkou perspektívou do blízkej budúcnosti, kde sa má výroba elektrickej energie z veterných zdrojov zvýšiť z dnešných 200 MW inštalovaného výkonu na 600 MW koncom roka 2006. Stojí za ním hlavne firma Airtricity, ktorá obišla monopolných distribútorov a začala dodávať elektrickú energiu zo svojich veterných fariem priamo odberateľom, čo jej umožnilo veľmi rýchlo dosiahnuť zisk a ďalší rozvoj. Dnes prevádzkuje 8 veterných fariem, má povolenie na ďalších 11 a v prenájme má pozemky s možnou produkciou 3 600 MW. Slovensko nemá zďaleka tak výhodné podmienky ako prímorské krajiny, ale dobrým príkladom mu môže byť susedné Rakúsko, kde bolo v rozmedzí rokov 1994 až 2007 postavených 415 veterných elektrární s celkovým výkonom 415 MW a v najbližších rokoch je plánovaná výstavba 120 ďalších elektrární.

Potenciál slnka je obrovský a veľmi málo využívaný tak vo výrobe elektriny, ako vo výrobe tepla. V oblasti výroby elektrickej energie pomocou fotovoltaických článkov je limitujúcim faktorom ešte stále pomerne vysoká cena. Preto je potenciál ich

využitia hlavne v odľahlých oblastiach a prístrojoch, ktoré je možno kvôli ich polohe len ťažko pripojiť na sieť. Napriek tomu sa produkcia fotočlánkov zdvojnásobila za posledné dva roky a dosiahla 1 200 MW inštalovaného výkonu, kde lídrami sú v rámci Európy Nemecko (398 MW), Holandsko (49 MW) a Španielsko s Talianskom (27 a 26 MW). Na Slovensku je ich využívanie zatiaľ mizivé, ale príkladom môže byť Česko, ktoré s 330 KW výrazne predchádza okolité nové členské krajiny EÚ. Existuje tu výroba článkov a bol realizovaný projekt Slnko do škôl, kde s podporou programov EÚ boli realizované inštalácie solárnych panelov na budovách stredných a vysokých škôl. V oblasti výroby tepla je obrovský potenciál v individuálnej, ale aj komunálnej sfére. Ide hlavne o ohrev teplej úžitkovej vody, v menšej miere o ohrev vody na vykurovanie. Dôvodom je, že najväčšia intenzita slnečného žiarenia sa nekryje s najväčšou potrebou tepla. Táto nevýhoda odpadá v prípade ohrevu vody v bazénoch. (Végh, O. 2005)

1.3.3 Obnoviteľné zdroje energie Slovenska

Aplikáciou obnoviteľných zdrojov energií sa okrem ekologického prínosu zvyšuje aj nezávislosť štátu na dovoze palív a energií, šetria sa devízy a vytvárajú sa nové pracovné miesta. Energetické zdroje na báze obnoviteľných energií (okrem vodných elektrární) hrajú zatiaľ v energetickej bilancii Slovenska zanedbateľnú rolu. Svetový trend ale jednoznačne smeruje k intenzívnejšiemu využívaniu týchto čistých energií, preto ich vyššie využívanie je zakotvené medzi strategické ciele energetickej politiky u väčšiny štátov sveta, vrátane Slovenska. Celkový potenciál obnoviteľných energií SR bol odhadnutý na cca 100 400 TJ/r z čoho sa dnes využíva okolo 25 %. Naše zdroje na báze obnoviteľných energií produkujú celkom 24 740TJ/r energie, čím pokrývajú 3,5 % celkovej spotreby všetkých druhov energií. Využíva sa najmä energia vodných tokov a rozbieha sa využívanie veternej energie, biomasy a geotermálnej energie. Slnečná energia sa zatiaľ využíva minimálne.

(<http://www.seas.sk/encyklopedia/obnovitelne-zdroje-energie/>)

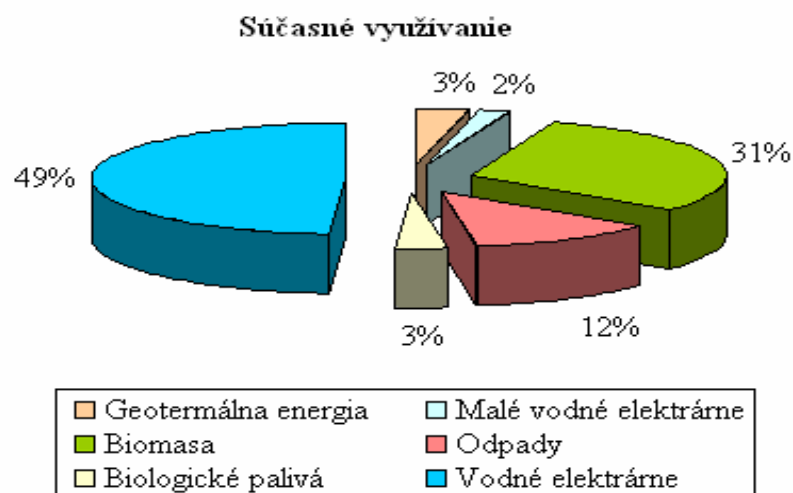
Na Slovensku je potenciál vetra obmedzenejší a len v určitých oblastiach je priemerná ročná rýchlosť vetra dostatočná na rentabilnú prevádzku. Sú to hlavne horské hrebene (kde je obmedzenie s prístupnosťou), ale aj oblasť Devínskej brány (na priľahlom rakúskom území sú postavené desiatky elektrární) a Podunajskej nížiny. Doteraz boli u nás realizované tri projekty. Prvým je veterný park nad obcou Cerová

(západná strana Malých Karpát) so štyrmi turbínami s celkovým výkonom 2,6 MW. Prevádzkovateľom je obec Cerová a bol realizovaný s podporou z fondu Phare a štátneho rozpočtu. Ďalšími realizovanými projektmi sú Ostrý vrch (0,5MW) a Skalité pri Čadci (2,64MW). Pre realizáciu menších veterných elektrární môžu byť vhodné aj neprístupnejšie horské usadlosti, kde je problém so zásobovaním elektrickou energiou, ale sú vhodné veterné podmienky. Z potenciálu, ktorý biomasa na Slovensku ponúka, sa v súčasnosti využíva len asi 34%. Čím biomasa pokrýva asi 1 - 1,5% spotreby primárnych zdrojov energie na Slovensku.

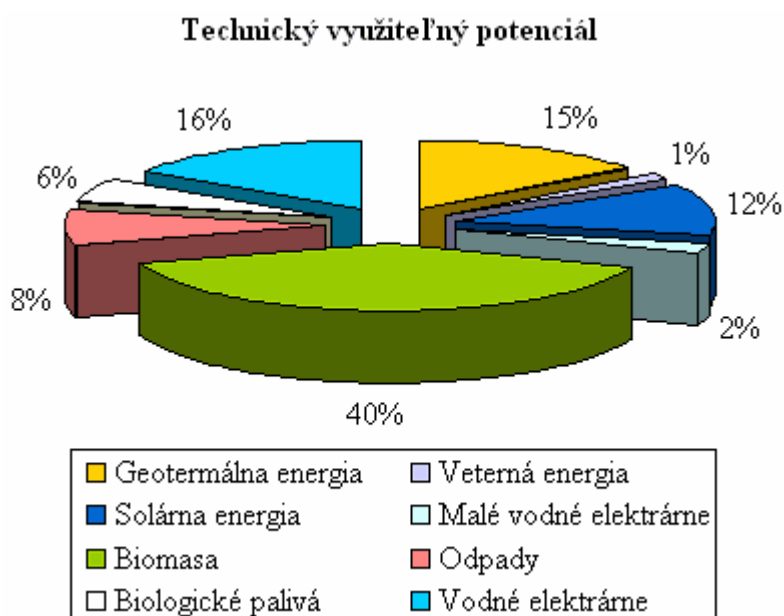
Podiel obnoviteľných zdrojov na výrobe elektriny (najmä vodné elektrárne) v súčasnosti predstavuje cca 16 %, bez veľkých veterných elektrární cca 1 %. Rozhodujúcu úlohu vo výrobe elektrickej energie budú u nás naďalej zohrávať jadrové a tepelné elektrárne. Obnoviteľné zdroje okrem veľkých vodných elektrární budú v najbližšom období stále iba doplnkovými zdrojmi najmä s lokálnym a regionálnym významom. Reálny rozvoj obnoviteľných zdrojov bude možný iba za predpokladu účinných podporných legislatívnych a ekonomických opatrení ako sú: stimulačné výkupné ceny, štátne a regionálne dotácie, mäkké investičné úvery pri výstavbe zariadení, celoštátne podporné programy, podpora domácej výroby zariadení, daňové úľavy a silná podpora výskumu.

Slovensko má tiež veľké možnosti v podobe geotermálnej energie vôd v rôznej hĺbke a teplote pod povrchom zeme. V súčasnosti sa na Slovensku využíva geotermálna energia v 36 lokalitách s celkovým tepelným výkonom 130 MW, pričom z celkového technicko-energetického potenciálu je využitých len asi 2,3 %. Optimálne využitie zdrojov s teplotou blízkou 100 °C je výroba elektrickej energie v mieste vrtu a následné vykurovanie príľahlých obcí zostatkovým teplom.

(<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3983&h=8&th=56>)



Obr.1.3.3.1 Percentuálne zobrazený súčasný stav využívania zdrojov energie v SR (www.tzb-info.cz)



Obr.1.3.3.2 Technický využiteľný potenciál zdrojov energie v SR (www.tzb-info.cz)

1.3.4 Bariéry využitia obnoviteľných zdrojov vo svete

Napriek tomu, že potenciál slnka, vetra, vody a biomasy je „nevyčerpatel'ný“, všetky spomenuté druhy energie sa vyznačujú malou energetickou hustotou na jednotku plochy/objemu. Problémom je odhad technicky a ekonomicky využiteľného potenciálu. Prístupov je veľa, dostupné údaje nie sú postačujúce, a preto sa odhady líšia. Na definovanie správnych politických a ekonomických opatrení treba integrovať dostupné

metodiky, analyzovať využiteľný potenciál na všetkých úrovniach a určiť vhodnosť lokalít.

V ekonomikách s rozvinutou energetickou infraštruktúrou systémy na báze OZE v počiatkovej etape nie sú schopné úplne konkurovať výrobe energie z fosílnych palív a jadra. V prípade malých vodných elektrární, vetra a biomasy sa blíži cena vyrobenej kWh v optimálnych prírodných a ekonomických podmienkach cene konvenčných technológií. Treba znížiť investičné náklady na jednotku vyrobenej energie a dlhú ekonomickú návratnosť.

Energetická návratnosť (energy pay-back time) je jedným z tradičných argumentov oponentov OZE. Vyskytujú sa aj názory, že na výrobu, inštaláciu, údržbu a likvidáciu technológií využívajúcich vietor a slnko treba vynaložiť viac energie, ako sú schopné počas svojho životného cyklu (20 – 25 rokov) vyrobiť. Na výrobu rovnakého množstva energie, ako sa vložilo do veterných turbín (v závislosti od geografických a klimatických podmienok) treba 3 – 8 mesiacov. Súčasná fotovoltická systémy pripojené do siete v stredoeurópskych podmienkach dosiahnu energetickú návratnosť o 4 – 5 rokov (vývojové trendy indikujú, že v priebehu 15 rokov možno tento čas skrátiť o polovicu).

Okrem ekonomických sú dôležité aj štrukturálne bariéry. Súčasná ekonomická a sociálne systémy sú založené na centralizovanom spôsobe výroby elektrickej energie. Dôležitým prvkom úspechu je integrácia OZE do existujúcich energetických štruktúr. Pre systémy na báze vetra a slnka je typická časová a geografická fluktuácia, pričom jej časť má charakter deterministický (striedanie dňa a noci, sezónne zmeny) a časť variability má stochastický charakter. Podiel OZE na výrobe elektriny ani v krajinách, ako je Rakúsko, Nemecko a Dánsko v súčasnosti neovplyvňuje kvalitu distribúcie. Zvyšovanie podielu OZE nad určitú hranicu (v závislosti od klimatických podmienok v prípade veternej energie približne nad 10 %, slnečnej nad 8 %) bude vyžadovať zvýšené náklady na vybudovanie doplnkových systémov, zmenu filozofie budovania a prepojenia prenosového distribučného systému, ktorý musí byť oveľa flexibilnejší.

Náklady na výrobu elektriny z obnoviteľných zdrojov v porovnaní s výrobnými a spotrebiteľskými cenami elektriny z konvenčných technológií. Kalkulácia vychádza z porovnania vyžadovaných investícií (pri úrokovej sadzbe 6 % a životnosti systému 15 – 25 rokov) a energie vygenerovanej systémom. Najnižšie hodnoty reprezentujú optimálne podmienky, t. j. osvedčenú a optimalizovanú technológiu a bohaté energetické zdroje. (Bohunická, D. 2007)

1.3.5 Bariéry využitia obnoviteľných zdrojov na Slovensku

Počas predvstupových rokovaní do EU SR prijala záväzok zvýšiť podiel výroby z OZE do roku 2010 na 19 % a podiel OZE na celkovej spotrebe PEZ na 10 %. Doteraz nebol na Slovensku vytvorený ucelený legislatívny a koncepčný rámec systematicky podporujúci produkciu palivovej drevnej biomasy na lesných a nelesných pôdach a jej energetické využívanie. Rovnako nebol vytvorený resp. efektívne realizovaný systém finančnej podpory pre producentov palivovej drevnej biomasy, jej spotrebiteľov, výrobcov technológií, vedy a výskumu v tejto oblasti. Tieto skutočnosti majú veľký podiel na zaostávaní Slovenska vo využívaní OZE.

Hlavné príčiny zaostávania Slovenska v oblasti energetického využívania OZE

- veľmi pomalé prijímanie legislatívnych opatrení podporujúcich využívanie OZE
- absencia alebo nepoužívanie priamych a nepriamych finančných mechanizmov podporujúcich využívanie OZE
- pomalá liberalizácia cien základných palív a energie
- ignorovanie OZE (okrem vodnej energie) v doterajších štátnych a regionálnych energetických koncepciách
- závislosť na dovozoch technológií a cenový diferencál medzi domácimi a zahraničnými cenami palív a energie
- nedostatok vlastných finančných zdrojov u potenciálnych užívateľov, resp. nevýhodnosť bankových úverov

Hlavné faktory ovplyvňujúce doterajší vývoj energetického využitia drevnej biomasy a ostatných OZE na Slovensku a v zahraničí:

- množstvo vlastných zásob fosílnych palív
- domáci využiteľný potenciál drevnej biomasy vhodnej pre energetické využitie
- štátna energetická politika a jej vzťah k využívaniu OZE
- miera rozvoja výrobných technológií potrebných na produkciu
- spracovanie a energetické využitie drevnej biomasy.

Hlavné faktory ovplyvňujúce budúci vývoj produkcie a využívanie palivovej drevnej biomasy z lesnej a nelesnej pôdy v podmienkach SR:

- lesnatosť územia, zásoby dreva a sortimentová štruktúra ťaženého dreva,

- vývoj domácich drevospracovateľských kapacít a cien jednotlivých sortimentov dreva,
- vývoj spotreby a cien palív a energie,
- energetická politika SR, najmä v oblasti využívania OZE a vývoj na zahraničných trhoch.

Pre zvýšenie energetického využívania drevnej biomasy do roku 2013 na úroveň súčasného využiteľného potenciálu, ktorý pokryje 5 až 6 % domácej spotreby prvotných energetických zdrojov je potrebné realizovať tieto opatrenia:

- Podporovať producentov palivovej drevnej biomasy za účelom zvýšenia udržateľnej produkcie, tvorby a stabilizácie trhu s týmto palivom realizáciou priamych a nepriamych finančných opatrení.
- Zlepšovať možnosti alternatívneho využitia nelesných pôd na produkciu palivovej a priemyselne využiteľnej biomasy formou legislatívnych a finančných podporných opatrení.
- Zlepšovať podmienky pre kombinovanú výrobu elektrickej energie a tepla z drevnej biomasy v jestvujúcich a perspektívnych energetických zariadeniach najmä formou zvýšenia výkupných cien elektriny do verejnej siete a vytvorenie stabilného prostredia.
- Podporovať projekty výstavby tepelných zdrojov na báze drevnej biomasy formou finančného príspevku na krytie nákladov na prípravu a realizáciu projektov s cieľom vytvorenia siete spotrebiteľov schopných efektívne využívať zdroje drevnej biomasy.

