

Možnosti využití lesní dendromasy pro výrobu energie v podmínkách ČR

- Ing. Martin Nikl
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
Brandýs nad Labem, o.s.s., www.uhul.cz



Zbytková hmota z těžby dřeva

Využitelné množství LTZ po mytních a výchovných zásazích (max. 80%)

Tab.
Přepočet
hmoty
hroubí na
hmotu
stromovou
FRA 2005

Stromová dendromasa	rozdělení	poměr částí ve vztahu k hroubí s kůrou	poměr částí ve vztahu k celkové dendromase
Nadzemní dendromasa	kmen (hroubí) b.k..	0,89	0,66
	kůru (na hroubí)	0,11	0,08
	větve (nehroubí) s.k.	0,14	0,11
	pařez	0,02	0,02
	asimilační aparát	0,06	0,05
Celkem nadzemní b..		1,22	0,91
Podzemní dendromasa	kořeny	0,12	0,09
Celková dendromasa		1,34	1,00

zdroj:

FRA 2005

přepočet z FRA 2005

pozn.: hroubí + kůra = 1,0

pařez + kořeny = 0,14

Hlavní faktory pro volbu technologie a logistiky:

- hospodářský způsob (holosečný, násečný, podrostní),
- těžební metoda (stromová, kmenová, sortimentní),
- terénní podmínky (dostupnost, sklon svahu, únosnost terénu, překážky).

Využitelnost a přepočty zbytkové hmoty z těžby dřeva

Okruh doporučení	doporučuje se / vhodné podmínky	nedoporučuje se / nevhodné podmínky
Lesní těžební zbytky z mýtních těžeb	<ul style="list-style-type: none"> ○ větve ○ stromové vršky (nehroubí) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ asimilační aparát ○ pařezy ○ kořeny
Technická využitelnost (reálné možnosti sběru)	80 % LTZ na celé ploše mýtní těžby	20 % LTZ zůstává na ploše
Terénní dostupnost (terénní typy)	<ul style="list-style-type: none"> ○ stanoviště únosná bez větších terénních překážek a sklonem 0-40 %, tedy ○ terénní typy: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41 a 42 	<ul style="list-style-type: none"> ○ stanoviště se sklonem nad 40 %, neúnosná, s překážkami a nerovnostmi, tedy: ○ terénní typy: 15, 16, 25, 26, 29, 35, 36, 39, 43, 45, 46, 49, 59, 69
Hospodářský způsob	<ul style="list-style-type: none"> ○ maloplošně pasečný (holosečný) ○ násečný ○ podrostní ○ výběrný 	- (rozptýlenost LTZ / velikost holiny)
Těžební metoda	<ul style="list-style-type: none"> ○ kmenová ○ sortimentní 	<ul style="list-style-type: none"> ○ stromová (nevhodná z důvodu odběru asimilačního aparátu)

Přepočty zbytkové hmoty z těžby dřeva

- Přepočet na kůru (Vyhláška 84/1996 Sb.)
- Přepočet objemových jednotek (m³) na jednotky hmotnostní (tsuš), CzechCARBO:

$$\text{množství sušiny biomasy (tsuš)} = V * BEF$$

$$BEF = a + b * EXP(-Age/100)$$

- Další objemové, hmotnostní a energetické přepočty (podíl vlhkosti)

Tab. Objemové přepočty (Ibler et Ibler, 2003)

	m ³ (plm)	Prm	prms
m ³ (plm)	1	1,54	2,5
Prm	0,65	1	1,61
Prms	0,4	0,62	1

Tab. Hmotnostní charakteristiky dřevin při změně vlhkosti (Božděch, Černák 1987)

Dřevina	Hmotnost dřeva při dané relativní vlhkosti (kg/m ³)		
	15%	30%	60%
Smrk	480	618	895
Borovice	524	658	927
Buk	702	836	1104
Dub	748	870	1114
průměr	614	746	1010

Tab. Příklady přepočtů hmotnosti a výhřevnosti dříví při různém obsahu vody (ÚHÚL, 2009)

Objemová hmotnost a výhřevnost dříví podle obsahu vody					
dříví	vlhkost (%)	hmotnost (kg/m ³)	výhřevnost (MJ/kg)	kWh/kg	toe/t dřeva
čerstvé	60	1010	8	2,32	0,192
skladované	30	746	12	3,49	0,288
vyschlé	15	614	15	4,13	0,36

Místa zpracování těžebních zbytků

- „P“ - pařez, těžební plocha – sběr do hromad/valů, zpracování nevhodné, vyšší pracnost a náklady, štěpku k ponechání rozptýlit po ploše
- „OM“ - odvozní místo – přibližování LTZ, štěpkování, odvoz, obecně vhodné, vyšší koncentrace, nasazení mechanizace
- „S“ – sklad, kotel – v případě velkých objemů, nutný transport komprimovaného klestu nebo balíků



Technologie pro zpracování těžebních zbytků a popis výrobního procesu lesní biomasy

a) Sběr klestu a těžebních zbytků

- ruční snášení klestu, mechanické shrnování klestu nebo sběr v kombinaci se svazkováním.
- Hromady, valy, balíky
- Shrnovače, balíkovač, harvestor ukládající klest do hromad.

