



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby



Fakulta lesnická a dřevařská

Dřevěné uhlí - přidružená lesní výroba a ekologická certifikace

Diplomová práce

Vypracoval: Petr Straka
Vedoucí bakalářské práce : Mgr.Ing.Michal Hrib, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Bc. Petr Straka, r.č.: 731010/3042

V Dolní Olešnici 25.3.2011

.....

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Straka Petr

Lesní inženýrství

Název práce

Dřevěné uhlí – přidružená lesní výroba a ekologická certifikace

Anglický název

Charcoal - Minor Forest Produce and Environmental Certification

Cíle práce

Autor se zaměří na produkt lesní výroby – dřevěné uhlí - zejména z technologického a ekonomického pohledu, také z hlediska certifikace, jakožto nástroje tržní regulace obchodování s výrobky pocházejícími přímo z recentních přírodních zdrojů. Podstatnou částí práce je historická rešerše pramenů a aplikační část – porovnání tří provozů (a technologií) výroby dřevěné uhlí.

Metodika

1. Úvod
2. Historie výroby dřevěného uhlí v českých zemích – rešerše pramenů
3. Technologické postupy výroby dřevěného uhlí používané v historii
4. Právní předpisy a ekologická omezení pro povolení provozů výroby dřevěného uhlí
5. Současné technologické postupy výroby dřevěného uhlí používané v ČR – příklady a srovnání nejméně tří provozů v ČR
6. Proces certifikace produktu dřevěného uhlí v podmínkách tržního hospodářství
7. Možnosti a perspektivy výroby produktu v podmínkách tržního hospodářství
8. Diskuse
9. Závěr
10. Přehled použitých zdrojů
11. Přílohy
12. Souhrn v cizím jazyce

Bibliografické údaje pro použité zdroje informací budou citovány v souladu s normou ČSN ISO 690 (01 0197)

Harmonogram zpracování

- 2010 zadání diplomové práce
- 2011 konzultace s vedoucím práce
- 2011/06 obhajova kvalifikační práce

Rozsah textové části

40-60 stran

Klíčová slova

přidružená lesní výroba, dřevěné uhlí, certifikace

Doporučené zdroje informací

BRIANNE, D.- DOAT, J. Guide technique de la carbonisation. La fabrication du charbon de bois. ÉDISUD, 1985, 179 p.. ISBN 2-85744-217-3

KUCHTÍK, J. Přidružená lesní výroba. VŠZ Brno, 1973, 288 s.

LUKÁČ T. Komplexní využití biomasy v lesnom hospodárstve. Skriptum VŠLD Zvolen, 1980, 186 s.

MATYÁŠ K. a kol. Lesní těžba, 2. díl, SZN Praha, 1960, 516 s.

MAYER, A. Le charbon de bois. OSN – FAO, Rome, 1974, 99 p.

SIMANOV, V. Přidružená lesní výroba. 1. vydání, MZLU v Brně, 1995, 88 s.

Dřevěné uhlí. Dostupné z: <http://www.drevenuehli.cz/> [citováno dne 15.6.2009]

Skanzen výroby dřevěného uhlí. Dostupné z: http://www.volny.cz/skanzen_lhota/index.html [citováno dne 15.6.2009]

Charcoal. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Charcoal> [citováno dne 15.6.2009]

Odborné časopisy Silvia Bohemica Lesnická práce

Vedoucí práce

Hrib Michal, Mgr. Ing., Ph.D.

Konzultant práce

Ing. Jan Dovrtěl

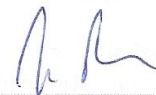
Termín odevzdání

duben 2011



Mgr. Ing. Michal Hrib, Ph.D.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 7.3.2011

Abstrakt

Dřevěné uhlí je snadno hořlavý, vysoce uhlíkatý, nekrystalický produkt suché destilace dřeva. Kvalitní uhlí hoří pomalu a vydává sálavé teplo (400–500°C), bez plamenů a kouře. Jeho využití je různorodé – od hutnictví až po potravinářský průmysl.