Podporovať výskumné a vývojové aktivity súvisiace s produkciou a energetickým využívaním drevnej biomasy a tiež ekonomickými a ekologickými dôsledkami jej využívania. (Trenčiansky, M., – Lieskovský, M., – Oravec, M. 2007)

1.4 Biomasa

Získavanie energie z biomasy je jednou z najstarších energetických technológií využívaných ľudstvom. Biomasa bola využívaná na zabezpečenie tepla a svetla už v dobe kamennej a na nasledujúcich viac ako 400 000 rokov sa stala najdôležitejším zdrojom energie. S nástupom využívania fosílnych palív a elektrifikácie v moderných krajinách, biomasa stratila svoje vedúce postavenie. V rozvojových krajinách však zostáva naďalej hlavným energetickým zdrojom. S ohľadom na negatívne dopady využívania fosílnych palív na životné prostredie a neobnoviteľnosť týchto zdrojov, dostáva biomasa druhú šancu stať sa opäť dôležitým energetickým zdrojom. V blízkej budúcnosti bude zastávať významné miesto v palivovo-energetickej základni aj v rozvinutých krajinách, vrátane Slovenska. Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využitie, ktorý sa tvorí vo voľnej prírode, alebo je vyprodukovaný činnosťou človeka. Je to konzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Tá, či už ako drevo, rastliny alebo iné poľnohospodárske zvyšky, vrátane exkrementov úžitkových zvierat, dokáže poskytnúť užitočné formy energie – elektrickú energiu, teplo i kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa patrí medzi najvýznamnejšie obnoviteľné energetické zdroje a je významným energonosičom, ktorý môže do značnej miery nahradiť fosílna palivá. Zároveň je to domáci energetický zdroj, ktorého objem produkcie paliva a cenu (vzhľadom na to, že u nás sa už takmer vyrovnala cene v krajinách západnej Európy) možno dostatočne presne predpokladať do budúcnosti. Jej význam spočíva v pomerne významných zdrojoch, v možnostiach jej skladovania a hlavne v zlepšení bilancie emisií CO₂. Chemické zloženie biomasy sa medzi jednotlivými rastlinnými druhmi líši, v priemere rastliny obsahujú asi 25% lignínu a 75% uhlíkovodíkov alebo cukrov. Uhlíkovodíková zložka pozostáva z mnohých molekúl cukrov spojených do dlhých reťazcov polymérov. Dve významné zložky uhlíkovodíkov sú celulóza a hemi-celulóza. Príroda využíva dlhé polyméry celulózy na stavbu vlákien, ktoré dávajú rastlinám potrebnú pevnosť. Lignínová zložka pôsobí ako lepidlo, ktoré drží spolu celulózové vlákna. Biomasa má nezastupiteľnú úlohu v znižovaní skleníkových plynov, z ktorých najvýznamnejší je CO₂. Vegetáciou rastlín dochádza k odčerpávaniu CO₂, čím dochádza k znižovaniu jeho koncentrácie v ovzduší. Biomasa má význam nielen ako zdroj energie, ale môže mať rovnako dôležité a rozhodujúce postavenie v sociálno-

ekonomických aspektoch, hlavne na vidieku, pretože má možnosti vytvárať veľké množstvo nových trvalých pracovných príležitostí a súčasne zabezpečuje aj údržbu krajiny. Najväčšie množstvo energie sa spotreboáva práve na teplo, viac ako na elektrinu alebo dopravu. Biomasa má obrovský potenciál nárastu a je schopná nahradiť podstatné množstvo fosílnych palív a elektriny v súčasnosti používaných na vykurovanie. (Bohunická, D. 2007)

Biomasu z hľadiska pôvodu delíme na:

- rastlinnú biomasu, ktorú môžeme ďalej deliť na:

- a) dendromasu – drevná biomasa
- b) fytomasu – jednoročné rastliny
- živočíšnu biomasu – zoomasu
- komunálne a priemyselné odpady.

Podľa zdroja vzniku môžeme biomasu rozdeliť na:

- lesnú biomasu – palivové drevo, konáre, pne, korene, piliny
- poľnohospodársku biomasu

- a) fytomasu – napr. obilná slama, obilie, konope atď.
- b) živočíšnu biomasu – (zoomasu) – napr. exkrementy, odpady
- priemyselné a komunálne odpady

Z hľadiska energetického využitia sa biomasa rozdeľuje na:

- biomasu zámerne pestovanú na tento účel
- a) rýchlorastúce dreviny (topoľ, vŕba)
- b) energetické rastliny s vysokým obsahom cukru na výrobu alkoholu (cukrová repa, zemiaky, obilie, atď.) a bionafta (repka olejná)
- biomasa odpadová
- a) drevo a drevný odpad z lesného hospodárstva (palivové drevo, kôra, haluzina, pne, atď.) a z drevospracujúceho priemyslu (odrezky, hobliny, piliny)
- b) rastlinné odpady z poľnohospodárskej prvovýroby a údržby krajiny (kukuričná a obilná slama, repková slama, ostatky po likvidácii krovín, seno, ostatky z viníc a sádov, atď.)
- c) odpad zo živočíšnej výroby (exkrementy z chovu hospodárskych zvierat, ostatky krmovín, atď.)
- d) komunálne organické odpady (kaly z odpadových vôd, organický podiel z tuhých komunálnych odpadov, atď.)

e) organické odpady z potravinárskych výrob (odpady z mliekarní, mäsokombinátov, liehovarov a konzervární)

1.4.1 Biomasa vo svete

Z hľadiska svojej perspektívy je biomasa považovaná za kľúčový obnoviteľný zdroj energie a to tak na úrovni malých ako i veľkých technologických celkov. Už dnes sa podieľa asi 14 % na celosvetovej spotrebe primárnych energetických zdrojov. Avšak pre tri štvrtiny obyvateľstva Zeme, žijúcich prevažne v rozvojových krajinách, je najdôležitejším palivovým zdrojom. V priemere jej podiel na spotrebe energie v týchto krajinách predstavuje asi 38% (v niektorých krajinách až 90%). Je možné predpokladať, že pri raste populácie a znižovaní rezerv fosílnych palív bude jej význam vo svete ďalej narastať.

Biomasa je dôležitým zdrojom energie v rozvinutých krajinách. V USA toto palivo pokrýva viac ako 4% spotreby primárnej energie (teplo, elektrina, kvapalné palivá a i.) - je to približne toľko energie, koľko sa jej vyrába v jadrových elektrárnach. V Kanade 8% a vo Švédsku 14%. Na území Rakúska je vybudovaných cca. 200 – 300 tepelných zdrojov na spaľovanie biomasy. Centralizované zdroje sa budujú nielen v mestách, ale aj v obciach s rodinnými domami. Človek tak nemusí mať starosti s kotlom, či komínom, nemusí každý rok volať servisného technika, ale každý objekt má nainštalovanú modernú kompaktnú odovzdávaciu stanicu. Tu je možné individuálne naprogramovanie času dodávky a množstva odobraného tepla, nezávisle na iných odberateľoch. Možnosť merania spotreby totiž nezávisí od zdroja tepla. Takisto ako sa meria plyn, dá sa merať aj odobraté teplo.

Tab.1.4.1.1 Svetová biomasa základne údaje

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)

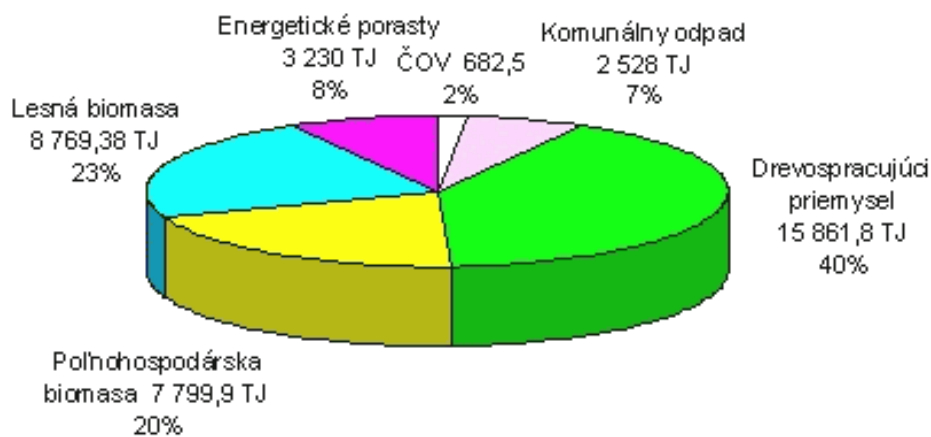
Biomasa sa podstatne líši od iných zdrojov energie, pretože potrebuje pre svoj rast pôdu. Vo všeobecnosti je možné povedať, že prirodzená produkcia biomasy je asi 5 ton na každý hektár za rok pre drevité rastliny. Túto hodnotu je však možné podstatne zvýšiť zlepšeným hospodárením a výberom rastlín. Napr. 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/rok. Veľmi vysoká produkcia suchej rastlinnej hmoty bola získaná v Brazílii a Etiópii z eukalyptu a to až 40 t/ha/rok. Vysoké výťažky sú tiež možné z bezdrevných rastlín napr. priemerná produkcia cukrovej trstiny vzrástla za posledných niekoľko rokov z 47 na 65 t/ha/rok (vrátane vlhkosti). Rekordná produkcia až 100t/ha/rok bola dosiahnutá v niektorých oblastiach ako sú Južná Afrika, Hawaii alebo Queenslande v Austrálii.

1.4.2 Biomasa na Slovensku

Na Slovensku je využitie biomasy perspektívne najmä preto, že vo väčšine prípadov sa jedná o využitie hmoty, ktorá by inak bola iba bezcenným odpadom, za ktorého likvidáciu treba platiť. Slama ktorá hnieje na poliach, nevyužitý odpad v drevospracujúcom priemysle, hektáre znehodnotenej poľnohospodárskej pôdy, kde by mohli rásť energetické rastliny - to všetko predstavuje veľký potenciál čistého lokálneho a ekonomického zdroja energie. Teda zdroja, ktorý neprispieva k znečisťovaniu ovzdušia, globálnemu otepľovaniu a za ktorého dovoz netreba platiť miliardy, jednoducho preto, že už je tu. (<http://www.stefe.sk/menu/?b=16>)

V porovnaní s inými obnoviteľnými zdrojmi na Slovensku predstavuje biomasa po solárnej a geotermálnej energii zdroj s tretím najvyužiteľnejším potenciálom. Odhady celkového využiteľného potenciálu biomasy (lesnej aj poľnohospodárskej) sa pohybujú od 75,6 PJ (resp. 21 TWh) až po 120,3 PJ (resp. 33,4 TWh). Z hľadiska technicky využiteľného potenciálu (t.j. potenciálu, ktorý sa dá využiť po zavedení dostupnej technológie a je limitovaný administratívnymi, legislatívnymi a environmentálnymi prekážkami, a nielen prekážkami ekonomickými) pripadá na biomasu jednoznačne najväčší podiel medzi OZE, čo je takmer 60 %. Technicky využiteľný potenciál biomasy predstavuje teoreticky ročne až 15% hrubej domácej spotreby energie na Slovensku. Problémom pri objektívnom určení technicky

využitelného potenciálu biomasy na Slovensku (ale aj ďalších OZE) je však nejednotnosť údajov a chýbajúca jednotná metodika na jeho výpočet. Aj napriek relatívne veľkému technicky využiteľnému potenciálu biomasy na Slovensku a súčasnému nízkemu stupňu jej využívania je potrebné brať do úvahy, že rozvoj „biomasového priemyslu“ závisí od spoľahlivosti dodávok a cien vstupnej suroviny na výrobu paliva ako aj rastu dopravných nákladov a dostupnosti biomasy z hľadiska terénu. Podľa návrhu Programu vyššieho využívania biomasy a slnečnej energie v domácnostiach, by na Slovensku mohlo byť v najbližších rokoch priamo vytvorených 1500 pracovných miest. Tento počet zahŕňa počet pracovných príležitostí v oblastiach pestovania, ťažby, zberu, spracovania a samotného využívania biomasy, výroby a využívania bioplynu. Počet pracovných príležitostí sa môže zvýšiť o ďalších 3000 v prípade, ak sa do nej započíta aj výroba zariadení na využívanie biomasy. (Sluka, L. 2009)



Obr.1.4.2.1 Technicky využiteľný potenciál biomasy v SR (www.tzb-info.cz)

2 Rýchlorastúce dreviny

2.1 Charakteristika rýchlorastúcich drvín

Výsadba rýchlorastúcich drevín určených na energetické využitie je možnosť ako využiť málo produktívne poľnohospodárske pôdy alebo iné nelesné pozemky. Rýchlorastúce dreviny sa vyznačujú krátkou rubnou dobou a s hmotným prírastkom významne prevyšujúcim priemerný prírastok ostatných drevín. Výhoda rýchlorastúcich drevín oproti lesom spočíva najmä v krátkej dobe medzi výsadbou a ťažbou. Pohybuje sa medzi 2 až 5 rokmi a výsadba je obnovovaná až po 20 – 30 rokoch. Ďalšou výhodou týchto drevín je vysoký ročne vyprodukovaný objem biomasy. Parametre, ktoré sú rozhodujúce pre výber rýchlorastúcich drevín ich dostupnosť, vhodnosť pre daný typ pôdy i podnebia a potenciálna výťažnosť z hektára za rok (t.ha-1 za rok). Výťažnosť je najdôležitejším ukazovateľom napr. vŕby pestované v našich podmienkach môžu dosiahnuť až 15 ton suchej hmoty na hektár za rok. Prírastok niektorých vŕb sa pohybuje od 2 do 3 m³ za rok (2 až 3 cm denne v letnom období). Pestovanie rýchlorastúcich drevín sa uplatňuje hlavne v oblastiach s miernym podnebím na pôdach z dobrou zásobou vody a živín. V horších klimatických podmienkach nie je záruka dobrých výnosov. Vhodné pôdy na pestovanie rýchlorastúcich drevín sú najmä pôdy v lokalitách, ktoré sú zaťažené imísiami, kde je obmedzené pestovanie plodín pre potravinárske účely. Pre efektívne pestovanie rýchlorastúcich drevín sú hlavné:

- extrémne vysoký rast rastlín v mladosti
- výborné obrastajúce schopnosti
- znášateľnosť konkurencie bez zásahov
- odolnosť proti škodcom a chorobám
- pozemok prispôsobený na mechanizačné spracovanie
- mocnosť ornice minimálne 30 cm, optimálne 70 cm
- hodnota pH minimálne 5,5
- vysoká hladina spodnej vody (60 – 120 cm, nesmie klesnúť pod 2 m)

Pri zakladaní plantáží rýchlorastúcich drevín je nutné voliť vhodné klony pre konkrétne miesta a regióny. Ekonomiku pestovania môže ovplyvniť viacero okolností a to najmä spôsob zberu, stupeň zarastenia pozemku burinou, ošetrovanie proti škodcom a hubovým ochoreniam, úrodnosť pôdy, nadmorská výška, výnos. Zber rýchlorastúcich drevín sa uskutočňuje v zimných mesiacoch, keď je pôda zamrznutá, vetvy sú bez listov a sušina drevín je najvyššia približne 50 %. Na Slovensku pre jeho klimatické a pôdne podmienky sa ukazuje ako najvhodnejšie pestovanie nasledovných druhov rýchlorastúcich drevín:

- topole, vrbý (v Slovenskej republike overené),

- pajasene, bresty (v Slovenskej republike overené),

- jelše, lipy, liesky, jarabiny, brezy, smrekovce (pre Slovenskú republiku sa ukazujú ako veľmi perspektívne).

Pestovanie rýchlorastúcich drevín je u nás najmä vo výskumnej rovine. Z pestovania topoľov sú najčastejšie domáce čierne, biele a sivé topole, euroamerické hybridy, americké čierne topole, interamerické hybridy a balzamové topole (priemerný ročný prírastok sa pohybuje cca 15 t.ha⁻¹) . V rámci vrb sa overujú stromové a krovité formy. Na typických vrbových stanovištiach sa dosahujú najlepšie výsledky s pestovaním stromových foriem *Salix alba*, ktoré sú autovegetatívnym potomstvom výberových stromov z inundácie Dunaja. Z krovitých foriem sú vhodné klony *Salix viminalis* a *Salix purpurea* Gabčíkovo (minimálny ročný prírastok v suchom stave je 15 t.ha⁻¹). Zaujímavý z pestovného hľadiska je aj agát biely (najrozšírenejšia introdukovaná drevina), vyznačuje sa intenzívnym rastom, bohatou koreňovou a pňovou výmladnosťou a netrpí na hubové ochorenia (prírastky v suchom stave 6 – 10 t/ha/rok). (Malcho M. – Jandačka, J. 2007)

2.1.1 Energetické plantáže lesných drevín

Energetické porasty rýchlorastúcich drevín (topoľ, vrba, agát, osika, jelša), jednoročných a viacročných energetických plodín tvoria perspektívny zdroj palivovej biomasy. Energetické porasty možno zakladať na plochách nevhodných pre klasickú poľnohospodársku a lesnícku produkciu, na pôdach dočasne vylúčených

z poľnohospodárskej výroby, pôdach kontaminovaných, vhodných len na produkciu pre nepotravinárske účely a tiež na zdevastovaných plochách v priemyselných aglomeráciách. V Slovenskej republike boli v rokoch 2000 – 2007 vykonanou rajonizáciou území vhodných pre pestovanie energetických lesov podľa BPEJ (stupne kvality bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek) vybrané vhodné lokality s výmerou 8 400 ha na lesnom pôdnom fonde a 37 000 ha poľnohospodárskych pôd, kde je predpoklad pri veľmi krátkej dobe obratu 3 – 5 rokov dosahovať priemerný prírastok okolo 10 ton sušiny ročne. Pre overovanie možností produkcie sú založené pokusné porasty šľachtených topoľov, vrb a agáta, ktoré potvrdzujú reálne možnosti využívania takto základaných energetických porastov.

(<http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/A2895598C3DDFC36C1256F2000364B9E?OpenDocument>)

V roku 2003 bolo podľa pokynu MP SR započaté vyčleňovanie energetických porastov listnatých drevín, najmä agáta a topoľa šľachteného v nížinných a pahorkatinných oblastiach Slovenska, ktorých obhospodarovanie bude orientované na pestovanie dendromasy pre energetické využitie s celkovým rozsahom 10 – 12 tis. ha. Takto vyčlenené energetické porasty môžu produkovať 220 tis. ton dendromasy ročne.

Očakávané výrazné zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov energie na celkovej spotrebe PEZ a využívanie málo produktívnych poľnohospodárskych pôd na pestovanie energetických porastov vytvára predpoklad podstatného nárastu potenciálu energeticky využiteľnej biomasy na Slovensku. Zároveň bude možné podporiť ďalší rozvoj trhu s palivovou dendromasou. Použitie palivovej dendromasy z energetických porastov sa predpokladá v komunálnej sfére, v energetike, v lesníctve, v poľnohospodárstve a pod. Energetické porasty účelovo založené na maximálnu produkciu biomasy budú plniť aj ostatné funkcie, najmä pôdochrannú, protieróznu a čiastočne aj krajínovornú. (<http://www.agroporadenstvo.sk/oze/legislativa/uznesenie.htm>)

2.1.2 Biomasa z energetických plantáži

Energetické lesy sú charakterizované extrémne krátkou rubnou dobou (ťažba v 3–4 ročných intervaloch) a vysokou hustotou porastu s dôrazom na maximálnu produkciu dendromasy (nadzemná časť bez asimilačných orgánov). Nový porast vyrastá po každej ťažbe z pôvodných pňov. Týchto cyklov je v energetických lesoch obyčajne

päť. Po poslednej ťažbe nasleduje vyklčovanie pňov a koreňovej sústavy, celoplošná príprava pôdy a vysadenie nového porastu. V stredoeurópskych podmienkach majú najväčší praktický význam topole, stromové a krovité formy vrb a agát biely.