b) Vyvezení na OM ke štěpkování/drcení

- vyvážecí soupravy, vyvážecí polopřívěsy upevněné na UKT

Technologie pro zpracování těžebních zbytků a popis výrobního procesu lesní biomasy

c) Zpracování – štěpkování / drcení / balíkování

- Štěpkovače –nože, menší a mobilnější, výkon menší, náchylné k poškození. Desítky m³ klestu.
- Drtiče –kladiva, výkon i odolnost větší, frakce rozrůzněná. Stovky m³ klestu.
- Svazkovače/balíkovače (bundlers) –vysoce výkonné, v ČR 2 kusy, průřez balíků 40 - 70 cm, délka 3 m, hmotnost 400 do 700 kg. Štěpkují se před spálením. Nepravidelné vysychání, zaplétání vázací šňůry do drtícího mechanismu.

d) Nakládka a doprava

- Nakladače – různé typy, prstový drapák.
- Minimalizovat manipulaci, využití velkoobjemových kontejnerů 60 m³ až 90 m³
- Ekonomická dopravní vzdálenost 50km, u menších dodávek 20km.

Technologie pro zpracování těžebních zbytků a popis výrobního procesu lesní biomasy

f) Přejímka

- Přejímka dendromasy - rychle, průhledně a jednoduše, dostatek údajů. Jednotka fakturace:
- tuna dodané dendromasy,
- prostorový metr dodané dendromasy,
- atrotuna dodané dendromasy
- gigajoule obsažený v dodané dendromasy,
- gigajoule vyrobený z dodané dendromasy.

g) Skladování

- Náročnost na plochu, nebezpečí degradace materiálu, riziko samovznícení. Řešením zkrácení doby skládkování.

Výpočet zásob LTZ z výhledů těžeb

- Porostní zásoby hroubí z LHP a LHO v IDC ÚHÚL
- Výhledy těžeb obnovních. Výpočet se řídí legislativním postupem ve vyhl. 84/1996 Sb.
- LTZ = množství nehroubí s kůrou dostupné ročně. Model pro 2009 - 2018.
- Omezující faktory legislativní – LO, LZU
- Omezující faktory ekosystémové – nevhodné SLT
- Omezující faktory ochrany přírody –CHKO, NP

Studie MŽP „Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost“ (2009)

Tři kategorie odstupňovaného rizika:

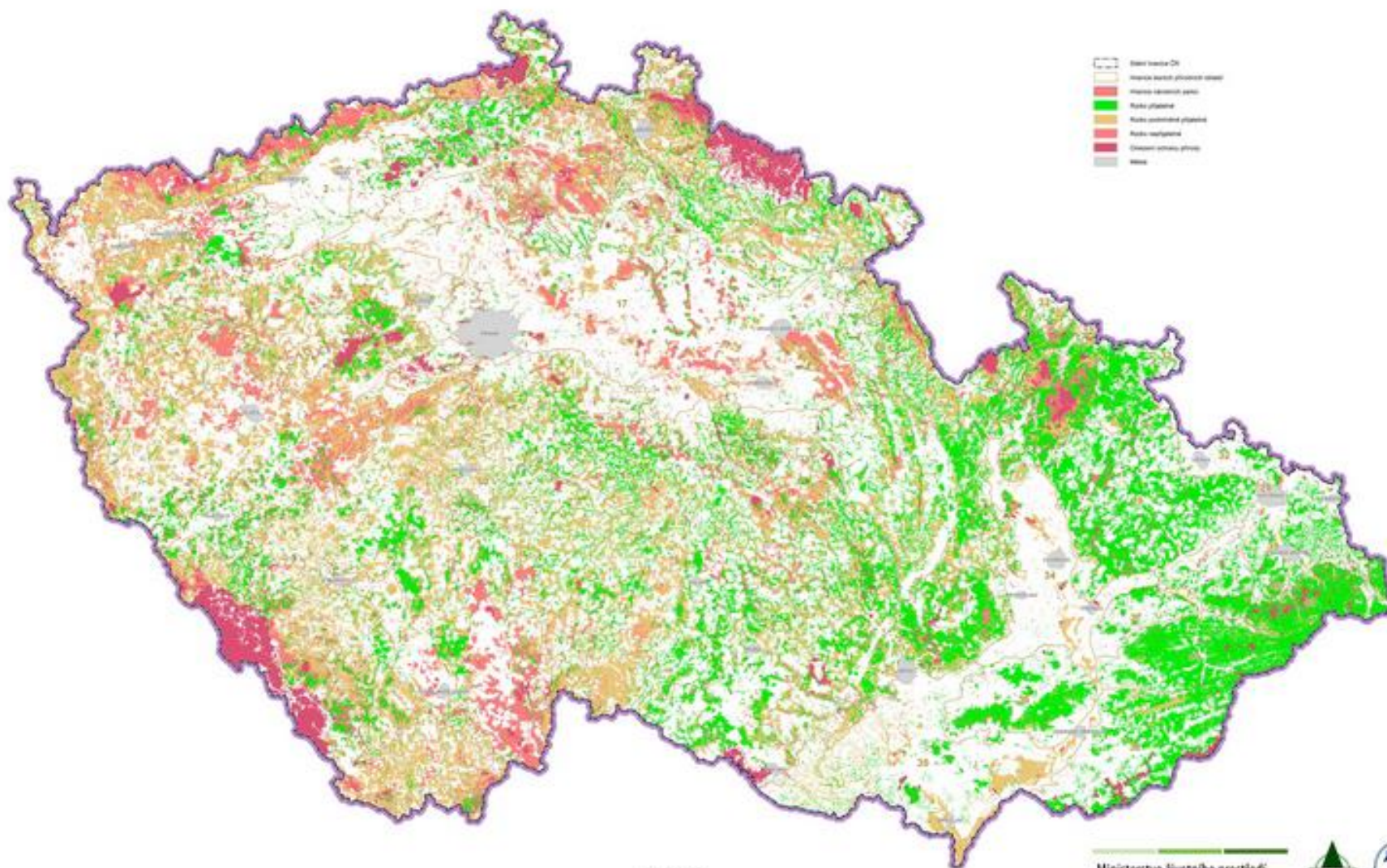
- přijatelné rizika, technologicky možno využít 80 % objemu LTZ
- podmíněně přijatelné riziko, využití LTZ limitováno na 60 %
- nepřijatelné riziko, kde požadavky ochrany přírody a stanovištní podmínky nepřipouští sběr LTZ.