Výroba dřevěného uhlí je nejstarší, ale stále používanou metodou zušlechťování dřeva pro energetické využití. Od původního pracného a neekologického tepelného rozkladu dřeva v milířích se postupně přecházelo k suché destilaci v karbonizačních pecích až k soudobým, ekologicky nejpříjemnějším, karbonizačním retortám.

V současné době je výroba dřevěného uhlí regulována jak ekologickými, tak ekonomickými zákonitostmi. Podléhá řadě právních a ekologických předpisů, které nutí výrobce používat ty technologie, které daným omezením nejvíce vyhovují.

Pohybu dřevěného uhlí na trhu v současných ekonomických podmínkách napomáhá systém certifikace na národní i evropské úrovni.

Ekonomické a ekologické důvody stojí za útlumem výroby dřevěného uhlí u nás. Poptávka je z velké části saturována importem.

Abstrakt

The charcoal is easily flammable, highly carbonaceous, non crystallic product of the dry wood distillation. The high-quality charcoal burns slowly, gives radiant heat (400 - 500°C), without flames and smoke. Its use is diverse - from the metallurgical to the food-processing industry.

The charcoal production is the oldest, but still used method of the wood refine for energy use. From the initial laborious and non-ecologic heat decomposition in piles its production progressively changed to the dry distillation in the carbonization kilns and to the contemporary carbonization retorts, which are environmentally most acceptable.

The present charcoal production is regulated by ecological and economic laws. It is subordinates to a lot of legal and ecological regulations and that is why the producers are pressurized into the technology use, which is the most satisfactory to those restrictions.

The charcoal movement on the market in the present economic conditions is promoted also by the certification at the national and European level.

For the economic and ecological reasons is the charcoal production reduced in our country. Its demand is meet mostly by import.

Seznam citací:

Str.6) KUČHTÍK, J. *Zpracování dřeva*, VŠZ Brno, 1967, 196s.

Str.8) CYRUS 2010, osobní sdělení

Str.9, řádek 16) HRABÁK, J. *Železářství v Čechách jindy a nyní*, Praha, 1909

Str.9, řádek 19) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.9, řádek 32) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.10, řádek 15) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.11, řádek 3) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.11, řádek 12) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.12, řádek 28) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.13, řádek 14) Skanzen Lhota Anonym 2010

Str.14) časopis HÁJ, SCHINDLER, Hradec Králové a Praha, 1872

Str.81) SIMANOV, V. *Energetické využívání dříví*, Terrapolis Olomouc, 1995

Seznam obrazových příloh:

Obr.1	Ležatý milíř (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)	16
Obr.2	Stojatý milíř (severoněmecký) (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)	19
Obr.3	Řez severoněmeckým milířem (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)	19
Obr.4	Půdorys a průřez pecí (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)	20
Obr.5	De la Chabeaussierova pec (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)	22
Obr.6	Milíř před zapálením (KADERA 2010)	33
Obr.7	Dřevěné uhlí „řez milířem“ (KADERA 2010)	33
Obr.8	Karbonizační pec „MLČEK“	35
Obr.9	Dopalovací komora	39
Obr.10	EKOMONTTI RTP 01 (EKOMONTI LUKOV ZLÍN 1999)	41
Obr.11	EKOMONTTI RTP 02 (EKOMONTI LUKOV ZLÍN 1999)	42
Obr.12	Karbonizační pec typu Sypták	43
Obr.13	Karbonizační pec typu Fischer – Kořán	44
Obr.14	Karbonizační retorta Lambiotte	45
Obr.15	Stavební vybavenost (SERVIS LES ČINĚVES 2008)	49
Obr.16	Karbonizační retorta typu Lambiotte (SERVIS LES ČINĚVES 2008)	53
Obr.17	Kruhové ocelové karbonizační pece (LČR s. p., LZ ŽIDLOCHOVICE 2000)	54
Obr.18	Ocelové karbonizační pece typu Fischer-Kořán (CYRUS 2011)	57
Obr.19	Schéma C-o-C	76