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 vlozenej energie je zvyčajne 5:1. (www.ekoenergie.sk/files/biomasa.doc)

V niektorých krajinách sú energetické lesy pestované už niekoľko desaťročí (Brazília), ale najčastejšie sa začína s ich pestovaním v malom, skúšobnom rozsahu, až v deväťdesiatych rokoch, ako možnosť využitia prebytočnej poľnohospodárskej pôdy. V súčasnosti sa vo svete využíva asi 100 miliónov hektárov pôdy na pestovanie rýchlorastúcich drevín. Väčšina týchto stromov sa využíva v drevospracujúcom priemysle. Parametre, ktoré sú rozhodujúce pri výbere rýchlorastúcich drevín sú ich dostupnosť, vhodnosť pre daný typ pôdy i podnebia a potenciálny výťažok z hektára za rok (ton/ha/r). (www.ekoenergie.sk/files/biomasa.doc)

V Európe sú energetické lesy najviac rozšírené vo Švédsku, kde je vyše 16 000 ha a to najmä vrbových plantáží. Pestujú kríkové druhy vrb, dorastajúce do výšky 5 až 7 m. Vrba je hlavnou energetickou drevinou aj v Dánsku a Veľkej Británii. Vo Veľkej Británii začali energetické lesy vysádzať začiatkom deväťdesiatych rokov ako demonštračné objekty na juhu Anglicka. V strednej Európe (Rakúsko, Nemecko) sa na experimentálnych plantážach pestujú najmä topole, v južnej Európe (Taliansko) agáty.

Tab.2.1.2.1 Európske rýchlorastúce lesy (www.biomasa.sk)

Drevina	Vrba	Topoľ	Agát
Počet rastlín na hektár (ks)	18 - 25 000	10 - 15 000	8 - 12 000
Rubná doba	3 - 4	1 - 3	2 - 4
Priemer d 1,3 (mm)	15 - 30	20 - 50	20 - 40
Priemerná výška (m)	3,5 - 5,0	2,5 - 7,5	2,0 - 5,0
Priemerná zásoba (čerstvé t/ha)	30 - 60	20 - 45	15 - 40
Vlhkosť (%)	50 - 55	50 - 55	40 - 45
Oblasť pestovania	Škandinávia, V. Británia	stredná Európa	južná Európa

2.2 Pôdy pre pestovanie rýchlorastúcich drevín

2.2.1 Pôdy pre pestovanie rýchlorastúcich drevín v SR

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:

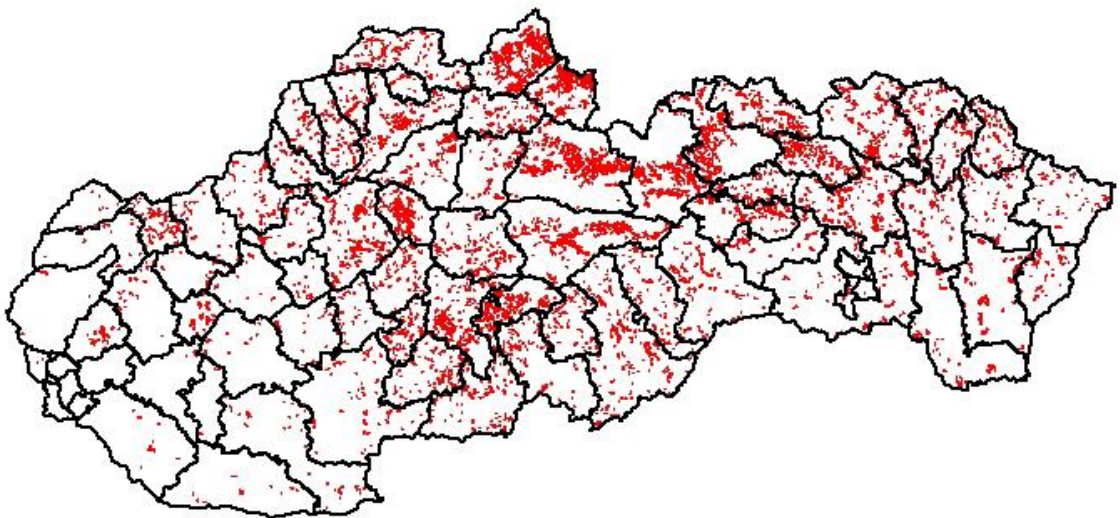
A: spĺňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín

B: spĺňajú podmienky a podopatrenia 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

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

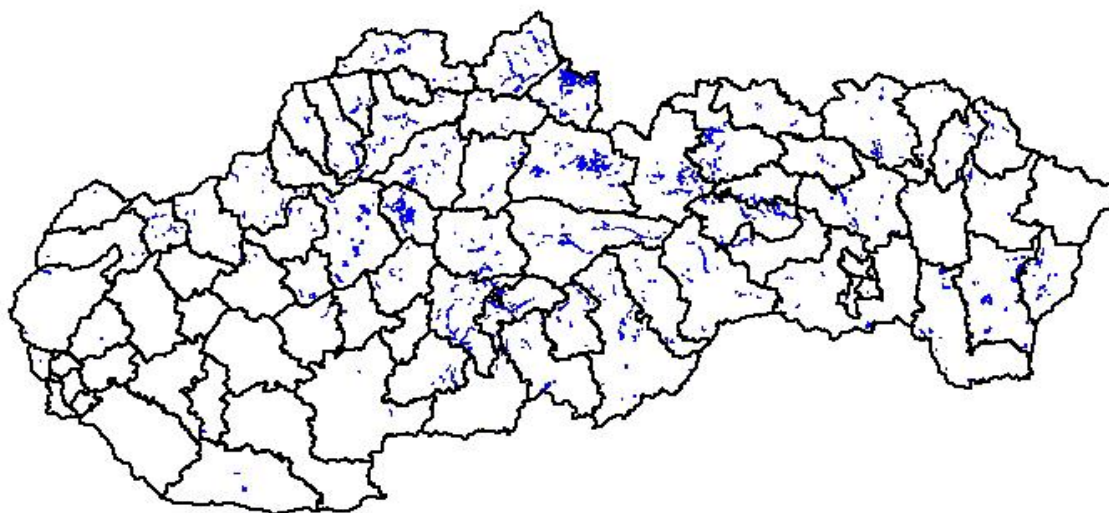
Variant A



Obr. 2.2.1.1 Splňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín

(www.podnemapy.sk)

Variant B



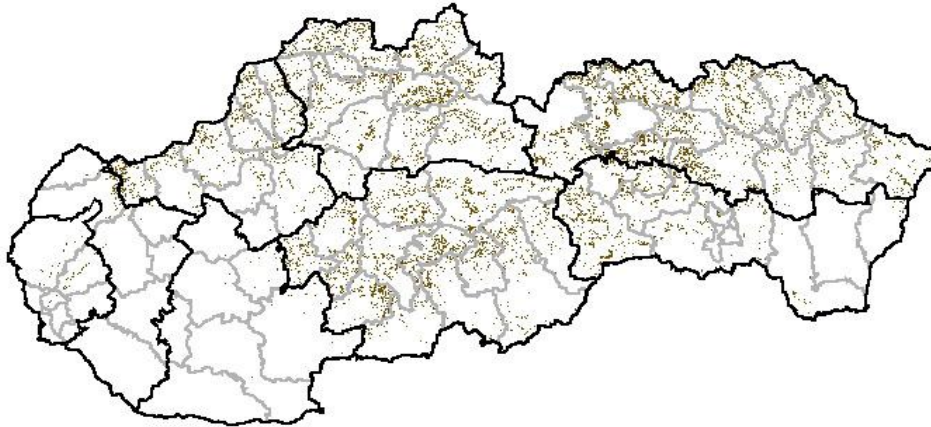
Obr. 2.2.1.2 Splňajú podmienky a podopatrenia na podporu založenia porastov rýchlorastúcich drevín v rámci Programu rozvoja vidieka SR (www.podnemapy.sk)

2.2.2 Poľnohospodárska pôda vhodná pre pestovanie rýchlorastúcich drevín

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. vrbá, 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. Rýchlorastúce dreviny zároveň dokážu ročne vyprodukovať väčší objem biomasy na rovnakej ploche.

Parametre, ktoré sú rozhodujúce pri výbere rýchlorastúcich drevín sú ich dostupnosť, vhodnosť pre daný typ pôdy i podnebia a potenciálny výťažok z hektára za rok (ton/ha/r). Výťažok je najdôležitejším ukazovateľom a pre vrby pestované v našich podmienkach môže dosiahnuť 15 ton suchej hmoty na hektár za rok. Prírastok niektorých vrb 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. (<http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/multifunkcne/dreviny.aspx>)



Obr.2.2.2.1 Poľnohospodárska pôda vhodná pre pestovanie rýchlorastúcich drevín (www.podnemapy.sk)

2.3 Technika a technológia pri zakladaní energetického porastu vrby

a) Výber lokality

Zakladaniu energetických porastov predchádza výber lokality. Na lesnej pôde sa opierame o údaje z lesných hospodárskych plánov, ktoré v prípade potreby sa doplnia o údaje týkajúce sa vlastností pôdy. Na poľnohospodárskej pôde sa musí do zóny budúceho vývoja koreňového systému vykonať rozbor mechanických a chemických vlastností pôdy. Bez znalostí pôdnych pomerov nie je možné zakladať energetické porasty.

b) Príprava plochy

Na plochách kde je veľký výskyt tráv, burín a krovín je najvhodnejšie ich mulčovanie. Ak sa na ploche nachádzajú hrubšie mladiny, alebo zvyšky porastu ako sú konáre a menšie pníky, je vhodné použiť lesnú frézu. Následnú prípravu pôdy vykonávame kultivátorom, alebo ťažkými bránami do hĺbky 15 cm.



Obr.2.3.1 Traktorový mulčovač
(www.drevari.sk)



Obr.2.3.2 Lesná fréza
(www.stroje-naradie.sk)

c) Aplikácia herbicídov

Použitie herbicídnych prípravkov je jednou z možností racionalizácie boja s nežiaducou vegetáciou. Účinok ošetrenia spravidla pretrvá minimálne dve vegetačné obdobia. Produktivita práce je v porovnaní s vyžínaním 10 násobne vyššia. Predpokladom úspešného a bezpečného použitia herbicídnych prípravkov je dokonalé poznanie ich vlastností, mechanizmu účinkov, dodržanie technológie ich použitia a zásad bezpečnosti práce. Pri neodbornom a nezodpovednom použití môžu spôsobiť nemalé finančné straty, dokonca ohroziť prírodné prostredie a zdravie ľudí. Zvlášť pri zakladaní a pestovaní intenzívnych porastov, považujeme ich využitie za veľmi efektívne.

d) Príprava pôdy

S prípravou pôdy je vhodné začať rok pred výsadbou. Pri ťažkých pôdach sa odporúča hlboká orba na jeseň pred výsadbou. Pri ľahkých piesčitých pôdach je možné orbu vykonať na jar. Preoranie a skyprenie pôdy umožňuje ľahší rast koreňov. Zem sa pripravuje ako pre obilniny, ale kultivuje sa do väčšej hĺbky. Zvyčajne je to jesenná hlboká orba, na ťažkých ílovitých pôdach sa odporúča hĺbka 30 – 50 cm, aby sa zlepšilo prevzdušnenie pôdy na viac rokov. Následnú úpravu pôdy robíme kultivátorom prípadne bránami. Na zaburinených lokalitách je nutné zabezpečiť odburinenie. Odporúča sa mechanické ošetrenie pôdy pred burinou. V prípade nutnosti chemického ošetrenia prostriedkami Roundup, alebo Flexuron je nevyhnutné dodržať postup prác a časový odstup pred výsadbou odporúčaný výrobcom. Použitie chemických prostriedkov pre veľkoplošné odburinenie sa z dôvodu ochrany prírody a tvorby rezíduí v pôde, ktoré

môžu obmedziť rast RRD aj na niekoľko rokov po aplikácii neodporúča. V odôvodnených prípadoch (veľmi silné zaburinenie, bez možnosti mechanického odburinenia) je možné použiť overené biodegradujúce preparáty napr. Roundup. Pri aplikácii presne podľa doporučených postupov je možné znížiť účinnú koncentráciu na minimum. Napríklad v pokusoch sa vďaka správne načasovaniu aplikácie úspešne obmedzil rast buriny aj s koncentráciou okolo 1 % Roundupu + 0,3 % tekutého dusíkatého hnojiva (doporučené dávky sú 2× až 3× vyššie). Aplikácia Roundupu môže byť uskutočnená jednak v prípravnom roku, alebo taktiež tesne pred výsadbou.

e) Príprava sadbového materiálu

Získanie reprodukčného materiálu

Základným reprodukčným materiálom na zakladanie energetických porastov sú zimné osovú odrezky, ktoré sa bežne získajú: a) z jednoročných sadeníc,

b) z matečníc.

a) Jednoročné sadenice sa zrezávajú v predjarnom období vo výške 3 (5) cm nad zemou. Na výrobu odrezkov je možné použiť len zdravé, zdrevnatené prúty. Z jedného prúta je možné vyrobiť 4 (6) kusov odrezkov. Prúty sa do výroby odrezkov uskladňujú v snehových jamách, alebo v dobre vetraných pivniciach pri teplote 4 (6) °C.

b) V stredoeurópskych podmienkach sa za základný zdroj reprodukčného materiálu (osových odrezkov) považujú matečnice. Matečnice sa zakladajú na sviežich, na živiny bohatých pôdach kvalitnými jednoročnými sadenicami. Výsadba sa realizuje skoro na jar v sponě 1,5 × 1,0, alebo 2,0 × 1,0 m. Sadenice sa po výsadbe zrežú vo výške 80 cm a pestujú sa ako tzv. vysoké, resp. zrežú v 10 cm a ďalej sa pestujú ako nízke. Z jednej matečnice sa medzi 3 až 15 rokom získava každoročne 30 až 35 kusov kvalitných osových odrezkov.

Schéma plantáže

Šírka radov musí byť prispôsobená ťažbovej metóde. Odstup 0,75 m medzi radmi a alternatívne 1,5 m medzi párami radov sa najviac hodí pre väčšinu v súčasnosti používaných strojov. S touto schémou pri rozstupe medzi odrezkami 0,6 m dosiahneme hustotu 15 000 kusov na hektár. Nedávne výskumy ukazujú na možnosť využívania väčšej vysadzovacej hustoty. Dĺžka a šírka bloku sa prispôsobuje prevádzke ťažby.

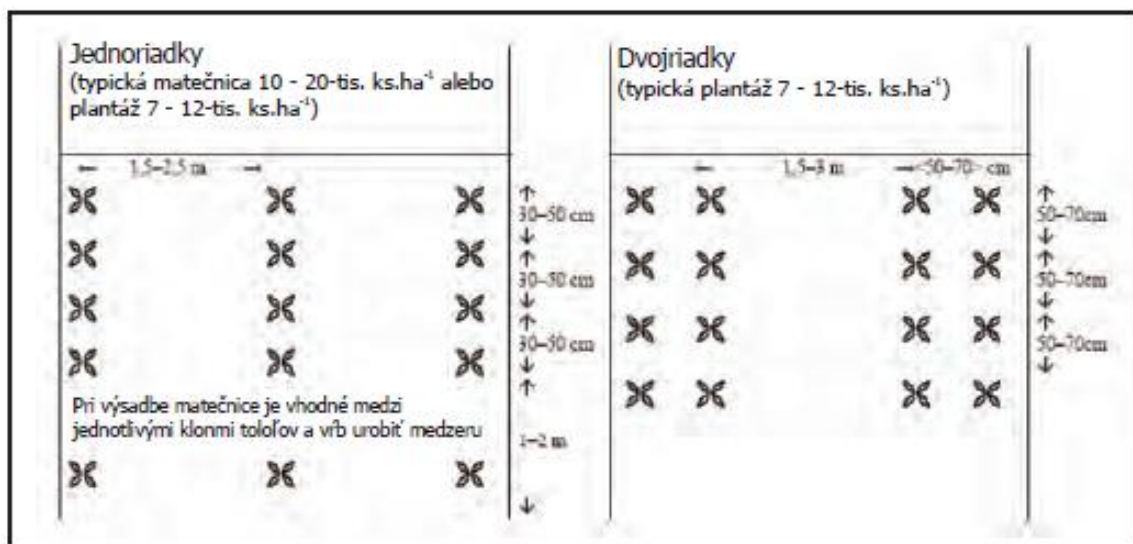
Zvyčajne sa ponechávajú medzery na ploche slúžiace pre príjazdy dopravných prostriedkov. Z dvoch dvojrádov naplní žací stroj zásobník s kapacitou 15 m³ približne na dĺžke 300 m. Ak je materiál ukladaný priamo v zásobníku kombajnu, zatiaľ čo odvozná súprava čaká na okraji poľa, dĺžka plantáže by mala zodpovedať kapacite zásobníka kombajnu. Šírka priestoru na záhlaví poľa musí postačovať na otočenie kombajnu a dopravných prostriedkov (zvyčajne najmenej 6 m). Záhlavie poľa s holou pôdou sa môže stať nepriechodným počas zimného zberu úrody. Tento problém sa môže redukovať zatrávnením. Výbežok s ponechanou koreňovou sústavou môže vytvoriť koberec, poskytujúci dostatočnú oporu mechanizmom aj v zimnom období. Vizuálny vnem plantáže nezapadajúcej do okolitej krajiny je možné zmierniť výsadbou vhodných drevín, prípadne živého plota, ktorý plantáž opticky zmenší. Väčšina kombajnov vyžaduje paralelné rady, ktoré však nemusia byť priamkou.