Plocha, ze které je v určité míře možno využívat LTZ, má rozlohu 1 655 214 ha, podíl 61,37 % PUPFL vůči 38,63 % plochy nepřijatelného rizika.

Dostupné množství:

- omezující podmínky lesnické legislativy - 812 456 m³/rok.
- omezení rozšíří o ekosystémový pohled - 612 866 m³/rok.
- další požadavky orgánů ochrany přírody - 503 819 m³/rok.

Vymezení zón odběru lesních těžebních zbytků se zohledněním rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost



Zpracoval a vytiskl ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Brno

1 : 500 000
0 25 50 75 100
km

Ministerstvo životního prostředí
České republiky



Studie MŽP „Analýza energetické bilance, efektivity a logistiky zpracování lesních těžebních zbytků pro energetické využití“ (2010)

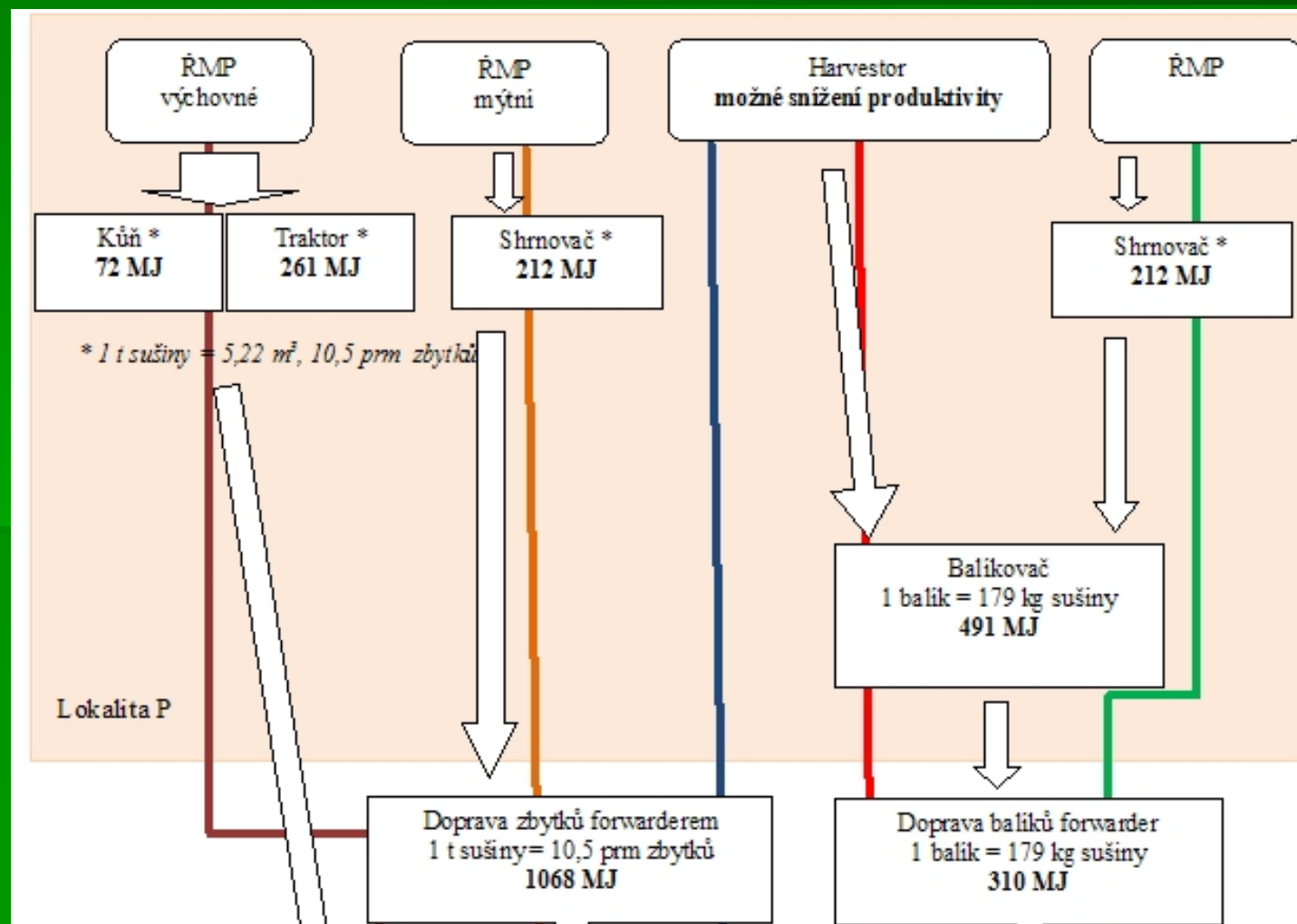
Obsah studie:

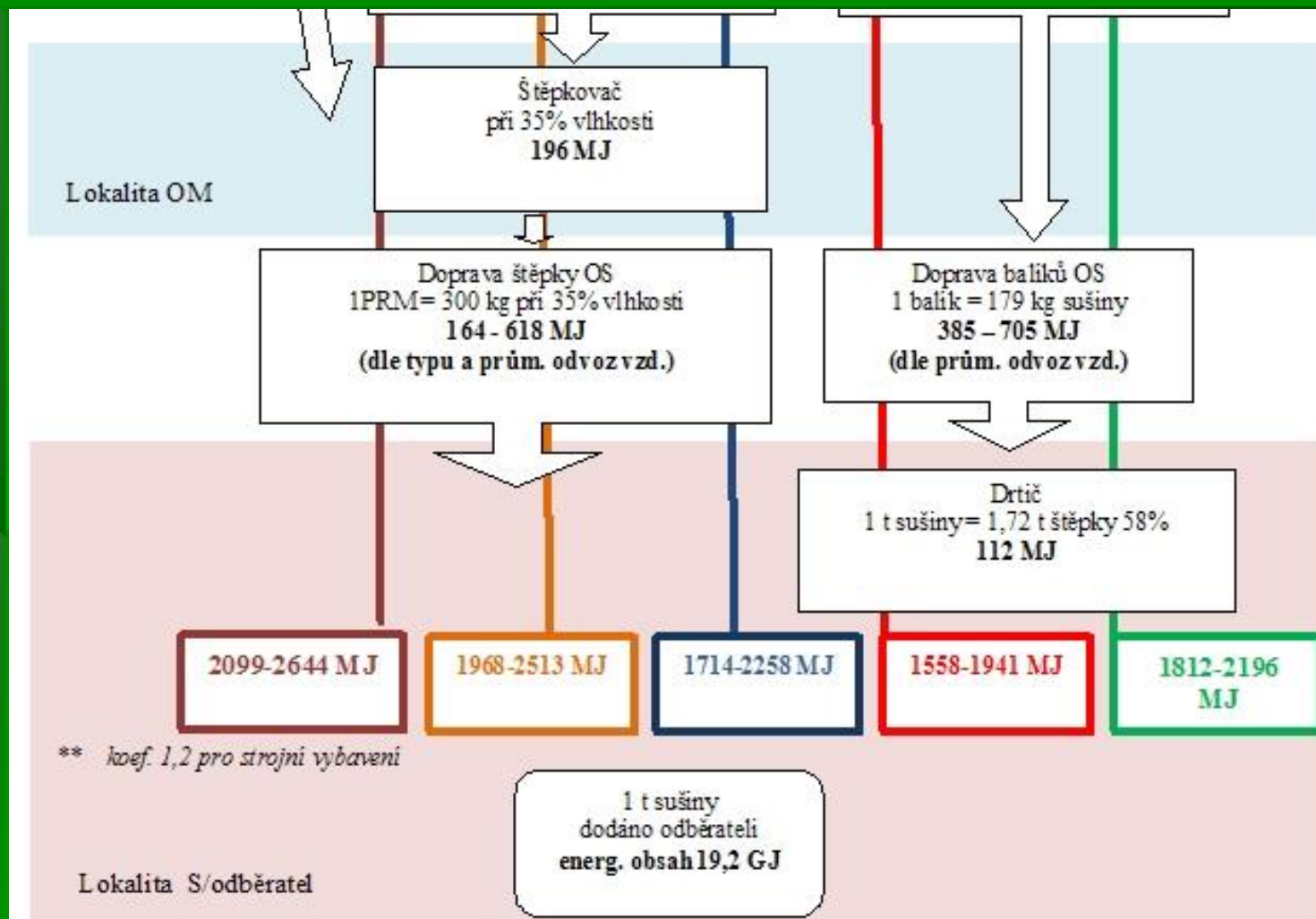
- Popis výrobního procesu lesní biomasy (P – OM – S)
- Metodika výpočtu energetické náročnosti operací a energetické bilance – energetický audit na bázi LCA, pure energy ratio (R. Klvač, Mendelova univerzita)
- Sběr a vyhodnocení dat a analýza energetické náročnosti technologií:
 - kůň, traktor, shrnovač klestu, forwarder, štěpkovač, balíkovač, odvozní soupravy, drtič.
 - spotřeba paliva, olejů a maziv. Energetická náročnost a emise.
- Stanovení energetické bilance a hodnocení technol. postupů
- Logistika LTZ - hodnocení terénních podmínek, dostupnosti a lesní dopravní sítě, stupně náročnosti technologií, modelová aplikace. Dopravní podmínky v krajích ČR
- Diskuze k účinnosti využití získaných zdrojů při výrobě energie