Seznam použitých tabulek:

Číslo tabulky	Název	Strana
1	Použité hist. měrné jednotky a jejich přibližné hodnoty dle SI	4
2	Výhřevnosti materiálu na bázi dřeva	6
3	Procentuální náklady některých železáren v 16. století	11
4	Váhová výtěž stojatých milířů	19
5	Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší	25
6	Skupiny odpadů se vztahem k výrobě dřevěného uhlí	27
7	Seznam některých nebezpečných vlastností odpadů	28
8	Technické parametry karbonizační pece a dopalovací komory	35
9	Technické parametry EKOMONTTI RTP 01	40
10	Tabulka výnosnosti	50
11	Produkce dř. uhlí firmy SERVIS LES v letech 2000-2010	53
12	Produkce dřevěného uhlí na LZ Židlochovice	56
13	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2000	58
14	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2001	58
15	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2002	59
16	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2003	59
17	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2004	59
18	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2005	60
19	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2009	60
20	Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2010	60
21	Rekapitulace výroby dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn	61
22	Podíl frakce 0 až 20 mm při výrobě dř. uhlí firmou Cyrus a syn	61
23	Porovnání spotřeby prm dřeva na 1 tunu dřevěného uhlí	62
24	Porovnání vybraných údajů	62
25	Porovnání základních způsobů výroby dřevěného uhlí	62
26	Porovnání spotřeby prm dřeva na 1 tunu dř. uhlí	63
27	Produktivita výroby na 1 zaměstnance	63
28	Export dřevěného uhlí v letech 1999–2006 EVROPA	65

Číslo tabulky	Název	Strana
29	Import dřevěného uhlí v letech 1999–2006 EVROPA	66
30	Import dř.uhlí v letech 1999–2006 AFRIKA,AMERIKA,ASIE	67
31	Celkový export a import dřevěného uhlí v letech 1999 - 2006	67
32	UNECE TIMBER DATABASE	68
33	Náklady na certifikaci dle PEFC	79

Seznam použitých grafů:

Číslo grafu	Název	Strana
1	Vývoj teplot při karbonizaci	55
2	Dovoz a vývoz dřevěného uhlí	91
3	Databáze EU, produkce, export, import dřevěného uhlí	91
4	Cyrus – podíl frakce 0–20 mm z celkové produkce	92
5	Cyrus – celková produkce v letech 2000–2010	92
6	SERVIS LES – Produkce d.u. a briket z d.u. 2000–2010	93
7	SERVIS LES – celková produkce v letech 2000–2010	93
8	SERVIS LES – podíl briket z dř. uhlí z celkové produkce	94
9	LČR – celková produkce v letech 1996–2006	94
10	Porovnání spotřeby dřeva	95
11	Porovnání produktivity výroby	95
12	Dovoz a vývoz dřevěného uhlí	95
13	Databáze EU, produkce, export, import dřevěného uhlí	96

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce	2
3.	Metodika	3
4.	Základní principy výroby dřevěného uhlí	5
4.1.	Všeobecně	5
4.1.1.	Kvalitativní předpoklady	5
4.1.2.	Výhřevnosti materiálů na bázi dřeva	6
4.2.	Suchá destilace	6
4.2.1.	Teploty při suché destilaci	6
5.	Historie	8
5.1	Zpracování železné rudy	8
5.1.1.	Princip zpracování železné rudy	8
5.2.	100 let před naším letopočtem	9
5.3.	Hutnictví železa v době Velké Moravy 7. století našeho letopočtu	10
5.4.	Hutnictví železa za feudalismu	10
5.4.1.	Historické údaje o spotřebě dřevěného uhlí při výrobě železa	11
5.4.2.	Uhlířství a železné hutě	11
5.5.	Historie výroby dřevěného uhlí na Slovensku	12
6.	Technologické postupy výroby dřevěného uhlí používané v historii	14
6.1.	V jámách	14
6.2.	V milířích (ležaté, stojaté)	14
6.2.1.	Milíř ležatý	14
6.2.1.1.	Princip	15
6.2.1.2.	Porovnání s milířem stojatým	16
6.2.2.	Milíř stojatý	16
6.2.2.1.	Výstavba milíře - zahájení	17
6.2.2.2.	Výstavba milíře - uložení dřeva	17