WEGER, J. (2005) uvádza dve schémy výsadby výmladkových plantáží:

- do jedného radu v sponoch (0,3 – 0,5m) × (1,5 – 2,5m medzi jednotlivými riadkami),
- do dvojrádov v sponoch (0,5 – 0,7m) × (0,5 – 0,7m medzi dvojríadkami).

Pre matečnice je používaný takmer výhradne jednoriadkový spon:

(0,2 – 0,5 m) × (1,5 – 2,5 m medzi jednotlivými riadkami)



Obr.2.3.3 Schématické znázornenie plantáže RRD. (Uvedená schéma výsadby platí pre topole a vrby pri 3 ročnej rotácii. V našich podmienkach sa ako vhodnejšie ukazujú spony 1,5 × 0,8, 1,5 × 1,0 m pri 4, resp. 5-ročnej rotácii). (WEGER, J. 2005)

f) Výsadbový materiál

RRD sa pestujú z odrezkov, ktoré zvyčajne získavame z jednoročných odrezkov. Použitie dvojročných odrezkov je výnimkou. Dvojročné drevo má relatívne menej púčikov, ktoré pučia krátko po vysadení. Ostatné púčiky sa objavujú neskôr, čo dáva možnosť burine presadiť sa v konkurenčnom boji. Pri tradičnom ručnom vysadzovaní, používanom na malých výmerách sadíme odrezky dlhé 180 mm až 200 mm s priemerom 8 mm až 15 mm. Kratšie odrezky môžeme použiť počas vlhších rokov. V prípade, že sa po výsadbe počíta s aplikáciou herbicídov, odrezok sa zasype 0,5 cm vrstvou zeminy. V čase sucha sa ich použitie neodporúča, pretože rýchlo vysychajú. Odrezky sú uchovávané v chladných priestoroch, pri teplote -2°C až 4°C , čo zabezpečí zastavenie všetkých fyziologických procesov. Prenesenie chladných odrezkov na priame slnečné svetlo môže spôsobiť ich znehodnotenie. Ľadové kryštáliky, ktoré vznikli v rastlinných bunkách počas skladovania v chlade, sa musia pomaly roztápať, najlepšie v tieni. Pred dovozom na plantáž je vhodné ich na krátky čas ponoriť do nádrží pri teplote $+2^{\circ}\text{C}$ až $+4^{\circ}\text{C}$. Pri nesprávnom uskladnení trpia odrezky vysychávaním, preto sa môžu prikryvať plastovými fóliami. Časti, ktoré počas skladovania vyschli, pred sadením namáčame.

Najvhodnejším časom na výsadbu odrezkov je skorá jar, najneskôr do 15. apríla. Po tomto termíne klesá uجاتosť v dôsledku sucha, ale sú menšie problémy s burinou. Pred výsadbou je vhodné odrezky dezinfikovať fungicídmi so širokou spektrálnou činnosťou. (ŠMELKOVÁ, Ľ. 2001).

Plochy do výmery 2 ha je ešte efektívne sadiť ručne s použitím železného bodca. V prípade ťažkých pôd je možné nechať časť rezu nad zemou, prípadne zastrkovať rezok šikmo do pôdy. Pri ľahkých piesčitých pôdach rezky zastrkávame celé do pôdy, pri použití mechanizácie je možné ich aj čiastočne zasypať zeminou. Pri porovnávaní prírastkov jednotlivých klonov a spôsobe vysádzania sa nezistil rozdiel medzi uجاتosťou medzi ručnou a mechanizovanou výsadbou (HOFMANN, R. 1998).



Ob



r.2.3.4 Odrezky vrby (www.triplet.sk) Obr.2.3.5 príprava sad. mat. (www.triplet.sk)

g) Výsadba

Vysadzovacie stroje

Vysadzovacie stroje sú zväčša upravené poľnohospodárske prípadne lesnícke mechanizmy, ktoré si vyžadujú prítomnosť dodatočnej obsluhy. Stroje je možné rozdeliť do dvoch kategórií. V prvom prípade sú to stroje, ktoré sú určené pre sadbu pripravených rezkov. Odrezky dlhé 20 cm obsluha vkladá do podávacích diskov a následne sú uložené do brázdy, ktorú prítlačný valec zahŕňa zeminou a stláča. Tento typ stroja môže byť použitý pre jednoradovú, alebo viacradovú výsadbu.

V prípade mechanizovanej výsadby je postup závislý na type sadzača (napr. klasický lesnícky dvojriadkový sadzač za traktor). Postup je zhodný ako pri výsadbe lesných sadeníc. Vždy je však potrebné dodržať zásadu, aby odrezky boli vpichané do 100 % jeho výšky! Pre porovnanie s manuálnou výsadbou je mechanizovaná výsadba oveľa rýchlejšia a pri takomto type stroja sa denný výkon pohybuje okolo 0,5 – 0,7 ha. (WEGER, J. 2005).



Obr.2.3.6 Mechanizovaná výsadba (Trenčiansky, M. 2007)

Stroje ktoré sekajú a hneď aj sadia, sa používajú na veľkých výmerách. Dlhé vrbové prúty sú ručne podávané do mechanizmu, sú tlačené kolmo do pôdy do požadovanej hĺbky a automaticky sekané tesne nad povrchom pôdy. Štvorradový stroj vysadí 20 000 odrezkov na hektár, pri dennom výkone 6 ha až 8 ha. Sadbový materiál je prísne triedený. Prúty musia byť pomerne rovné, aby bol zabezpečený bezproblémový prechod mechanizmom. Hneď po zasadení sa pôda pritlačí tak, ako to ukazuje predchádzajúci obrázok. Vysadený odrezok musí byť utesnený tak, aby pri vyťahovaní kládol zvýšený odpor.



Obr. 2.3.7 Mechanizovaná výsadba a spon pri mechanizovanej výsadbe (www.biom.cz)



Obr.2.3.8 Mechanizovaná výsadba (Trenčiansky, M. 2007)

h) Starostlivosť po výsadbe (prvý rok)

- na jar v roku výsadby je potrebné porast hnojiť fosforom dávkou 20 kg na 1 ha a začiatkom júna po zapojení porastu dusíkom v dávke 60 kg na 1 ha. Po výsadbe je potrebné porast viackrát plečkovať - priebežné odstraňovanie burín (dvakrát, trikrát v prvom roku), kým energetická vrbá nepokryje celkovú plochu prípadne ručne okopať, alebo chemicky ošetriť až do zapojenia porastov, pretože počiatkový rast výhonkov vrbí je pomalší ako rast buriny. V prvom roku podľa ošetrovania, zrážkových pomerov a hnojenia dorastá vrbá do výšky 150-250 cm.

- v zimnom období v prvom roku zrezanie energetickej vrbí od koreňa, ako dovoľuje technika - (technologický rez).

V ďalších rokoch kultivovať už netreba. Hnojenie fosforom je ako v prvom roku. Dávky dusíka by mali byť 90 – 120 kg na 1 ha s rozdelením na dve polovice. Jedna dávka sa aplikuje na jar, druhá koncom júna. Ako zdroj dusíka sa môžu aplikovať aj odpadové splašky, močovka a pod. V tom prípade prihnojovať netreba. Vo Švédsku už slúžia takéto súvislé porasty ako čističky odpadových vôd. Vysadený porast má životnosť 25 rokov a pri dodržaní zásad pestovania sa zberá každé štyri roky (rubná zrelosť), čiže približne 6 zberov. Takýto porast je tvorený kmeňmi o hrúbke 3 – 5 cm, vysoký 500–600 cm takmer bez postranného vetvenia. Z jedného koreňa vyrastá 2 – 6 kmeňov. Produkčná schopnosť tejto vrbí v našich podmienkach sa dosiahla 11,4 – 12,8 t sušiny na 1 ha za rok, čo predstavuje 23 - 25 m³ drevnej hmoty.



Obr.2.3.9 Vrbá 5 mesiacov po výsadbe (www.biom.cz)

k) Zdravotný stav a biotickí škodcovia porastov rýchlorastúcich drevín

Tak ako každá monokultúra aj plantáže RRD sú potenciálne viac ohrozené škodcami a chorobami ako prírodný les. V tejto súvislosti je možné predchádzať napadnutiu vytváraním mozaikovitej štruktúry a kombináciou drevín. To je však vzhľadom na potrebu zachovania vysokej produkcie nie vždy možné. Výhodou mozaikovitej štruktúry zakladania porastov RRD je aj zapadnutie takýchto porastov do štruktúry krajiny. Tu sa vytvára predpoklad vzniku polyfunkčného systému, ktorého význam je zameraný okrem produkcie dendromasy aj na plnenie potrieb ochrany a tvorby krajiny.

Z plôch založených na Slovensku je evidovaný výskyt niektorých druhov roztočov, vošiek a lariev rôzneho druhu počas celého obdobia existencie vrbových porastov RRD. Tieto však poškodzovali listy v zanedbateľnom rozsahu aj to nie celoplošne. Najzreteľnejší bol v každom roku výskyt obalovača *Earias clorana*, ktorý spôsoboval zvinovanie a spleť listov pre zámotok. Bol to však vo všetkých rokoch nepatrný výskyt a nezasahoval ani 0,2 % porastov. Počas sezóny v roku 1999 bol zaznamenaný veľmi silný výskyt lariev a dospelých škodcov typu *Phratora vulgatissima* nazývanej u nás listovka a tiež *Galerucella lineola* – váhavec brestový. Dospelé jedince boli v prvom prípade kovovo sfarbené a v druhom do hneda. Poškodených a zožratých listov koncom augusta bolo 65 – 70 %. V tom roku bol zaznamenaný aj veľký výskyt hrdze *Melampsora*. Pre zaujímavosť treba spomenúť, že okolité prirodzené vrbové porasty boli bez týchto škodcov. Podľa údajov zo Švédska mal výskyt týchto škodcov a chorôb v niektorých podmienkach za následok zničenie porastov na celých výmerách. Uvedená problematika je pri pestovaní týchto druhov drevín rozhodujúcou, preto jej musíme venovať osobitnú pozornosť.

Medzi najvýznamnejšie hubové ochorenia, ktoré napádajú topole najmä v juvenilnom štádiu patrí *Cryptodiaporthe populea*, SACC. Et BUTIN, syn. *Chondroplea populea* SACC. Et BRIAD, anamorfné štádium *Dothichiza populea*. *Dothichiza topoľová* spôsobuje totálne odumieranie kôry, ktoré sa prejavuje postupnou nekrotizáciou. Prejavy ochorenia sú rozdielne a závisia od obdobia vzniku nákazy, veku a miesta vzniku nákazy. Vo všeobecnosti sa ochorenie prejavuje ako vodnaté stmavnutie kôry, pri ktorom dochádza k postupnému zhnednutiu až sčerneniu kôry v oblasti miesta infekcie (LEONTOVYČ, R. 2008).

Dominantné postavenie topoľov a vrb v južných oblastiach Slovenska prináša so sebou špecifické problémy v oblasti hmyzích škodcov. Zástupcovia skupiny drevokazných druhov môžu vo vhodnom prostredí spôsobiť úhyn kultúr. Jedným z najosvedčenejších spôsobov je pravidelná zámerna výsadba klonov, dodržanie technologickej disciplíny a na ucelených plochách s výmerou nad 10 ha aplikácia mozaikovej výsadby. Z ostatných biotických činiteľov prichádza do úvahy poškodzovanie produkčných plôch ohryzom a vytĺkaním lesnou zverou. Pri malých plochách do 1 ha sa porasty RRD môžu stať veľmi atraktívne pre raticovú zver, hlavne v prípade, ak sa už pred vysadením porastu na týchto lokalitách zver zdržovala. Najviac škody napácha zver v prvých mesiacoch, kedy sú ohryzom atakované terminálne pupene drevín.

Králiky dokážu veľmi rýchlo zničiť mladé sadenice, ak sa im umožní prístup na plantáže. Oplotenie tvorí veľkú časť nákladov pri zakladaní plantáže, zvlášť pri menšej rozlohe a nepravidelnom pôdoryse. Drôtené pletivo je obvykle používané s dolnou časťou zaliatou, alebo otočenou horizontálne, aby sa zabránilo zajacom zavítavať sa pod plot. Elektrická sieť je lacnejšia a prináša dobré výsledky, ak je správne namontovaná. Na Slovenku je oplocovanie proti králikom ekonomicky nevýhodné, pretože plochy vhodné na pestovanie RRD sa nezhodujú s oblasťami zvýšeného výskytu králikov. Chemické repelenty boli s úspechom používané, ale ich účinok je len krátkodobý. Zajac tiež poškodzuje mladé vrbové porasty, ale nie v takej miere, aby bolo potrebné zabezpečiť plantáže RRD oplotením (PECHTOR, P. 2003).

Agát biely môžeme zaradiť medzi naše najodolnejšie listnaté dreviny, ktorý s výnimkou extrémne suchých stanovišť odoláva pôsobeniu hubových patogénov a škodcom asimilačných orgánov. V ojedinelých prípadoch sa vyskytuje vírusové ochorenie, ktoré v korunovej časti spôsobuje tzv. metlovitosť. Energetické porasty agáta bieleho obnovované z pňových a koreňových výmladkov vyžadujú pravidelnú kontrolu zdravotného stavu, s dôrazom na hubové choroby na pniakoch eliminujúce počet výhonov.

2.3.1 Zber produkcie plantáží RRD

V prípade zberu sa môžeme stretnúť aj s pojmami ťažba resp. žatva. Keďže sa jedná o problematiku pri ktorej sa prelínajú poľnohospodárstvo a lesníctvo je väčšinou možné oba pojmy pokladať za správne. Zber produkcie z plantáží rýchlorastúcich

drevín sa bežne obmedzuje na zimné mesiace najmä preto, že premrznutá zem umožňuje bezproblémový pohyb ťažkých zberových mechanizmov. Dôvodom je využívanie biomasy, ktoré pri energetickom zhodnotení prevažne na výrobu tepla sa viaže na zimné mesiace. Taktiež dochádza k ochudobňovaniu stanovišťa, lebo práve rozpad listov spôsobuje návrat časti živín odoberaných z pôdy.

V našich klimatických podmienkach sa porasty RRD ťažia pri veľmi krátkej rubnej dobe v časovom intervale 3 – 6 rokov. Kratší časový interval 3 – 4 roky sa odporúča pri rýchlorastúcich vrbach a topoľoch. (WEGER, J. 2005) pokladá tento časový interval v našich podmienkach za minimálny a neodporúča zber produkcie v kratších časových intervaloch. Skôr odporúča uvažovať na niektorých lokalitách o predĺžení cyklu. Jednalo by sa hlavne o lokality ako napr. zamokrené pôdy, mrazové kotliny a vyššie položené lokality. Podľa skúseností maďarských pestovateľov je optimálna rubná doba pri agáte bielom 5 a viac rokov. Za tento čas dokáže drevena plne využiť svoju produkčnú schopnosť a celková efektivita produkcie nadzemnej biomasy je priaznivá.

Podľa skúseností maďarských pestovateľov (RÉDEI, K. 2005, 2006) je rubná doba u agáta bieleho minimálne 8 rokov. (VARGA, L. 2006) pre oblasti južného Slovenska považuje za optimálnu rubnú dobu 10 (12) rokov, pri priemernom ročnom hmotnostnom prírastku 8 t/ha v čerstvom stave.

Zberová technika

Mechanizácia zberu má rozhodujúci význam pre úspešné zvládnutie prác na plantážach RRD. Náklady na zber musia byť porovnateľné s nákladmi pri zbere podobných poľnohospodárskych plodín. Pestovanie plantáží energetických drevín sa dá prirovnať viac k bežnému lesníctvu ako k poľnohospodárstvu. Zber je však úplne novou problematikou, ktorú treba riešiť. Motomanuálna ťažba s použitím krovinorezov, prípadne jednomužnej motorovej píly je čiastočným riešením zberu, ale iba pri malých plochách. Vzhľadom na prácnosť a nutnosť použitia ďalších mechanizačných prostriedkov pre riešenie spracovania a dopravy nie je možné tento systém odporúčať na veľkých plochách. Nemodifikované poľnohospodárske stroje boli vyskúšané s malým úspechom. Preto museli byť vyvinuté špeciálne stroje a na ich zdokonaľovaní sa v súčasnosti intenzívne pracuje. V zásade existujú tri technológie zberu dendromasy z výmladkových plantáží (WEGER, J. 2005).

Zrezanie a zviazanie

Môže byť urobené manuálne alebo mechanizovane. V prvom prípade sa robí ručné rezanie stromov krovinorezom a manuálny presun na okraj plantáže. Tento postup je vhodný iba pre malé veľkosti plantáží, výskumné a testovacie plochy do rozlohy 2 – 3 ha. Pri väčších plochách je pre praktickú realizovateľnosť ťažby nutné používať prídavné zariadenia za traktor (napr. upravenú traktorovú pílu pre podrezávanie stromov), alebo špeciálne stroje, ktoré podrezávajú v danej výške kmene a viažu ich do zviazaníc. Biomasa sa ponecháva buď na okraji plantáže, alebo sa hneď odváža na miesto konečného spracovania. Po vyschnutí na vzduchu (1 – 3 mesiace) sa biomasa štiepkuje. Po preschnutí na vzduchu (agát minimálne 1 mesiac, topoľ, vŕba 3 mesiace) sa biomasa štiepkuje. Takto pripravené štiepky sú dostatočne suché (20 – 30 %), aby mohli byť vhodné pre spaľovanie v zariadeniach s nižším a stredným výkonom. Tento spôsob je náročný na manipuláciu, ale stroje sú jednoduchšie (univerzálne) a ťažby malých plôch je možné zabezpečiť aj bez mechanizácie.