Energetická bilance výroby LTZ

- **přepočtem na 1 tunu sušiny**
- provozní fáze = 80%, sumární hodnota zvýšena o 20 % (byl použit koeficient 1,2)
- Koeficient čisté energie (PER) = poměr energie získané ve štěpce dodané odběrateli vzhledem k energii spotřebované při celém procesu sběru, zpracování a dopravě lesních těžebních zbytků a štěpky

Hodnocení technologických řetězců





Hodnocené řetězců podle energetické náročnosti

- Energeticky nejvýhodnější - „**harvestor – balíkovač – doprava – drtič**“: vysoká výkonnost vykazuje nejvyšší koeficient čisté energie. Nutné práci harvestoru přizpůsobit následnému využití LTZ. Energetická náročnost = 1558 až 1941 MJ na 1 tunu sušiny štěpky.
- Druhý nejúspěšnější „**harvestor – forwarder – štěpkovač**“: příprava LTZ při těžbě a vysoký výkon. Oproti balíkovači je možné nechat LTZ proschnout a štěpkovat a odvážet částečně proschlý materiál. Energetická náročnost = 1714 až 2258 MJ na 1 tunu sušiny štěpky.

Hodnocené řetězců podle energetické náročnosti

- Další varianta „**ŘMP – shrnovač – balíkovač – doprava – drtič**“: problémové aspekty jako zaplétání vázací šňůry při dezintegraci drtičem nebo nestejněměrné prosýchání balíků před drcením. Energetická náročnost = 1812 až 2196 MJ na 1 tunu sušiny štěpky.
- Méně výhodná varianta „**ŘMP – shrnovač – forwarder – štěpkovač**“: nižší výkon ŘMP a shrnovače oproti harvestoru. Energetická náročnost = 1968 až 2513 MJ na 1 tunu sušiny štěpky.
- Nejméně energeticky výhodný (= nejvíce en. náročný) „**kůň/traktor – forwarder – štěpkovač – doprava**“: nízká výkonnost koně a vysoká spotřeba traktoru, např. soustředování LTZ v porostech s rozptýlenými (výběrnými) těžbami. Ale nejšetrnější. Energetická náročnost = 2099 až 2644 MJ na 1 tunu sušiny štěpky.

Diskuze k účinnosti využití získaných zdrojů při výrobě energie

■ Účinnost využití 1 tsuš dendromasy v různých technologiemi

technologie	energetický obsah 1 tsuš dendromasy (GJ)	energetická bilance výroby paliva (vliv dopravy*) (GJ)	en. obsah paliva dodáno odběrateli** (GJ)	účinnost kotle (%)	výsledný energetický zisk z 1tsuš biomasy (GJ)	koeficient čisté energie (pure energy ratio)
	1	2	3=1-2	4	5	6=1:(1-5)
lokální teplárna 0,5-1 MW	19,2	1,8	17,4	85-93	14,79 - 16,2	4,35 - 6,4
kombinovaná výroba (KVET)	19,2	2,1	17,1	60-70	10,26 - 11,97	2,14 - 2,66
velká elektrárna (spoluspalování)	19,2	2,5	16,7	23-27	3,84 – 4,5	1,25 – 1,31

Zdroj: ÚHÚL 2010

Poznámky:

*lokální zdroje v blízkosti, energetické náklady při spodní hranici

velké vyžadují svoz zdrojů z větších vzdáleností se en. náklady na dopravu budou pohybovat při horní hranici

** čím delší doba skladování u odběratele, tím větší degradace materiálu (cca 5% měsíčně)

logistický problém: u velkých teoretické ztráty, větší předzásobením, tím určitá degradace

Výstupy analýzy energetické bilance LTZ

- Výsledky energetické bilance se u různých řetězců liší a **koeficient čisté energetické bilance** se pohybuje mezi **8 a 12** dle zvoleného řetězce.
- Množství získané energie 1 tuny sušiny štěpky je tedy osm až dvanáctkrát vyšší než množství energie spotřebované během jejího zpracování a její dopravy k energetickému zdroji.
- **Mechanizované technologie** (harvestor, forwarder, balíkovač) se díky vysokému výkonu jeví jako energeticky výhodnější **oproti šetrnějším technologiím** (ŘMP, kůň, traktor), které však najdou uplatnění ve specifických podmínkách zejména při přírodě bližších způsobech hospodaření nebo v lesích malých vlastníků.