6.2.2.3.	Výstavba milíře - vrchní vrstva	18
6.2.2.4.	Hmotnostní výtěžky stojatých milířů (v % použitého dřeva)	18
6.3.	V pecích bez přístupu vzduchu (uzavřené)	20
6.3.1.	Princip	20
6.3.2.	Přenosná pec	21
6.4.	Pece s přístupem vzduchu	21
6.4.1.	De la Chabeaussierova pec	21
6.5.	Technologie používané na Slovensku	22
7.	Právní předpisy a ekologická omezení pro povolování provozů a výroby dřevěného uhlí	24
7.1.	Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 sb.	24
7.1.1.	Základní pojmy	24
7.1.2.	Obecné povinnosti	25
7.1.3.	Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO)	25
7.1.4.	Zjišťování emisí	25
7.1.5.	Hlášení	26
7.1.6.	Krajské úřady	26
7.1.7.	Povolení provozu	26
7.1.8.	Poplatky	26
7.2.	Zákon o odpadech č. 185/2001 sb.	27
7.2.1.	Pojem odpad	27
7.2.2.	Kategorie odpadů	28
7.2.3.	Likvidace odpadů	28
7.2.4.	Kritéria nebezpečného odpadu	28
7.2.5.	Povinnosti vyplývající ze zákona	29
7.3.	Nadnárodní předpisy EU – ECHA	29
7.3.1.	REACH	29
7.3.1.1.	Platnost úmluvy	29
7.3.1.2.	Cíle REACH	30
7.3.1.3.	Právní předpisy	30
7.3.1.4.	Nařízení REACH	30
7.3.1.5.	Povinnosti vyplývající z nařízení REACH	30

7.3.1.6.	Testování chemických látek	30
7.3.1.7.	Systém povolování	31
7.3.1.8.	Poskytování informací	31
7.3.1.9.	Osvobození od povinností	31
7.3.1.10.	Pokyny EU	31
7.4.	Další všeobecně platné normy	32
8.	Současné technologické postupy výroby dřevěného uhlí, používané v ČR	33
8.1.	Milíře	33
8.2.	Karbonizační pece v klasickém provedení	34
8.2.1.	Základní zásady	34
8.2.2.	Konstrukce	34
8.2.3.	Systém „KOŘÁN“	34
8.2.4.	Systém „MLČEK“	35
8.2.4.1.	Technické parametry pece systému „MLČEK“	36
8.2.4.2.	Technický popis karbonizační pece systému „MLČEK“	37
8.2.5.	Ekopece řady EKOMONTTI RTP	39
8.2.5.1.	Ekopece EKOMONTTI RTP 01	40
8.2.5.1.1.	Technické parametry	40
8.2.5.2.	Ekopece EKOMONTTI RTP 02	41
8.2.6.	Další typy	42
8.3.	Karbonizační retorta podle systému LAMBIOTTE	44
8.3.1.	Technické parametry	45
8.3.2.	Vlhkost dřeva	46
8.3.3.	Proces karbonizace	46
8.3.4.	Technologické zóny	46
8.3.5.	Teplotní a vzduchový režim	46
8.3.6.	Plnění a vyprazdňování	46
8.3.7.	Další technologické parametry	47
8.3.8.	Technická studie pracoviště	47
8.3.8.1.	Technologický postup	47
8.3.8.2.	Technologické vybavení	48