Zrezanie a štiepkovanie

Tento spôsob využíva väčšinou samopojazdné, ale aj ťahané stroje schopné okamžitej výroby štiepok na poli. Takto vyrobené štiepky majú vyššiu vlhkosť, ale manipulácia s nimi a doprava je jednoduchšia. Pre spaľovanie týchto štiepok sú vhodné kotle s výkonom väčším ako 1 MW.

Zrezanie, štiepkovanie a peletovanie

Tento spôsob využíva veľmi ťažké stroje BIOTRUCK schopné okamžitej výroby peliet. Manipulácia a doprava peliet je jednoduchá a takto vyrobené pelety sú vhodné pre spaľovanie v spaľovacích zariadeniach všetkých výkonových tried. Väčšina strojov používa pre rez kotúčovú pílu. Unášacie zariadenie píly často spôsobuje poškodenie hláv RRD a spôsobuje trhliny pod úrovňou rezu – rozštiepenie, čo môže mať za následok vznik chorôb. Neúmerná výška rezu môže spôsobiť rozstrapatenie hlavy pri jej napružení. Kotúčová píla môže vnášať do stroja sneh, následkom čoho sa zvyšuje vlhkosť suroviny. Pôvod týchto strojov je v upravených poľnohospodárskych kombajnoch prevažne určených pre zber cukrovej trstiny. Harvestery používajúce reťazové píly tieto problémy minimalizujú. Časť konštruktérov sa zamerala aj na využívanie strihacích hlavic montovaných na hydromanipulátor. Výsledky zrejme bude možné pozorovať už v blízkej budúcnosti.

Pôvod harvesteru má samozrejme aj vplyv na spôsob jeho použitia. Stroje modifikované zo sériovo vyrábaných sú zväčša spoľahlivejšie, lacnejšie a majú širšiu paletu náhradných dielov ako novo projektované. Na druhej strane modifikácia si vyžaduje určitý kompromis medzi možnosťami stroja a perfektným vyrovnaním sa s požiadavkami na zber. (PECHTOR, P. 2003).



Obr.2.3.1.1 Trojročná vrbá pripravená na harvesting (www.biom.cz)

- zber sa koná mechanizmami, kombajn CLAAS Jaguar, (1 hektár / 2 hodiny)



br.2.3.1.2 Mechanizovaný zber vrbového porastu rezačkou CLAAS Jaguar (www.biom.cz)

Výsledky pestovania

Energetická farma v našich podmienkach produkuje v priemere 60 ton drevnej štiepky z jedného hektára každý tretí rok. Čo sa týka kvality suroviny najlepšie sa to dá charakterizovať jej výhrevnosťou, ktorá sa pohybuje okolo 8-9 GJ/tona pri vlhkosti 50%. Nevyžaduje si kvalitné pôdy, ani pôdy, ktoré sú permanentne pod vodou. Znesie bez negatív dočasné zaplavenie a pretože zber sa koná v zimnom období, keď je zem zmrznutá, dokážete využiť plochy, ktoré nie sú prístupné pre poľnohospodársku výrobu.

Je známe, že vřba pre svoj rast potrebuje vodu, avšak na jej dostatočný rast stačia priemerné ročné zrážky 650 mm, alebo spodná voda nie hlbšie ako 3 metre. Napočítaný zisk z jedného hektára sa pohybuje okolo 600 € ročne, treba si pritom uvedomiť, že pestujeme cieleňú energiu.

(<http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/energeticka-v-ba-ako-zdroj-radosti-zo-sebestacnosti-regionov>)

2.4 Hnojenie odpadovými vodami a aplikácia kalu v porastoch RRD

Pri súčasných cenách dreva v Európe, neponúka konvenčná výroba drevnej štiepky z rýchlorastúcich drevín veľmi priaznivé ekonomické podmienky. Vyššie rentabilné náklady na prevádzku výmladkových plantáží je možné dosiahnuť využitím prebytku z miestnych zdrojov vo forme odpadových vôd a kalu z miestnych čističiek odpadových vôd, ktoré môžu byť na plantáže RRD aplikované pre hnojenie a závlahu, čím sa znížia náklady a na viac sa pridajú možnosti ďalších ziskov vďaka biologickej úprave. Využitím odpadových vôd a kalu sa dosiahne zvýšený rast biomasy RRD, recyklácia živín a redukcia znečistenia upravených vôd. Vrbové a topoľové plantáže sú všeobecne považované za vhodné k využitiu odpadových vôd a kalu. Vřby a topole majú vysoké nároky na vodu a vysoký stupeň evapotranspirácie, plytký koreňový systém s dobrou schopnosťou prekonať anaeróbne podmienky a dobrú schopnosť absorpcie ťažkých kovov hlavne kadmia. (Stupavský, V. 2008)

RRD ako nepotravinárske a nekrmovinárske plodiny nepredstavujú riziko pre prenos ťažkých kovov do potravinárskeho reťazca a preto je nebezpečie, týkajúce sa poškodenia ľudského zdravia ťažkými kovmi minimalizované. Bolo dokázané, že najmä vřby dokážu vyzdvihnúť podstatné množstvo ťažkých kovov z pôdy. Preto množstvo Cd, ktoré sa dostane do pôdy spoločne s kovmi, je vo veľkej miere odstránené pri raste vřb. Nie sú zaznamenané problémy so zápachom či hygienou vďaka predbežnej úprave kalu a odpadových vôd.

Hnojenie odpadovými vodami a aplikácia kalu v porastoch RRD má tieto výhody:

- zvýšenie produkcie biomasy na chudobných pôdach a tým zvýšenie zisku pre poľnohospodára
- zníženie energetických požiadaviek na úpravu N, P a organických látok a tým znižovanie nákladov na celý čistiaci proces

- recyklácia živín komunálnych odpadových vôd a splaškových kalov spoločne s pozitívnym vplyvom na životné prostredie (menej škodlivín vypúšťaných do vodného systému)
- zavlažovanie výmladkových plantáží (najmä v miestach s nedostatočnými vodnými zdrojmi a zrážkami)
- odstránenie ťažkých kovov z potravinárskeho reťazca (najmä keď sú ťažké kovy absorbované v RRD a následne pri spaľovaní štiepky odstránene z popola)

Trvalé využívanie zbytkových produktov na výmladkových plantážach RRD je možné dosiahnuť len v tom prípade, pokiaľ je bezpečný z hygienického hľadiska i voči životnému prostrediu. Preto musí prevádzkovateľ pred a po založení porastu urobiť radu opatrení, ktoré zabránia ohrozeniu ŽP. Z bezpečnostných dôvodov je doporučené používanie predúpravených odpadových vôd a kalu. Špeciálne požiadavky na predbežnú úpravu sú určené často miestnymi orgánmi v súlade so smernicami EÚ a zásadami správneho hospodárenia na poľnohospodárskych pôdach. (Stupavský, V. 2008)

2.4.1 Aplikácia čistiarenských kalov

Čistiarenský kal vzniká pri čistení odpadových vôd a stúpa počet nových systémov a modernizácia nasledovných ČOV vedie k nutnosti zachádzať s odpadovými kalmi postupmi šetrnými k ŽP. Pretože odpadové kaly obsahujú značné množstvo pre rastliny výživných látok, je ich využitie ako hnojiva v poľnohospodárstve metódou, ktorá podporuje recykláciu živín z komunálnych odpadových vôd a kalu. (Stupavský, V. 2008)

Zloženie kalu

Pretože vznik odpadového kalu je výsledkom rozličných procesov vykonaných pri čistení odpadových vôd (sedimentácia, aktivácia kalu), jeho kvalita je veľmi závislá na spracovaní odpadovej vody a na celkovom procese čistenia. Jeho vhodnosť použitia na plantážach RRD je tiež ovplyvnená spracovateľskými postupmi, zahrnujúcimi biologické, chemické a termálne procesy (kompostovanie, vápnenie, odvodnenie). Predspracovaný odpadový kal obsahuje veľké množstvo P, ktorý môže byť recyklovaný v poľnohospodárstve, určité množstvo N (väčšinou organicky viazaného), ale veľmi

málo K. Vďaka deficitu N a K nie je čistiarenský kal vyváženým hnojivom, preto je potrebné použiť ďalšie druhy hnojív k dosiahnutiu doporučeného množstva prvkov v pôde. Množstvo prvkov v kaloch, používaných v experimentálnych projektoch je prezentované v nasledovnej tabuľke. (Stupavský, V. 2008)

Tab.2.4.1.1 Koncentrácia prvkov v čistiarenských kaloch (www.biom.cz)

	N	P	K	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Estónsko	22700	20000	3000	2.50	190	190	0.71	53.00	51.00	720
Nemecko	23100	28200	510	0.94	24.00	699	0.27	15.00	16.00	478
Poľsko	30500	13250	-	4.70	26.90	127	1.33	27.50	77.50	1124
Španielsko	45000	22485	-	1.40	44.20	160	1.20	22.00	67.50	400

Okrem užitočných prvkov obsahujú čistiarenské kaly i množstvo ťažkých kovov a iných nechcených látok ako sú organické škodliviny. Ťažké kovy môžu pochádzať z domácich zdrojov (vypúšťanie z domácností, s koróziou sa rozkladajúcich hmôt, zo saponátov) a verejných zdrojov (priemysel, zubná a zdravotnícka starostlivosť) či z mestských kanalizácií. Všeobecne je kvalita kalu zo zavedených ČOV dobrá a množstvo ťažkých kalov je v norme doporučených limitov. Preto sú kaly z ČOV vhodné pre aplikáciu na plantážach RRD. Kovy však nesmú byť zabudnuté, pretože v niektorých prípadoch môžu byť prekážkou pre trvalú udržateľnosť. Čističky odpadových vôd s výstupmi externe použiteľných kalov obvykle poskytujú certifikát kvality a kvantity, ktorý zaisťuje bezpečné použitie kalu na poľnohospodárskych pôdach. (Stupavský, V. 2008)

Pred aplikáciou čistiarenského kalu na stanovisko RRD sa musí postupovať zhodne so súčasnou legislatívou z 12. júna 1986 o ochrane životného prostredia a najmä pôdy pri použití splaškových kalov v poľnohospodárstve smernica 86/278/EHS, ktorá sa týka :

- kvality aplikovaných kalov (napr. koncentrácie nebezpečných látok)
- kvantity aplikovaných kalov (napr. maximálneho množstva nebezpečných látok dodávaných na pole)
- kvality pôdy po aplikáciách kalu

Hlavné aspekty pri aplikácií kalov:

- ČOV, ktoré doručujú čistiarenský kal na plantáže RRD, by mali byť zodpovedné za kvalitu dodávaného materiálu. Existuje mnoho nariadení týkajúcich sa kvality kalu aplikovaného na poľnohospodársku pôdu. K príkladu ťažké kovy (Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) sú regulované.
- odporúčenie EU, napr. Smernica 86/278/EEC, týkajúca sa ochrany ŽP pri aplikácií čistiarenských kalov v poľnohospodárstve sú podrobnejšie špecifikované v štátnych regulačných normách. Značnú zodpovednosť za kvalitu kalu má vždy dodávateľ a odberateľ by sa mal uistiť u ČOV o správnom zložení a bezpečnosti kalu.
- poľnohospodár musí pri aplikácií rešpektovať legislatívne limity na množstvo aplikovaného kalu, založené na obsahu P, N, ťažkých kovov a ostatných škodlivín, preto musí byť rozbor analýzy kalu od dodávateľa dostupný pre poľnohospodára v predstihu pred aplikáciou.
- aplikácia kalu by mala byť zahájená až po prepočtoch množstva vlhkého kalu, ktorý môže byť použitý v konkrétnych prípadoch. Kalkulácia je založená na aktuálnych koncentráciách regulovaných prvkov. (Stupavský, V. 2008)

Za účelom stanovenia kvality pôdy pred a po aplikácií kalu by sa mala previesť analýza vrchnej časti pôdy, týkajúca sa obsahu ťažkých kovov a živín (napr. P, N, K). Hodnotenie pred samotnou operáciou určí množstvo P, ktoré môže byť aplikované na pole, pretože sa nariadenie líši podľa rôznych pôdnych zložení. V predstihu by mala byť riešená otázka samotného spôsobu aplikácie. Kaly môžu byť na pole aplikované obvyčajnou poľnohospodárskou technikou. Hnojenie kalom by sa malo vykonať každý rok, ale vďaka rýchlemu rastu drevín to je technicky možné len po každom zbere.

2.4.2 Závlaha a hnojenie odpadovými vodami

Zavlažovanie porastu RRD odpadovou vodou je pre poľnohospodára náhradou za nedostatok vody a znamená tiež nižší náklad na hnojenie a v neposlednej rade ďalší zdroj príjmu od ČOV. RRD znižujú znečistenie okolitých vôd (vďaka absorpciám nadbytočných živín) a pôd (vďaka absorpciám ťažkých kovov). Pre úspešné použitie RRD k energetickej produkcii a čisteniu vôd tento postup vyžaduje opatrné zavedenie a riadnu kontrolu. Úprava odpadových vôd v porastoch RRD bude bezpečná

a ekonomicky perspektívna pokiaľ budú zohľadnené nasledujúce aspekty. (Stupavský, V. 2008)

Hlavné aspekty pri závlaha odpadovou vodou

- *Súhlas miestneho orgánu:* Jednanie s miestnymi orgánmi je rozhodujúce pre získanie povolenia k hnojeniu a zavlažovaniu odpadovými vodami, k dohode kto a ako bude vykonávať kontrolu vplyvu na ŽP a k diskusii o ekonomickej stránke, ako je napríklad delenie nákladov. Je logické, že zodpovednosť v tejto otázke leží na ČOV a poľnohospodárovi. Napríklad ČOV môžu viesť diskusiu s príslušnými orgánmi a nieť zodpovednosť za zhromažďovanie kontrolných dát z poľa. Poľnohospodár môže vykonávať kontrolu a získavať pôdne vzorky. Výber stanovišťa je kľúčový, pokiaľ berieme do úvahy vhodnosť pre použitie odpadových vôd. Je potrebné vyhnúť sa pôdam citlivým na vylučovaný N, napríklad vo svahu, alebo s vysokou hladinou podzemných vôd. Tiež blízkosť k zdrojom odpadových vôd je potrebná k zníženiu nákladov na dopravu. Pokiaľ je vhodný pozemok dobre dostupný, ďalšou otázkou je veľkosť územia, na ktorú sa budú RRD s užitím odpadových vôd pestovať. To závisí na miestnych pôdnych vlastnostiach, vybraných výsadbových druhoch a na parametroch odpadových vôd. (Stupavský, V. 2008)

- *Náležitosti odpadových vôd:* Na teplých a suchých územiach musí byť behom vegetačného obdobia zaručené dostatočné zásobovanie odpadovou vodou. Priama aplikácia neupravenej komunálnej vody nie je v žiadnom prípade doporučená pretože obsahuje veľké množstvo nežiaducich rozpustených i nerozpustených látok. Pre ďalšiu úpravu či stabilizáciu existujú podobné postupy ako pri obvyklej úprave, ale líši sa v otázkach kvality. Predúprava vody k zavlažovaniu RRD smeruje k obmedzovaniu nepriaznivých zložiek a vlastností pri pestovaní (vysoká biochemická spotreba kyslíku, ťažké kovy, rozptýlené pevné častice a patogény) za súčasného ponechania živín v pôde. Prekážky vznikajú z toho, že počas predbežnej úpravy, ktorá spočíva z biologicko-chemicko-fyzikálnych reakcií dochádza nielen k znižovaniu škodlivín ale aj k strate rastlinám dostupných živín. Pokiaľ je prístupná len neupravená odpadová voda, je vhodné využiť nízkonákladové postupy ako sú napríklad stabilizačné vodné nádrže, vyhnivacie nádrže a prevzdušňované pieskové filtre k udržaniu ekonomickej stability celého systému. Vybraná technológia bude ovplyvnená kvantitou odpadových vôd, ktoré potrebujú úpravu. (Stupavský, V. 2008)

- *Bezpečné množstvo odpadových vôd z hľadiska ŽP:* Pre správnu aplikáciu odpadových vôd na plantážach RRD v rátane vhodných zavlažovacích dávok je potrebné brať do úvahy vzájomné pôsobenie miestnej klímy, pôdy, veku RRD a odpadovej vody. Taktiež musí byť do úvahy braná existujúca legislatíva zohľadňujúca užívanie odpadových vôd, maximálnu hnojaciú dávku, kvalitu podzemných vôd, pitnú vodu a úpravu kvality vodných útvarov (napr. rybníkov, riek, prameňov). Záonné obmedzenia (biochemická spotreba kyslíku, N a P) sú legislatívne upravené a musia byť prejednané miestnymi orgánmi. V oblasti, kde legislatíva priamo určuje povolené množstvo aplikovanej odpadovej vody pre zavlažovanie, musia byť zohľadňované miestne podmienky a vzťahy medzi nimi za účelom správnej aplikačnej dávky.
- *Výber zavlažovacieho systému:* Vybraný zavlažovací systém by mal minimalizovať nebezpečie z hľadiska hygieny a mal by byť zameraný na bodovú závlahu i závlahu celého pozemku. Spôsob zavlažovania blízko k povrchu znižuje hrozbu šírenia chorôb. Vyspelé metódy zavlažovania sú značne drahšie. Pre jednoduchšie rozhodovanie môže poslúžiť nasledujúca tabuľka. Kvapková závlaha sa ukázala ako efektívna, ale vysoká cena a nebezpečie zapchávania sa musia brať do úvahy. (Stupavský, V. 2008)