Výstupy analýzy energetické bilance LTZ

- Nejvyšší koeficient čisté energie vychází u vysoce efektivních **tepláren**. Při kombinované výrobě tepla a elektrické energie je koeficient přibližně poloviční. Nejnižší koeficient daný nízkou účinností spalování vychází u velkých kondenzačních elektráren.
- Na základě studie lze prohlásit, že detailní hodnocení energetické bilance výroby lesní biomasy v podmínkách lesního hospodářství ČR je možné a bylo by nanejvýš vhodné je srovnat s bilancí ostatních energetických zdrojů jak obnovitelných tak fosilních. Možná bychom byli překvapeni skutečnou účinností, skutečnou udržitelností námi využívaných energetických zdrojů.

Studie MŽP „ Analýza ekonomické efektivity zpracování a energetického využití dendromasy pro výrobu tepla a elektrické energie“ (2011)

Obsah studie:

- Lesní těžební zbytky, dendromasa z plantáží RRD a energetických plodin
- Ekonomika technologických procesů zpracování LTZ
- Účinnost energetického využití biomasy
- Možnosti podpory dotací biomasy
- Doporučení nejlepšího postupu
- Diskuze k účinnosti využití získaných zdrojů při výrobě energie

Ekonomická analýza výroby lesních těžebních zbytků

Náklady při produkci štěpky v Kč/t z lokality P

	Kč / t	
	Rok 2011	Rok 2007
platba – vlastníkově na P	151	85,50
vyvážení	328	446
štěpkování/drcení	275	404
doprava na deponii	111	101
nakládka	37	32,50
doprava k energet. zdroji	208	256,50
marže 10%	114	125
celkem	1224	1450,50

Náklady při produkci štěpky v Kč/t z lokality OM

	Kč / t
	Rok 2011
platba – vlastníkově na OM	373
štěpkování/drcení	275
doprava na deponii	111
nakládka	37
doprava k energet. Zdroji	208
marže 10%	114
celkem	1118

Vývoj cen u vybraných odběratelů energetické štěpky

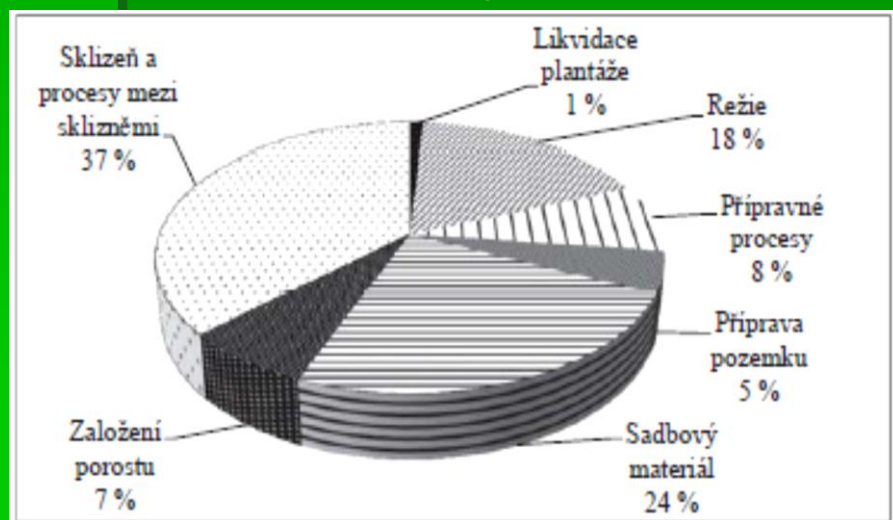
Vývoj cen (Kč/GJ)		
rok	odběratel	
	Štětí	Plzeňská teplárenská
2007	110	110
2008	119	115
2009	106	115
2010	119	120
2011	119	115

Srovnání ekonomiky produkce dendromasy z plantáží RRD, energetických plodin

Výnos a cena biomasy energetických plodin (VUKOZ 2010)

Plodina	výnos tsuš/ha/rok	cena (min) Kč/GJ	cena (min saps) Kč/GJ
RRD	12,1	109	80
lesknice rákosovitá (jaro)	6,0	77	31,1
lesknice rákosovitá (léto)	8,1	132,9	77,2
ozdobnice (miscanthus)	13,0	93	72
energetická tráva	11,0	141	103
šťovík	10,0	48	25
kukuřice	43,1	242	214
triticale	15,3	44,7	62,6

Struktura současné hodnoty nákladů– plantáž RRD



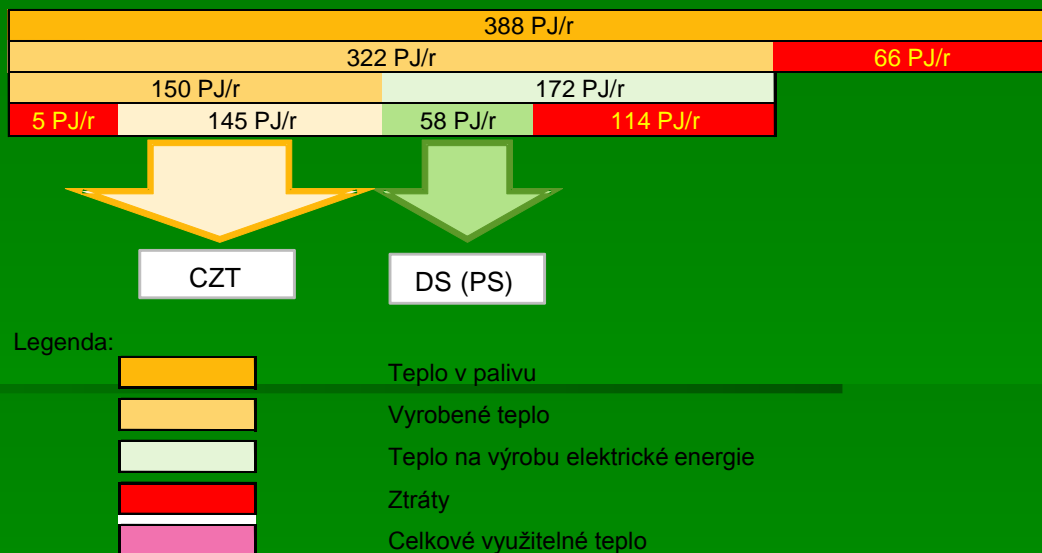
Náklady na 1 ha výsadby ozdobnice

Položka	Počet cyklů	Náklady na cyklus	Náklady celkem
Příprava pole pro vysazení	1	4 800 Kč	4 800 Kč
Nákup kořenových oddenků (10 000 ks)	1	100 000 Kč	100 000 Kč
Výsadba	1	4 600 Kč	4 600 Kč
Zaválcování	1	2 100 Kč	2 100 Kč
Postřiky (odplevelení)	1	3 900 Kč	3 900 Kč
Sklizení biomasy	5	3 600 Kč	18 000 Kč
Celkové náklady			133 400 Kč

Účinnost energetického využití biomasy a výroba tepla v České republice

Tok energie v teplárenství – skutečnost 2010

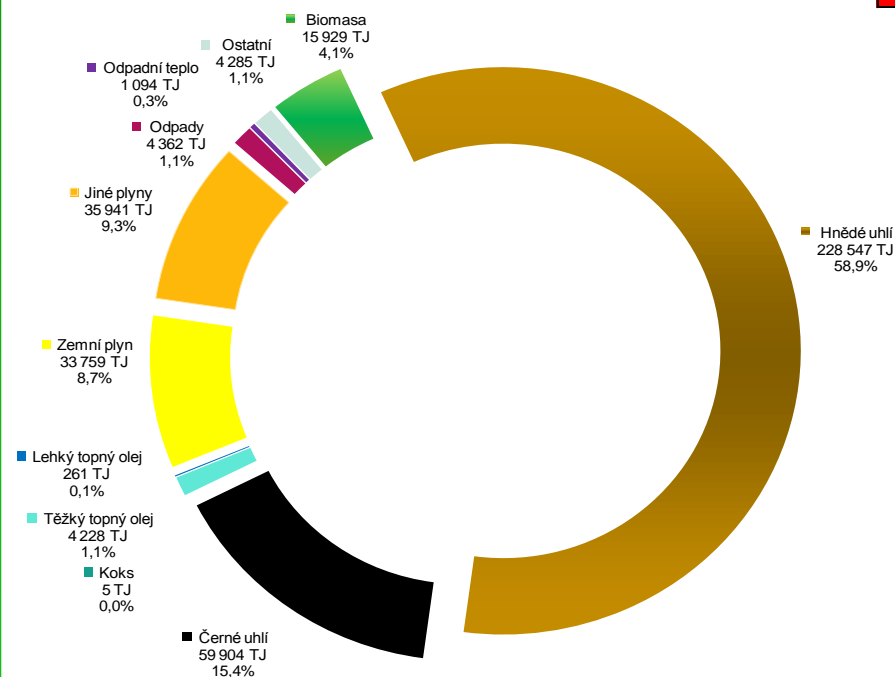
„Z hlediska skladby energetických zdrojů se u CZT předpokládá postupné snižování spotřeby uhlí ze současných 124 PJ na 77 PJ a nárůstu biomasy na 18,7 PJ v roce 2020, spotřeba zemního plynu se nepatrně zvýší na 36 PJ a u kapalných paliv se předpokládá pokles na 2 PJ.“



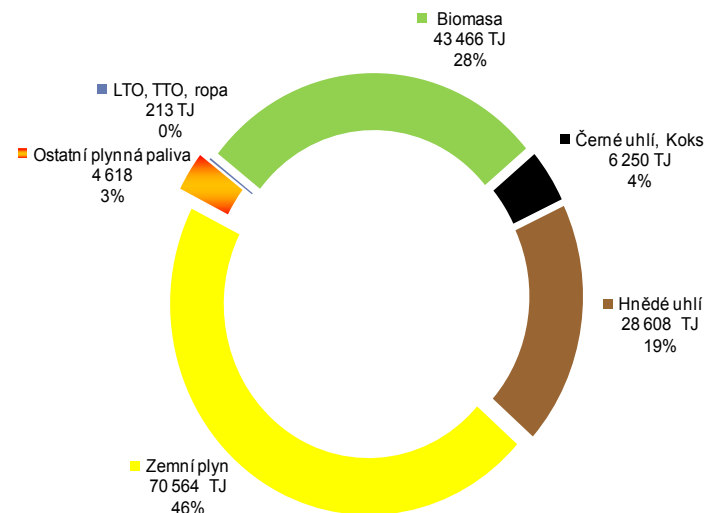
Palivový mix výroby tepla v teplárnách (2010)