Tab. 2.4.2.1 *Výhody a nevýhody zavlažovacích systémov*

	Potrubie z otvormi	Kvapkové trubice	Postrekovač	Otvorená systém	Kanál
1. Ochrana zdravia	+	+	---	-	-
2. Kontrola živín	+	+	+	---	--
3. Rovnomerná distribúcia	+	+	+	--	-
4. Obstarávacie náklady	-	-	-	+++	+
5. Prevádzkové náklady	-	--	--	+	+
6. Manipulácia pri zbere	+	+	--	+	---
7. Životnosť	+	-	-	++	++
8. Použitelnosť na RRD	++	+	---	---	---

- *Prevádzka zavlažovacieho systému:* Zavlažovanie odpadovou vodou musí začať v dobe začiatku rastu RRD a skončiť krátko pred koncom vegetačného obdobia. Závlaha musí byť zahájená jeden rok po založení, keď dreviny založia koreňový systém a vymieňanie je zanedbateľné. Mala by byť prevedená denne okrem obdobia prudkých zrážok, aby sa zabránilo vyplavovaniu živín či odpadových vôd. Môže sa tak konať

manuálne, alebo vďaka automatickej kontrole zrážok. Aby sme sa vyhli preťaženiu systému, zamokreniu a dosiahli rovnomernú závlahu mala by sa závlaha presúvať na rozdielne časti plantáže. (Stupavský, V. 2008)

- *Kontrola zavlažovacieho systému:* Pravidelne by mala prebiehať jednoduchá kontrola, ktorá by odhadovala účinky hnojenia odpadovými vodami na životné prostredie v porastoch RRD. Mala by sa brať do úvahy legislatíva týkajúca sa ochrany pôd a vôd v poľnohospodárstve rovnako ako dopad odpadových vôd na pôdu, podzemné vody a blízke vodné toky. V podstate to znamená pravidelný odber vzoriek pre chemickú analýzu behom závlahového obdobia, ktorý nám dá predstavu o presakovaní N a P pri závlahe plantáže a umožní korekciu zavlažovacích dávok v prípade vysokej koncentrácie prvkov v podzemnej vode. (Stupavský, V. 2008)

- *Náhradné možnosti v prípade poruchy:* Prísun odpadovej vody je behom roku kolísavý, inštalácia náhradných systémov zaistí prevádzkovú bezpečnosť zavlažovania RRD odpadovými vodami. Pokiaľ sa zavlažuje plantáž v období sucha môže dôjsť k poškodeniu porastu. Ako najlepšie riešenie sa javí vybudovanie zásobnej nádrže. Behom plánovania sa môžu navrhnúť i viac nákladné efektívne riešenia ako sú ochranné zóny z iných nepotravinárskych plodín okolo plantáži, či dostupnosť vodných cisterien v blízkosti plantáže. (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bezpecne-vyuziti-komunalnich-odpadnich-vod-a-cistirenskych-kalu-k-zavlaze-a-hnojeni-plantazi-rychle-rostoucich-drevin>)

2.5 Aplikácia kalu a odpadových vôd na plantážach RRD v Enköpingu

V meste Enköping v strednom Švédsku s počtom obyvateľov približne 20 000 bol v roku 2000 zavedený nový systém využívania odpadových vôd. Kalová voda zriedená s vyčistenou odpadovou vodou je recyklovaná spôsobom jej aplikácie ako hnojivo na 76ha vrbových plantáží rýchlo rastúcich drevín. Takto je odpadová voda upravená pred tým ako je vypustená do priľahlých vodných tokov, plantáž funguje ako „zelený filter“. Vyprodukovaná drevná biomasa je vykúpená miestnou elektrárnou s kombinovanou produkciou tepla a elektriny, čím sa pokryje dopyt po energii v okrese. Popol zo spaľovania biomasy (spoločne so splaškovým kalom) je tiež recyklovaný opätovným použitím ako hnojivo. Vlastník pôdy je zodpovedný za technológiu pestovania a za údržbu zavlažovacieho systému. Pridružené čistenie odpadových vôd a finančné zisky

tiež slúžia ako významný činiteľ pri znižovaní nákladu na prevádzku plantáže. (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/recyklace-odpadnich-vod-a-kalu-na-plantazi-rrd-v-enk-pingu>)

Plantáž RRD je umiestnená v rovine s odchýlkou prevýšenia menej než 2m. Pôda je jemne ílovitého charakteru. Priemerná ročná teplota stanoviska je 6°C v priebehu zimy je pôda zamrznutá. Vegetačné obdobie začína v neskorom apríli až skorom máji a pokračuje do konca augusta až začiatku septembra. Priemerné ročné množstvo zrážok je 512 mm. Pole bolo vysadené radou vřbových odrezkov bežne používaných a licencovaných vo Švédsku. Odrezky sú sadené špeciálnymi dvojriadkovými sádzacími strojmi. Vzďialenosť medzi dvojriadkami je 1,5 m, v rámci riadku 0,75 m. Vzďialenosť medzi rastlinami v riadku je približne 60 cm a hustota plantáže je cca 15 000 rastlín/ha. Zber prebieha každé 2-3 roky v závislosti na raste biomasy. (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/recyklace-odpadnich-vod-a-kalu-na-plantazi-rrd-v-enk-pingu>)



Obr.2.5.1 Systém využívania odpadových vôd na plantážach v Enköpingu

(www.biom.cz)

Zmes kalovej vody vznikne zo sušiny kalu (supernatant) a vyčistenej odpadovej vody z miestnej čističky odpadových vôd, stadiaľ je v zime načerpaná do izolovanej zásobníkovej nádrže a v lete je užívaná k závlahe. Vzďialenosť medzi ČOV, zásobníkovou nádržou a poľom je iba 200 – 300 m. Čerpací systém privádza odpadovej

vody z ČOV do nádrže. Odpadová voda zo splaškových kalov je skladovaná v nádrži behom zimy (sedimentácia zníženie počtu patogénov). Táto voda tvorí len 1% z celkového prietoku v rámci ČOV, ale obsahuje približne 25% obsahu dusíku, ktorý sa do ČOV dostáva s koncentráciou do 800 mg N/l. Od mája do septembra je supernatant riedený vyčistenou odpadovou vodou pritekajúcou z ČOV a 76ha plantáže vrb je ním zavlažovaných s využitím kvapkových zavlažovačov umiestnených v každom dvojriadku. Zaťaženie je približne 300 mm/ha za rok s približným využitím 200-250 kg N a 7-10 kg P. Celkové množstvo aplikovanej vody na celej plantáži je 200 000 m³/rok (z toho 20 000 tvorí supernatant), obsahujúci 30 t dusíku a 1 t fosforu, ktoré by sa inak usadili v okolitej rieke. (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/recyklace-odpadnich-vod-a-kalu-na-plantazi-rrd-v-enk-pingu>)



Obr.2.5.2 Zásobníková nádrž odpadových vôd v Enköpingu (www.biom.cz)

Pozberaná biomasa sa spracováva v miestnej elektrárni a získané teplo sa využíva k lokálnemu vykurovaniu s dodávkou 55 MW tepelnej energie. Vzniknutá para zo spaľovacieho priestoru sa turbínou využíva k produkcii elektriny o dodávke 22 MW. Popol zo spaľovania sa zmiesi s vyhnutým kalom z ČOV a aplikuje sa ako hnojivo na plantáže vrb v susednej obci. Pre zber sa využívajú špeciálne konštruované stroje. Najčastejšia je metóda štiepkovania vďaka najnižším nákladom, štiepka je dopravovaná na príviesný zásobovací voz.

Plantáže vrb zavlažované odpadovou vodou poskytujú väčší výnos než plantáže nezavlažované a súčasne nie je potreba anorganických hnojív, čím sa znižujú náklady. Biomasa sa využíva ako tuhé biopalivo pre potreby mesta a pre výrobu tepla a elektriny. Prevádzkové náklady celého systému s čistením odpadových vôd zahŕňajú obhospodarovanie vrbovej plantáže, transport odpadovej vody a kalu, údržbu zásobníkovej nádrže, potrubné siete a kontrolu. Magistrát pokryl všetky investičné náklady potrebné k vybudovaniu nádrže a závlahového systému. Zisky sú generované vyššou produkciou biomasy a poplatkov za recykláciu odpadových vôd. (<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/recyklace-odpadnich-vod-a-kalu-na-plantazi-rrd-v-enk-pingu>)

2.6 Pestovanie energetických plantáží na rôznych stanovištiach Slovenska

Na Slovensku sa problematika pestovania energetických lesov overuje výskumne a zatiaľ je len veľmi malo prevádzkových porastov. Najperspektívnejšie dreviny v našich podmienkach sú: a) topole

b) vrb

c) agáty

a) z topoľov sa pestujú najmä domáce čierne, biele a sivé topole, euroamerické hybridy, americké čierne topole, interamerické hybridy a balzamové topole.

- na optimálnych stanovištiach (svieže, na živiny bohaté pôdy, kde hladina podzemnej vody ovplyvňuje koreňový systém v priebehu celého vegetačného obdobia) splňajú požadované kritériá euroamerické hybridy – klony: Pannonia a Gigant a interamerický hybrid. Priemerný ročný hmotnostný prírastok týchto klonov je minimálne 15 t.ha⁻¹ v suchom stave. Domáce čierne topole na týchto stanovištiach trpia chorobami hubového pôvodu a zaostávajú v raste.

- na priemerných stanovištiach (zóna koreňového systému je nepravidelne a krátku dobu ovplyvnená podzemnou vodou) sú na zakladanie energetických porastov vhodné euroamerické klony Pannonia a topoľ biely. Priemerný hmotnostný prírastok pri nich je minimálne 10t.ha.⁻¹ Podmienkou zakladania energetických porastov na týchto stanovištiach je celoplošná príprava a ošetrovanie pôdy. V prípade potreby sa vykonáva hnojenie.

- na okrajových stanovištiach (hladina podzemnej vody je mimo zóny koreňového systému) sú vhodné klony: topol' čierny, topol' biely a Blanc du Poit (euroamerický hybrid).

Tieto klony sú vhodné aj na zakladanie energetických porastov na menej úrodných poľnohospodárskych pôdach, ktoré sú nevhodné na pestovanie poľnohospodárskych plodín v nížinných a pahorkatinných oblastiach. Ich priemerný ročný prírastok je minimálne $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. (<http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc>)

b) na typických vřbových stanovištiach sa dosahujú najlepšie výsledky s pestovaním stromových foriem *Salix alba*, ktoré sú autovegetatívnym potomstvom výberových stromov z inundácie Dunaja. Introdukované klony z Talianska a Rumunska na týchto stanovištiach trpia hubovými chorobami. Z krovitých foriem sú vhodné klony *Salix viminalis* a *Salix purpurea*. Priemerný ročný hmotnostný prírastok v suchom stave majú minimálne $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vysektované vřby znášajú dobre dlhodobé záplavy, rýchlo sa regenerujú po mechanických poškodeniach a netrpia na hubové choroby.

- na brehových stanovištiach sú najväčšie možnosti zakladania vřbových energetických porastov. Vhodné sú klony *Salix alba*, *Salix viminalis*, *Salix rubra* a *Salix aquatica gigantea*. Priemerný ročný hmotnostný prírastok v suchom stave je minimálne $10\text{-}15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

- na dlhodobo podmáčaných pôdach so stagnujúcou vodou sa najlepšie výsledky dosahujú s klonom *Salix viminalis*. Priemerný ročný hmotnostný prírastok v suchom stave je okolo $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

- v podhorských oblastiach sa ako perspektívna drevina na pestovanie energetických porastov ukazuje krovitá vřba *Salix viminalis*.

(<http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc>)

c) z ďalších drevín je pre pestovanie energetických porastov v našich podmienkach zaujímavý agát biely. Agát biely ako najrozšírenejšia introdukovaná drevina sa vyznačuje intenzívnym rastom, netrpí na hubové choroby a má bohatú koreňovú a pňovú výmladnosť.

-na sviežich a na živiny bohatých pôdach produkcia dendromasy z výmladkov je nad $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ročne v suchom stave. V intenzívnych agátových kultúrach je to od 12 do 15 ton. Kvantitatívne a kvalitatívne parametre z výskumných plôch potvrdzujú, že agát je jednou z najvhodnejších drevín na zalesňovanie poľnohospodárskych pôd v nížinných a pahorkatinných oblastiach, nevhodných na pestovanie poľnohospodárskych plodín.

([http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc/6f640cefb49f4728c12571710040e7d7/\\$FILE/CelkoveEnerZhodnPv_Ke_SK.pdf](http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc/6f640cefb49f4728c12571710040e7d7/$FILE/CelkoveEnerZhodnPv_Ke_SK.pdf))

Tab. 2.6.1 Stanovištné nároky a produkcia vybraných drevín (LVÚ Zvolen)

Drevina (Klon)	Ekologické nároky										Rubný vek (roky)	Produkcia dendromasy v suchom stave v t.ha ⁻¹
	Nadmorská výška v m n.m.			pôdy								
				zloženie				vlhkosť				
	do 200	200 – 400	400 – 600	hľovité	hľbnité	plesáité	rašelinové	zamokrené	svleže	presýchavé		
Topole												
Gigant	I	I		I	I				I		3(6)	12(18)
Rap	I	I			I	I		I	I	I	3	12(14)
Panónia	I			I	I	I		I	I	I	5(8)	7(15)
Ivachnova		I	I	I	I	I		I	I		3(5)	8(10)
Liptov		I	I	I	I		I	I	I		4(7)	8(12)
Vrby												
Gabčíkovo	I	I		I	I			I			2(5)	12(15)
Sallx vlninalls I	I	I		I	I	I		I	I		2(4)	12(20)
Sallx vlninalls II			I	I	I	I	I	I	I		3(6)	10(16)
Sallx agautica glgantea	I	I		I	I		I	I	I	I	3(6)	8(12)
Agát blely												
Nyárség	I					I	I		I	I	5(8)	7(13)

2.7 Prehľad legislatívy a prijatých dokumentov SR v oblasti využívania OZE

Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja SR z októbra 2001 je dokumentom pre všetky rezorty, ktorý priamo vyzýva k postupnej náhrade neobnoviteľných zdrojov za obnoviteľné, ktorých potenciál je na území Slovenska veľký – najmä biomasa, geotermálna energia, vodná energia, slnečná energia a veterná energia. V dokumente sa priamo poukazuje na významný podiel pôdohospodárstva pri riešení tejto problematiky formou netradičných zdrojov energie, ako sú bionafta, bioplyn, slama a drevoštiepky. (Kriššák, P. Jandačka, J. 2007) V Programovom vyhlásení vlády SR z r. 2002 sa uvádza, že vláda zväži motivačné pravidlá pre využívanie domácich primárnych energetických zdrojov vrátane využívania obnoviteľných zdrojov energie. Vláda cíti spoločnú zodpovednosť s krajinami EÚ pri riešení problémov ochrany ovzdušia, ozónovej vrstvy Zeme a klimatických zmien a bude podporovať

zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov energie a kontrolu technológií. Uznesením vlády SR č. 282 z 23. apríla 2003 bola schválená *Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie*, ktorá priblížila základný rámec pre rozvoj využívania OZE. Rozvoj využívania dendromasy ako významného prvku OZE je nevyhnutný aj s ohľadom na ambiciózne indikatívny cieľ výroby elektrickej energie na úrovni 31 % z celkovej spotreby elektriny do roku 2012 (v porovnaní s 17,9 % v roku 2000), ktorý Slovenská republika prijala v rámci prístupových rokovaní s EÚ, a ktorý spolu s indikatívnymi cieľmi ostatných členských krajín zabezpečí dosiahnutie spoločného cieľa EÚ uvedeného v smernici č. 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie na vnútornom trhu. V *Strednodobej koncepcii politiky pôdohospodárstva na roky 2004 až 2006* z decembra 2003 v časti poľnohospodárstvo a potravinársky priemysel sa počíta aj s využívaním pôdy na pestovanie rastlín, ktoré nebudú využívané na výrobu potravín. Vláda SR prijala 7. 7. 2004 uznesením č. 667. Podrobne sa otázkou využitia biomasy zaoberala *Koncepcia využitia poľnohospodárskej a lesníckej biomasy na energetické účely*, ktorú vláda SR prerokovala 1. Decembra 2004 a schválila ju uznesením 1149/2004. (Maga, J. 2008)

Jednou z priorít *Energetickej politiky SR* schválenej v januári 2006 je aj zvyšovať podiel obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie domáceho dopytu. Napriek prijatým koncepčným materiálom, ktoré sa zaoberajú OZE a ich využitím, a napriek prijatiu energetických zákonov zohľadňujúcich európsku legislatívu v oblasti OZE, nedošlo v rámci Slovenska k očakávanému zvýšeniu využívania OZE. Zvýšenie podielu výroby elektriny z OZE boli zaznamenané po prijatí samostatných zákonov o OZE v niektorých štátoch EÚ. Podľa skúseností z okolitých krajín (Nemecko, Rakúsko, Česká republika) ako optimálne riešenie sa javí prijatie samostatného zákona o využívaní OZE alebo novelizovať príslušné zákony. Slovenská republika zatiaľ o schválení samostatného zákona o obnoviteľných zdrojoch energie a ani o jeho zaradení do legislatívnej prípravy neuvažuje. Na základe analýzy slovenskej legislatívy v oblasti OZE (hlavne biomasy), je možné konštatovať, že podporná politika v SR v otázkach využívania biomasy je nedostatočná, čomu nasvedčuje minimálny nárast zariadení na výrobu energie z biomasy a OZE všeobecne. Analýza energetických zákonov poukázala na nedostatočnú podporu energie z OZE. Vyššiemu využitiu výroby elektriny a tepla z OZE by napomohlo ustanovenie o všeobecnom hospodárskom záujme. Výkupné ceny

elektriny vyrobenej z OZE (zelená elektrina) sú aj naďalej nízke a ich garancia je len na jeden rok, čo nezabezpečuje stabilitu investícií v tejto oblasti (výnos Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 2/2005). (Zákon č. 656/2004 Z.z.)