Koeficient teplárenské výroby 0,40

185 PJ/r 203 PJ/r



Rozdělení spotřeby PEZ na výrobu tepla domácností (2009)



Možnosti podpory dotací biomasy

Přehled o finančních příspěvcích na výrobu lesní štěpky dle jednotlivých krajů

Kraj	Plocha, na kterou byla podána žádost		Plocha, na kterou byla přiznána		Výše podpory na 1 ha dle pravidel kraje		Celková výše požadavku		Celková výše přiznaná	
	Štěpka na místě	Bez Omezení	Štěpka na místě	Bez omezení	Štěpka na místě	Bez omezení	Štěpka na místě	Bez omezení	Štěpka na místě	Bez omezení
<i>Jednotka</i>	<i>Ha</i>	<i>Ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>Kč/ha</i>	<i>Kč/ha</i>	<i>tis.Kč</i>	<i>tis.Kč</i>	<i>tis.Kč</i>	<i>tis.Kč</i>
Středočeský		587		440		12000		7 045		5 280
Jihočeský	228		184		12000		2 737		2 203	
Plzeňský	82	212	58	138	13000	4000	1 071	848	748	550
Karlovarský		23		23		12000		275		227
Liberecký		15		10		12000		182		126
Vysočina	91		90		12000		1 092		1 086	
Jihomoravský	59		51		12000		706		608	
Olomoucký		58		52		12000		695		619
Zlínský		23		23		12000		275		274
Moravskoslez.		67		50		12000		802		606
CELKEM	460	985	382	736			5 606	10 122	4 645	7 682

- Přímá dotační podpora pro vlastníky lesa od roku 2011 na výrobu lesní štěpky není aktivní.
- Legislativa MPO vznikala ve spolupráci s MŽP a byla pod značným tlakem výrobců elektřiny (ČEZ) – dopady: LTZ pro výrobu elektřiny, nízká účinnost, přepravní vzdálenosti, snížení disponibilní hmoty, porušování kategorizace druhů biomasy.
- Až 2010 návrh novely zákona – podporu elektřiny a tepla částečně vyrovnal, zákonu č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. Veškeré finanční podpory v kompetenci MPO a MŽP tedy směřují mimo vlastníky lesa, tj. mimo prvovýrobu lesní biomasy pro energetické účely !!
- Na výrobu tepelné energie v roce 2010 bylo spotřebováno celkem 1 020 tis. tun lesní bioamasy (palivové dříví: 36 tis. tun, štěpka+odpad: 985tis. tun).
- Východisko? Aktivní spolupráce Mze, ČSÚ, MŽP a MPO.

Popis žádoucího věcného stavu a dosažitelných cílů

Pro plynulé a udržitelné využívání je třeba zohlednit příklady dobré praxe a optimální fungování existujících systémů a nástrojů.

Žádoucí věcný stav využívání lesní dendromasy pro výrobu energie:

- z pohledu technologií: příprava klestu při těžbě s ohledem na sběr, minimalizace počtu operací, využívání přírodě přátelských ale vysoce výkonných technologií
- z pohledu ekonomiky výroby: minimalizace počtu operací a manipulace s klestem a štěpkou, udržitelné využívání dendromasy/biomasy i bez dotací, nefinanční podpora státu pro rozvoj využívání biomasy a budování dlouhodobé důvěry výrobců i spotřebitelů, rozšíření statistického zjišťování o ekonomických ukazatelích výroby, zpracování a objemu dodávek lesní dendromasy

Popis žádoucího věcného stavu a dosažitelných cílů

Pro plynulé a udržitelné využívání je třeba zohlednit příklady dobré praxe a optimální fungování existujících systémů a nástrojů.

Žádoucí věcný stav využívání lesní dendromasy pro výrobu energie:

- z pohledu energetiky: stejná podpora výroby tepla a elektrické energie, přísnější limity pro účinnost spalování, diverzifikace zdrojů, podpora lokální energetické soběstačnosti, sloučení kategorií biomasy pro zabránění účelové záměny
- z pohledu ekologického: shoda nad vhodností lesních pozemků pro využívání lesní dendromasy (základ metodika ÚHÚL), vědecké poznání koloběhu živin a uhlíku pro vyrovnaní se s klimatickou změnou a zajištění udržitelného hospodaření a biodiverzity, snížení tlaku na lesní zdroje pomocí rozvoje ostatních zdrojů dendromasy a biomasy na nelesní půdě
- z pohledu sociálního: rozvoj „bioekonomiky“ pro podporu venkova a zaměstnanosti.

Děkuji za pozornost

- **Ing. Martin Nikl**
- Forest Management Institute
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
Brandýs nad Labem, organizační složka státu
- pobočka Brno
- Vrázova 1
- 616 00 Brno
- t: +420 544 509 818
- m: +420 724 255 465
- f: +420 541 211 186
- e: nikl.martin@uhul.cz

- Příspěvek autora z akce VZĚLÁVACÍ KURZ
PRO ODBORNÉ LESNÍ HOSPODÁŘE
– Křtiny 15.-16.5.2012