3 Cieľ práce

V predloženej diplomovej práci som priblížil problematiku vyčerpatelnosti neobnoviteľných zdrojov energie (fosílnych palív) a ich nahrádzanie alternatívnymi-obnoviteľnými zdrojmi energie využívaním najmä energie biomasy a jej cieleným pestovaním. Využívanie zakladania energetických porastov vypestovaných z vyšľachtených energetických rýchlorastúcich drevín ako aj ich zakladanie na rôznych stanovištiach nevyužívaných alebo inak degradovaných pôd SR.

4 Metodika práce

V hore uvedenom prehľade o súčasnom stave problematiky boli uvedené dostupne získané informácie o nahrádzaní neobnoviteľných zdrojov energie obnoviteľnými zdrojmi energie a to najmä alternatívou biomasy z energetických lesov.

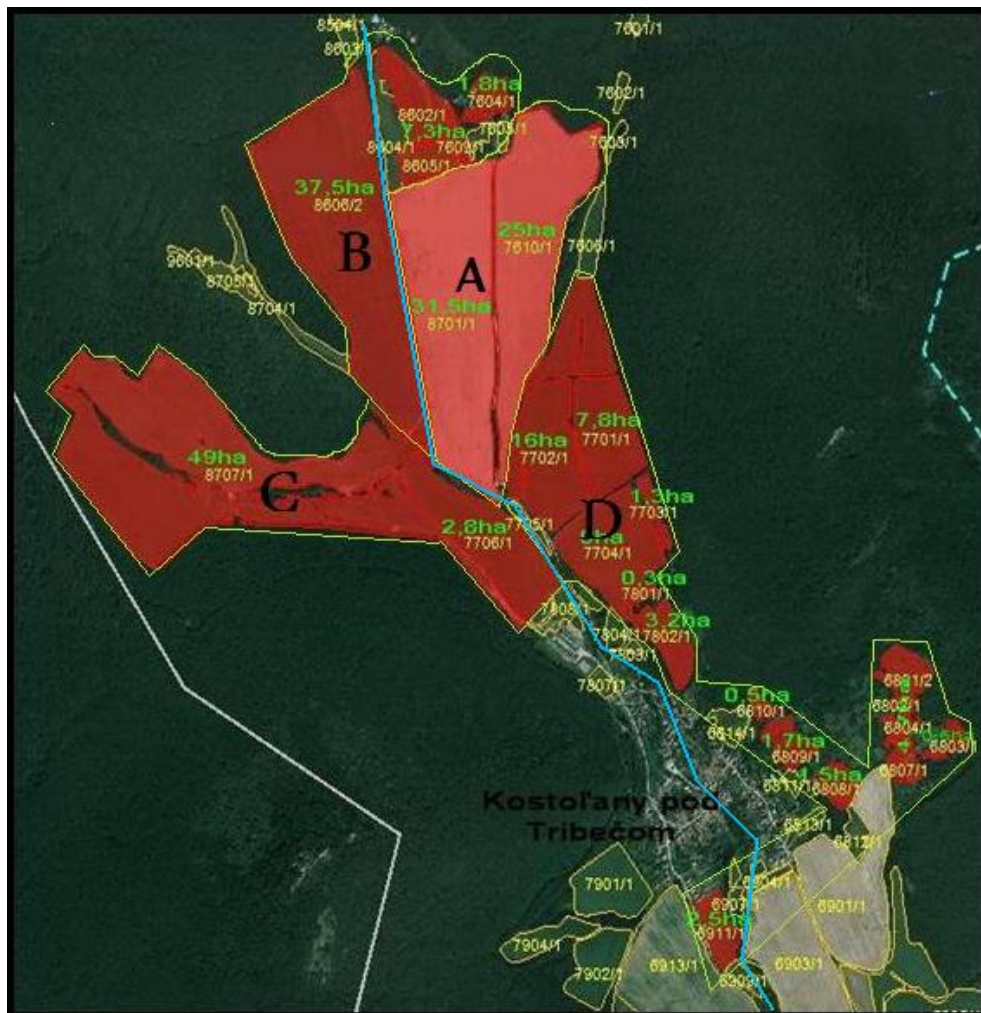
Vlastná práca pozostáva z nasledovne uvedených krokov:

- zhromaždenie dostupných informácií ohľadom obnoviteľných a neobnoviteľných zdrojov energie. Zhromaždenie údajov o vyčerpatelnosti NZE a možnosti ich nahrádzania pomocou ONE.
- spracovanie údajov a ich rozdelenie na NZE (predovšetkým fosilne palivá) a OZE (sústredení na biomasu) prípadne ich alternatíva.
- pokračovanie vo vyhľadávaní súvisiacej literatúry s danými zdrojmi energie ich nahrádzaním, spôsobmi a technológiou nahrádzania.
- na základe získanej literatúry, jej štúdia a sprehľadnenia došlo k postupnému spracovaniu problematiky súvisiacich faktov a skutočností v kapitole Prehľad o súčasnom stave problematiky.
- pri tvorení vlastnej práce bolo potrebné cielene spracovať súvisiace poznatky ohľadom využívania biomasy z energetických porastov.
- vypracovanie Výsledkov práce, ktoré postupne v uvádzajúcich krokoch popisovali využitie zakladania energetických porastov na nevyužitých pôdach a využívanie ich produkcie biomasy.
- na základe získaných poznatkov a prehľadu v danej téme bola vypracovaná časť Diskusia, kde som uviedol vlastne názory a skúsenosti vyplývajúce z vykonanej práce.
- v každej kapitole boli vložené vhodné obrázkové prílohy a súvisiace tabuľky, ktoré vhodne dopĺňali problematiku daných tém.
- záver práce bol vypracovaný na základe stručného súhrnu poznatkov a doplnený o vlastné stanoviská. Ďalej nasledovala grafická úprava práce podľa požadovanej metodiky písania prác.

5. Výsledky práce

5.1 Aplikácia energetických lesov v katastri Kostol'any pod Tribečom

Vyber pozemkov je podľa variantu A (hodnoteného BPEJ, spĺňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín). Oblasť je podhorská s vodným tokom a ako perspektívna drevina na pestovanie energetických porastov sa ukazuje krovitá vŕba *Salix viminalis*. Celkový súčet vhodných plôch na pestovanie vŕby v katastri obce Kostol'any pod Tribečom je 204ha. Všetky pozemky sú na dobre prístupných stanovištiach, takže nie je potrebné budovať prístupové cesty čím odpadajú náklady na pozemkové úpravy. Najvhodnejším postupom je rozdeliť pozemky na 4 parcely, aby sa zabezpečila každoročná činnosť a znížili sa jednorazové ročne náklady.



— - vodný tok

Obr. 5.1.1 Mapa vyhradených pozemkov na pestovanie RRD (www.podnemapy.sk)

Prvý rok činnosti je zameraný na parcelu A, ktorú tvorí 56 ha poľnohospodárskej pôdy. Výhodou tejto plochy je, že bola poľnohospodársky využívaná a nie je potrebné vykonať opatrenia proti burinám. Jesenná príprava spočíva v hlbkej orbe do hĺbky až 40 cm. Cena hlbkej orby je 60 €/h. Jarná príprava je zložená z predvísadbových úkonov bránenia a kompaktorovania. Výsadba je zložená z nákupu nelicencovaných sadeníc a ich prípravy na výsadbu. Množstvo sadeníc pripadajúci na jeden ha sa volí na základe zvoleného sponu, čo v tomto prípade predstavuje 22 000/ha. Celkový počet sadeníc na celú plochu 56 ha je 1 232 000 kusov. Cena nelicencovaných sadeníc za kus je 0,03 €/ks. Po zakúpení sadeníc je dôležité ich krátkodobé uskladnenie do výsadby v sklade pri teplote 0°C až 4°C. Veľmi dôležité je, aby sadenice nezačali schnúť ani klíčiť. Sadenice je potrebné deň pred výsadbou namočiť do vody. Sadenice sú odrezky z výhonkov vŕby o veku max. 2 roky u mechanizovanej výsadby majú dĺžku 1 až 2,5 m. Pre mechanizovanú výsadbu je využitý sádzací stroj Step Planter švédskeho výrobcu Salix. V závislosti od počtu sadeníc na ha vysadí 2 riadkový stroj hektár s hustotou do 17000 sadeníc, asi za 1,5 hodiny.

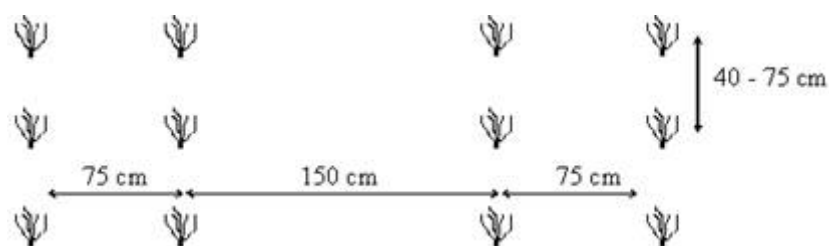


Obr. 5.1.2 Sádzací stroj Step Planter pre mechanizovanú výsadbu

Maskiner umožňuje:

- variabilné nastavenie rozstupov medzi riadkami od 50 cm do 2,5 metra,
- variabilné nastavenie hustoty v riadku od 10 cm do 5,5 metra,
- variabilné nastavenie dĺžky sadenice od 12 do 24 cm s hrúbkou od 0,8 do 3 cm.

Spon sa zvolí na základe využitia mechanizovanej výsadby a mechanizovaného zberu, je určený pre trojročný a štvorročný cyklus zberu za použitia špeciálnych zberných mechanizmov. Vynechané riadky slúžia pre kolesá mechanizmov a tiež umožňujú prísun svetla pre rastlinu počas celého cyklu. Tým môže mierne vzrásť hustota výsadby bez rizika prehustenia.



Obr. 5.1.2 Spon mechanizovanej výsadby

Niekoľko dní po výsadbe sa uskutoční aplikácia pre-emergentného herbicídu. Praxou je overený herbicíd STOMP 330 E v koncentrácii 5 litrov na hektár. Cena aplikácie je 18,60 €/ha v množstve 500 l/ha. Správne aplikovaný herbicíd zabráni rastu buriny počas 1 až 2 mesiacov od výsadby. V júny alebo podľa potreby aplikáciu zopakujeme. Za ten čas sa sadenice zakorenia a vyženú cca 10 cm výhonky.

Na jeseň začneme pracovať aj na parcele **B**, táto parcela má rozlohu 46 ha. Od parcely A je odlišná tým, že je dlhodobo zaburinená s čiastočným náletom drevín. Túto parcelu je potrebné mulčovať, čo predstavuje zvýšené náklady. Cena za mulčovanie je 35 €/ha. Tak ako na parcele A je aj tu potrebné vykonať hlbokú orbu. Na jar pri predvýsadbovej príprave pôdy je potrebná aplikácia NPK 15-15-15, dávka je 350 kg/ha. Cena je 380 €/t. Náklady na aplikáciu hnojív 17,60 €/ha. Ďalej nasleduje bránenie, kompaktorovanie a následná mechanizovaná výsadba. Nasledujúce úkony sú rovnaké ako pri parcele A.

Na jeseň v 3 roku činnosti sa zameriame na parcelu **C** o rozlohe 51,8 ha, ktorá je podobná ako parcela B čo znamená, že vykonáme rovnaký technologický postup ako pri parcele B.

Vo 4 roku založíme porast na parcele **D**. Parcela je o rozlohe 37,6 ha. Technologický postup založenia porastu je rovnaký ako u predchádzajúcej parcele okrem aplikácie NPK, tú vylúčime z dôvodu využívania inej technológie hnojenia. Odlišovať sa bude od predošlých parciel tým, že táto plocha bude slúžiť ako povrchová koreňová čistička odpadových vôd pre obec. Táto technológia umožňuje v jednom cykle zavlažovať, hnojiť (dusíkom a fosforom) a zároveň biologicky čistiť odpadové vody. Aby sa zabránilo nadmernému obsahu fosforu a dusíku v pôde, je potrebné určiť bezpečné množstvo kalu, ktoré vypočítame podľa priloženej tabuľky (tab.č. 5.1.1). Pre bezpečnú aplikáciu kalu je potrebné robiť pravidelné rozborov pôdy, ktoré nám poskytnú obraz o množstve P a N a ich vplyv na životné prostredie. Podľa výsledkov z rozborov môžeme vykonávať korekciu zavlažovania.

Tab. č. 5.1.1 Pomôcka k odhadu maximálnej závlahovej dávky

Súčasná situácia	Veľičina	Údaje
Priemerná ročné zrážky (mm)	X1	743
Priemerné ročné odvodnenie (mm)	X2	200
Pôdny typ	X3	Hlinité
Aktuálna intenzita zberu	X4	Stredná
Aktuálne ročné vyplavovanie dusíku (kg N.ha ⁻¹ za rok)	X5	50
Aktuálna priemerná koncentrácia nitrátového dusíku v odtečenej vode (mg NO ₃ -N/l)	X6	$X6 = (X5 \times 0.9) \times 100 / X2 = 22,5$
Množstvo dusíku		
Zvýšená evaporácia (%) ¹	X7	35
Koncentrácia dusíku v závlahovej vode (mg _{tot} -N/l)	X8	200
Akceptované vyplavovanie N (kg N/ha za rok) ²	X9	=X5
Maximálne množstvo N počas závlahy (kg N.ha ⁻¹ za rok)	X10	If X5>20, then = (X5+20)*5= 350 If X5<20, then = X5*10
Maximálne závlahové množstvo v závislosti na obsahu dusíku (mm/rok)	X11	$= (X10 / X8) * 100 = 175$
Výsledná koncentrácia NO ₃ -N v odtečenej vode (mg NO ₃ -N/l) ³	X12	$= [(0.9 \times X5) / (X11 + X2)] \times (100 + X7) = 16,2$
Zmeny v koncentrácií NO ₃ -N v odtečenej vode (mg NO ₃ -N/l) ⁴	X13	$= X12 - X6 = -6,3$
Výsledné odvodnenie (mm/ha za rok)	X14	$= (X2 / X7) + X11 = 323,15$
Množstvo fosforu		
Priemerný ročný odber P pri zbere (kg P/ha za rok) ⁵	X15	7
Ročná vhodná dávka P dodaná zavlažovaním (kg P/ha za rok) ⁷	X16	$= X15 + 1 = 8$
Priemerná koncentrácia P v závlahovej vode (mg P/l)	X17	0,6
Maximálne ročné množstvo v závislosti na obsahu P (mm/ha za rok)	X18	$= (X15 * 100) * X17 = 420$
MAXIMÁLNA ROČNÁ ZÁVLAHA		MINIMUM Z X11 a X18= 175

¹ Zvýšená evaporácia z plantáže v % je odhadovaná na 35 %.

² Koncentrácia vyplaveného N ako výsledok aktuálneho vyplavovania v priebehu celého roku.

³ Odhaduje sa, že sa vyplaví 10 % N, pokiaľ množstvo N dodaného závlahou je menšie než 200 kg/ha za rok a 20 % N, pokiaľ množstvo dusíku presiahne 200 kg/ha za rok.

⁴ Vyplavený NO₃-N odpovedá 90 % celkovej vyplaveného N z plantáže.

⁵ Odber P pri zbere hmoty je 8 kg/ha za rok.

⁶ 1 kg P sa vyplaví vtedy ak má plantáž udržateľné zavlažovanie odpadnou vodou.

Podľa výpočtov uvedených v predošlej tabuľke vyšla maximálna závlahová dávka 175mm/ha za rok. Zaťaženie na m² tvorí 175 litrov kalu. Na plochu 37,6 ha sa aplikuje 65 800 m³ kalovej vody. Zavlažovať sa bude od začiatku vegetačného obdobia (máj) až do konca vegetačného obdobia (september).

Predpokladaný prírastok je min. 12 t/ha za rok. Zber sa vykonáva mechanizovane upravenou rezačkou každé 4 roky. Všetka činnosť pri zakladaní a starostlivosti o plantáž je realizovaná dodávateľský.

Tab č. 5.1.2 Náklady na založenie energetických porastov

Parcela A (56 ha)			
Operácia	€/ha	€/celková plocha	
Hlboká orba	60	3 360	
Bránenie	11	616	
Kompaktorovanie	21	1 176	
Sadbový materiál	660	36 960	
Sadzač, traktor, obsluha sadzača	350	19 600	
Herbicíd + aplikácia	18,60	1 042	
Parcela B a C		B (46 ha)	C (51,8 ha)
Mulčovanie	35	1 610	1 813
NPK + aplikácia	133	6 118	6 889
Hlboká orba	60	2 760	3 108
Bránenie	11	506	569
Kompaktorovanie	21	966	1 088
Sadbový materiál	660	30 360	Odrezký z A
Sadzač, traktor, obsluha sadzača	350	16 100	18 130
Herbicíd + aplikácia	18,60	856	96 348
Parcela D		D (37,6 ha)	
Mulčovanie	35	1 316	
Hlboká orba	60	2 256	
Bránenie	11	414	
Kompaktorovanie	21	790	
Sadbový materiál	bude získaný z porastu B		
Sadzač, traktor, obsluha sadzača	350	13 160	
Herbicíd + aplikácia	18,60	700	
Vybudovanie KČOV ¹	4 787	180 000	
Náklady spolu (A, B, C, D)	1393	266580	

¹Náklady na technológiu KČOV si hradí obec z rozpočtu a štrukturálnych fondov

5.2 Hodnotenie ekonomickej efektívnosti energetickej plantáže

Podnik sa rozhodol prenajať poľnohospodársky nevyužívanú pôdu o rozlohe 192 ha. Úver potrebný na založenie plantáže tvorí 270000 € ktorý sa bude splácať 15 rokov pri výške ročnej úrokovej sadzby 7 %. Podnik nemá vo vlastníctve žiadne mechanizmy a všetká činnosť sa bude vykonávať dodávateľsky. Plantáž je založená na obdobie 23 rokov s štvorročným cyklom zberu. Vyprodukovaná štiepka sa bude predávať v hodnote 40 €/t. Časový faktor je zohľadnený výškou diskontnej sadzby 5 %.

Vstupné informácie:

Založenie plantáže: 1393 €/ha

Prenájom pôdy a daň z pozemkov: 32 €/ha/rok

Prevádzkové ročné náklady: 60 €/ha/rok

Náklady na zber: 400 €/ha/3 roky

Správna réžia: 1330 €/rok

Náklady na likvidáciu a rekultiváciu 660 €/ha

Diskontná sadzba: 5 %

Náklady na založenie plantáže na ploche 191 ha sú v hodnote 266580 €. Táto hodnota predstavuje investíciu, ktorú plne hradíme z úveru. Úroky úveru znižujú základ dane. V prvých rokoch splácame vyšší podiel úrokov, v ďalších rokoch splátku úveru. Náklady energetickej plantáže sú zložené z prevádzkových nákladov, správnej réžie a nákladov na prenájom a daň z pozemkov. V roku zberu sa k nákladom prirátajú náklady na zber a štiepkovanie biomasy. V poslednom roku zberu sa k nákladom pripočítavajú náklady na likvidáciu a rekultiváciu plantáže. V projekte uvažujeme, že plantáž budeme prevádzkovať dodávateľským spôsobom. Keďže neinvestujeme do nákupu mechanizmov, hodnota odpisov bude rovná nule.

Podľa zákona o dani z príjmu v roku, v ktorom dosiahneme zisk môžeme odpočítať stratu za posledných 5 rokov (pokiaľ neprekročí výšku zisku), čím znižujeme daňový základ. Pri výpočte dane z príjmu musíme výšku zisku pred zdanením znížiť o stratu dosiahnutú v prvých 3 rokoch cyklu. Daň vypočítame, ak od zisku odpočítame stratu z predchádzajúcich rokov a výsledok prenásobíme daňovou sadzbou. Z čistého zisku odvádzame do rezervného fondu podniku 5 %. Ak k tomuto disponibilnému zisku pripočítame odpisy dostaneme výšku CASH FLOW, ktorý musíme znížiť o splátku úveru. Čistý CASH FLOW predstavuje výsledný finančný tok v danom roku projektu.

Tab.5.2.1 Hodnotenie ekonomickej efektívnosti plantáže

Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	22	23
Investícia	270000											
+ Výnosy z predaja	0	0	0	156800	128800	145040	105280	156800	128800	...	145040	105280
+ Dotácia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0
- Náklady	6482	10714	15479	41338	37338	39658	33978	41338	37338	...	73846	5879
- Odpisy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0
- Úroky	18900	18147	17343	16482	15560	14570	13519	12391	11183	...	0	0
= Zisk pred zdanením	-25382	-28861	-32822	98980	75902	90808	57783	103070	80279	...	71194	5879
- Daň 20 %	0	0	0	19796	15180	18161	11556	20614	16055	...	14239	9653
= Čistý zisk	-25382	-2861	-32822	79184	60721	72646	46226	82455	64223	...	56955	38613
- Fondy 5%	0	0	0	3959	3036	3732	2311	4122	3211	...	2848	1930
= Disponibilný zisk	-25382	-28861	-32822	75224	57684	69013	43914	78332	61011	...	54107	36682
+ Odpisy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0
= Cash Flow	-25382	-28861	-32822	75224	57684	69013	43914	78332	61011	...	54107	36682
- Splátka úveru	10744	11496	12301	13162	14083	15069	16124	17253	18461	...	0	0
= Čistý CF	-36126	-40357	-45125	62062	43603	53944	27790	61079	52819	...	54107	36682
kumulovaný CF	-36126	-76683	-21806	-59743	-16141	37803	65593	126679	169222	...	758372	795054
SHCF	-34406	-36605	-38979	49150	34162	40254	19750	46755	27428	...	18496	11943
Kumulovaná SHCF	-34406	-71011	-109990	-60840	-26678	13576	33326	80081	107509	...	432273	444216
SHCF celkom						444216						
ČSH	177636											
IR			1,7									
VVP					18,6 %							
DDS								9 rokov				
Rentabilita investícií											24,6%	

Čistá súčasná hodnota je kladná, čo znamená že projekt je rentabilný. Potvrdzujú to ostatné ukazovatele. Vnútorne výnosové percento dosahuje hodnotu 18.6 %. Investíciu splatíme v 9. roku prevádzky. Príjmy sú zo značnej miery ovplyvňované cenou štiepky, ktorá ak by klesla o väčšiu hodnotu, tak by návratnosť projektu bola príliš dlhá a projekt by bol neefektívny. Pri hodnotení ekonomickej efektívnosti je potrebné zohľadniť všetky finančné toky. Na strane výdajov sú to napr. režijné náklady, úroky, odpisy a splátka úveru, na strane príjmov okrem tržieb z predaja štiepok je to napr. dotácia.

Riziko podnikania je potrebné zohľadniť vo výške diskontnej sadzby. Hodnotenie ekonomickej efektívnosti je jedným z dôležitých podkladov pre získavanie finančnej podpory z fondov EÚ, ako aj pri získavaní cudzieho kapitálu vo forme úveru.

6. Diskusia

Závislosť od zahraničného plynu, ropy, uhlia a uránu sa dá znižovať, pokiaľ slovenská vláda pristúpi k progresívnym riešeniam v tejto oblasti. Slovensko by malo začať intenzívne pracovať na možnosti získavania energie z domácich zdrojov (vody, vetra, zeme a zo Slnka). "Situácia s prerušením dodávok plynu na Slovensko je šokovou ukážkou toho, čomu sa Slovensko a ani ostatné krajiny v budúcnosti aj tak nevyhnú. Pravdou je, že úbytok fosílnych palív je postupný a nebude mať taký drastický priebeh, akého sme svedkami dnes. Úbytok je však nezadržateľný. Jednou z najdôležitejších alternatív je prechod na OZE, ktorých potenciál je na rozdiel od fosílnych zdrojov nevyčerpatel'ny. Celkový potenciál obnoviteľných energií SR bol odhadnutý na cca 100 400 TJ/r z čoho sa dnes využíva okolo 25 %. Naše zdroje na báze obnoviteľných energií produkujú celkom 24 740TJ/r energie, čím pokrývajú 3,5% celkovej spotreby všetkých druhov energií. Využíva sa najmä energia vodných tokov a postupne sa rozbieha využívanie veternej energie, biomasy a geotermálnej energie. Slnčná energia sa zatiaľ využíva minimálne a podobné je využitie potenciálu vetra, ktorý je obmedzený a len v určitých oblastiach je priemerná ročná rýchlosť vetra dostatočná na rentabilnú prevádzku. Technicky využiteľný potenciál biomasy predstavuje teoreticky ročne až 15% hrubej domácej spotreby energie na Slovensku. Z hľadiska svojej perspektívy je biomasa považovaná za kľúčový obnoviteľný zdroj energie. Biomasa sa podstatne odlišuje od iných zdrojov energie, pretože potrebuje pre svoj rast pôdu. V porovnaní s inými obnoviteľnými zdrojmi na Slovensku predstavuje biomasa po solárnej a geotermálnej energii zdroj s tretím najvyužiteľnejším potenciálom. Úplné nahradenie fosílnych palív v blízkej budúcnosti je s ohľadom na zotrvačnosť myslenia v súčasnosti málo reálne, no z dlhodobého hľadiska žiadne iné riešenie neexistuje. Oblasť podpory OZE je výbornou príležitosťou na zavedenie diverzifikácie trhu s energiami. "Takáto diverzifikácia bude prirodzeným regulátorom neoprávnene vysokých ziskov energetických monopolov".

Slovenská republika zatiaľ o schválení samostatného zákona o obnoviteľných zdrojoch energie a ani o jeho zaradení do legislatívnej prípravy neuvažuje. Na základe analýzy slovenskej legislatívy v oblasti OZE (hlavne biomasy), je možné konštatovať, že podporná politika v SR v otázkach využívania biomasy je nedostatočná, čomu nasvedčuje minimálny nárast zariadení na výrobu energie z biomasy a OZE vo

všeobecnosti. Strana zelených preto premiéra opakovane vyzýva na vytvorenie komisie nezávislých expertov, ktorej úlohou bude spracovanie alternatívneho scenára možného prechodu Slovenska od fosílnych palív k obnoviteľným zdrojom energie. SZ v tomto smere ponúka svoje skúsenosti, kapacity a návrhy riešení, ktoré by boli využiteľné v uvedenej oblasti. Príprava takéhoto strategického materiálu pre Slovensko a jeho následná implementácia by prispela k boju proti klimatickým zmenám a k vytvoreniu nových pracovných miest na Slovensku. Zároveň sa tým zvýši nezávislosť Slovenska od zdrojov energie mimo EÚ, ktoré sa dlhodobo ukazujú ako rizikové a nestabilné. Európska únia ako celok závisí z viac ako 50 % od dovozu primárnych zdrojov energie, často z politicky či ekonomicky nie veľmi stabilných regiónov. Stratégia EÚ v oblasti energie sa preto sústreďuje najmä na energetickú efektívnosť a využívanie OZE, ktorých potenciál v jednotlivých členských krajinách nie je zanedbateľný. Základnú filozofiu v oblasti využívania OZE predstavuje Zelená kniha. Výhodou biomasy je možnosť jej cieleného pestovania a to napr. v podobe energetických lesov, ktoré sú tvorené rýchlorastúcimi drevinami. Výsadba rýchlorastúcich drevín určených na energetické využitie je možnosťou ako využiť málo produktívne poľnohospodárske pôdy alebo iné nelesné pozemky. Rýchlorastúce dreviny sa vyznačujú krátkou rubnou dobou a s hmotným prírastkom významne prevyšujúcim priemerný prírastok ostatných drevín. Ťažba sa pohybuje medzi 2 až 5 rokmi a výsadba je obnovovaná až po 20 – 30 rokoch. Z hľadiska energetickej produkcie je však podstatné, že aj pri započítaní energetických vstupov je celková energetická bilancia kladná. Pomer získanej a vloženej energie do energetických lesov je zvyčajne 5:1. Slovensko ma dobrý potenciál na pestovanie energetických lesov a to vzhľadom na to že disponuje približne 355 830 ha pôdy, ktoré spĺňajú podmienky pre pestovanie rýchlorastúcich drevín. Výsledkom nedostačujúcej legislatívy je, že pri zakladaní energetických porastov, ktoré rastú mimo lesného pôdneho fondu sa vyžaduje súhlas orgánu ochrany prírody, ktorý sa vydáva v správnom konaní. Odhliadnuc od problémov, keď to nie je možné, sa aj pri najlepšej vôli dá súhlas vydať min. za mesiac, dva a často aj dlhšie, a to z nasledovných príčin – zdĺhavý postup správneho konania - upovedomenie o začatí konania, odborné stanovisko, prizvanie mimovládnych organizácií, ústne pojednávanie, námietky a pripomienky účastníkov a zúčastnených osôb, určenie náhradnej výsadby, alebo finančnej náhrady, vydanie rozhodnutia, jeho právoplatnosť a vykonateľnosť, odvolací proces, resp. podnety na preskúmanie rozhodnutia mimo odvolacieho konania a podobne čo môže trvať aj rok, kým je všetko uznané a v súlade so zákonom. A pritom

by stačilo (čo je už čiastočne vykonané) vyčleniť plochy, kde by sa dali pestovať rýchlorastúce dreviny (poľnohospodársky nevyužívané plochy, nezriedka husto zarastené sukcesnými štádiami), označiť tieto plochy za plantáže, na ktoré by bolo potrebné prijať osobitný zákon, kde by sa nevyžadoval súhlas orgánu ochrany prírody, ale mali by svoje osobitné režimy hospodárenia odlišné od hospodárenia v lese, alebo ochrany drevín zo zákona o ochrane prírody a krajiny a potom by snád' došlo k rozsiahlejšiemu pestovaniu energetických lesov.

Záver

V súčasnosti energetické využívanie biomasy na Slovensku výrazne zaostáva za potenciálnymi možnosťami - energetickými, ekonomickými a environmentálnymi. Využitelný ročný potenciál biomasy v SR je viac ako 35 PJ, avšak podiel zhodnocovanej biomasy na celkovej spotrebe primárnych palivovo-energetických zdrojov SR je v súčasnosti len cca 1%. S ohľadom na životné prostredie a ochranu neobnoviteľných prírodných zdrojov energie sa predpokladá, že energetické využitie biomasy bude alternatívnym obnoviteľným energetickým zdrojom. V budúcnosti biomasa nahradí podstatnú časť postupne miznúcich neobnoviteľných klasických zdrojov energie a tým zníži závislosť na dovoze energie zo zahraničia. Slovensko disponuje dostatočnou základňou biomasy, čo vytvára dobré predpoklady na jej efektívne energetické využívanie. Vytvorením nevyhnutných ekonomických a technických podmienok možno optimálnejšie využitie zdrojov biomasy dosiahnuť v relatívne krátkom časovom horizonte. Návratnosť vložených investícií je rýchla, s preukázateľným environmentálnym prínosom. Vzhľadom k uvedenému je optimálnym iniciačným krokom na zvýšenie podielu biomasy na výrobu tepla a elektriny podporiť investorov, ktorí chcú zabezpečiť náhradu fosílnych palív pri výrobe tepla a elektriny. Produkciu biomasy na energetické účely je možné podstatne zvýšiť za lepších ekonomických podmienok. Ide najmä o pestovanie energetických lesov rýchlorastúcich drevín na nevhodných a poľnohospodársky nevyužívaných pôdach. Veľkým prínosom tohto riešenia je aj zvýšenie ekologickej stability a zachovanie biodiverzity územia. Nevyhnutnou podmienkou pre dosiahnutie zámerov v produkcii biomasy z energetických lesov pre energetické využitie je realizácia programu zalesňovania poľnohospodársky nevyužitelných pôd pre produkciu biomasy ako obnoviteľného zdroja energie. Značnou nevýhodou zakladania energetických lesov sú náklady na ich založenie čo je asi 3 166€/ha, ale treba brať do úvahy, že to je jednorazová investícia na 25 až 30 rokov. Po založení porastu sú investície podstatne nižšie.

Na záver by som chcel poukázať na to, že Slovensko má veľký potenciál pre využívanie nevhodných alebo inak nevyužívaných pôd pre pestovanie energetických porastov, čo by prispelo k značnému vnútroštátnemu nahrádzaniu fosílnych palív a zníženiu závislosti na dovoze energie zo zahraničia.

8 Zoznam použitej literatúry

1. LULKOVIČOVÁ O. 2007. *Predikcia energetických a ekologických dopadov na minimalizáciu zaťaženia životného prostredia využívaním obnoviteľných zdrojov energie pri zásobovaní budov teplom: záverečná správa*. Bratislava: STU, 132 s.
2. MAGA, J.: 2008 *Komplexný model využitia biomasy na energetické účely*. 1. vyd. Nitra : SPU Nitra, 2008 183 s. ISBN 978-80-552-0029-3
3. MALCHO, M., – JANDAČKA, J.: 2007 *Biomasa ako zdroj energie*. 1. vyd. Žilina: GEORG, 2007 77 s. ISBN 978-80-969161-4-6
4. RYBÁR, R., – KUDELAS, D. 2007. *Energetické zdroje* roč. 12 2007, č. 2, s. 269-272
5. RYBÁR, R., – TAUŠ, P. 2008 *Alternatívne zdroje energie* roč. 13 2008, č. 3, s. 339-341
6. RYBÁR, R., – KUDELAS, D.: *Tradičné zdroje energie* 1. vyd. Košice: Edičné stredisko 2007. 182s. ISBN 978-80-8073-799-3.
7. TRENČIANSKY, M., – LIESKOVSKÝ, M., – ORAVEC, M.: 2007 *Energetické zhodnotenie biomasy*. 1. vyd. Zvolen: NLC, 2007. 147s. ISBN 978-80-8093-050-
8. SLUKA, ĽUDOVÍT. 2007. *Účelné a efektívne pestovanie biomasy na Slovensku*. In *Biomass Action Plan*, roč. 8, 2005, č. 1 s. 4-7.
9. VÉGH, O. 2005. Skúsenosti a perspektívy využívania obnoviteľných zdrojov energie. In: *Energia 2000*, roč. 5, 2005 č. 4, s. 6-7.
10. BOHUNICKÁ, Dagmar. 2007 *Biomasa*. 1. vyd. Žilina: GEORG, 2007. 68 s. ISBN 978-80-969161-3-9
11. Zákon č. 656/2004 Z.z. energetická politika o energetike a o zmene niektorých zákonov na obdobie 25 rokov.
12. <http://www.agroporadenstvo.sk/oze/legislativa/uznesenie.htm>
13. www.asb.sk
14. <http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/energeticka-v-ba-ako-zdroj-radosti-ze-sebestacnosti-regionov>
15. www.biom.cz
16. www.biomasa.sk
17. www.ekoenergie.sk/files/biomasa.doc
18. http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/rr_dreviny/rr_dreviny.aspx

19. www.podnemapy.sk
20. <http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/A2895598C3DDFC36C1256F2000364B9E?OpenDocument>
21. <http://www.seas.sk/encyklopedia/obnovitelne-zdroje-energie/>
22. <http://www.stefe.sk/menu/?b=16>
23. www.triplet.sk
24. www.tzb-info.cz
25. <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3983&h=8&th=56>
26. [http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc/6f640cefb49f4728c12571710040e7d7/\\$FILE/CelkoveEnerZhodnPv_Ke_SK.pdf](http://www.vucpo.sk/ganet/vuc/po/portal.nsf/wdoc/6f640cefb49f4728c12571710040e7d7/$FILE/CelkoveEnerZhodnPv_Ke_SK.pdf)
27. www.windpower.sk
28. <http://www.zas.sk/eu-fondy/skryte/modernizacia-fariem/>
29. <http://biom.cz/cz/odborne-clanky>