8.3.8.3.	Výkon	48
8.3.8.4.	Opravy	48
8.3.8.5.	Stavební vybavenost	48
8.3.8.6.	Zpracovávaná surovina a výsledný produkt	49
8.3.8.7.	Počet pracovních sil	49
8.3.8.8.	Výrobní zařízení Lambiotte	50
8.3.8.9.	Tabulka výnosnosti	50
8.3.8.10.	Schéma technické studie výroby dřevěného uhlí	51
9.	Srovnání 3 provozů výroby dřevěného uhlí v ČR	52
9.1.	Porovnávané firmy	52
9.1.1.	SERVIS LES	52
9.1.1.1.	Produkce SERVIS LES v letech 2000 - 2010	53
9.1.2.	LČR s.p., LZ Židlochovice	54
9.1.2.1.	Průběh teplot při výrobě	55
9.1.2.2.	Výtěžnost dle dřevin	55
9.1.2.3.	Údaje o produkci	56
9.1.3.	Cyrus a syn	57
9.1.3.1.	Údaje o produkci	58
9.2.	Porovnání spotřeby dřeva	61
9.2.1.	Porovnání firem SERVIS LES, LČR a Cyrus	62
9.2.2.	Studie firmy Carbon Engineering B.V. Netherlands	62
9.2.3.	Časopis HÁJ 1872	63
9.3.	Porovnání produktivity výroby na 1 zaměstnance	63
9.4.	Zhodnocení	64
10.	Statistické zkoumání	65
10.1.	Český statistický úřad	65
10.2.	Ministerstvo průmyslu a obchodu	68
11.	Proces certifikace produktu dřevěného uhlí v podmínkách tržního hospodářství	69
11.1.	Typy certifikací	69
11.1.1.	FSC – Forest Stewardship Council A.C	70
11.1.1.1.	Český standard FSC	70

11.1.1.2.	Cíle hospodaření dle FSC	70
11.1.1.3.	Všeobecné informace	71
11.1.1.4.	Principy	72
11.1.1.5.	Kritéria	73
11.1.1.6.	Zásady certifikačního systému FSC	73
11.1.2.	PEFC - Program pro vzájemné uznávání certifikačních systémů	75
11.1.2.1.	Všeobecné informace	75
11.1.2.2.	Regionální certifikace	76
11.1.2.3.	Cíle regionální certifikace	76
11.1.2.4.	Úrovně regionální certifikace	77
11.1.2.5.	Posuzování	77
11.1.2.6.	C-o-C	78
11.1.2.7.	Standard C-o-C	78
11.1.2.8.	Mezinárodní působnost	79
11.1.2.9.	Náklady na certifikaci	79
11.1.2.10	Modelové příklady	80
11.1.2.10.1	Velká firma	80
11.1.2.10.2	Malá firma	80
12.	Diskuze	81
12.1.	Všeobecná část	81
12.2.	Pražené dřevo	82
12.3.	Použití dřevěného uhlí	84
13.	Závěr	86
	Seznam zkratk	89
	Grafy	91
	Seznam literatury	97
..		

1. Úvod

Dřevěné uhlí je běžnou součástí každodenního života velké části z nás. Ať vědomě či ne, setkáváme se s ním naprosto běžně. Všeobecně je však známé pouze jako materiál potřebný pro přípravu grilovaných pokrmů. Málokdo si uvědomuje, že existuje řada dalších oborů, která by se bez dřevěného uhlí neobešla vůbec, nebo jen s velkými problémy. Stejně tak princip výroby. Povědomí o vzniku dřevěného uhlí končí u milířů známých z pohádky *Pyšná princezna*. Nejedná se samozřejmě jen o postup výroby, ale o poměrně rozsáhlou složku zákonných omezení a nařízení, které výrobu dřevěného uhlí doprovází.

Vzhledem k tomu, že pro většinu, u nás vyrobeného, dřevěného uhlí byla jako výrobní surovina použito dříví pocházející z lesa, je tudíž nedílnou součástí lesnického provozu. Nutno ovšem připomenout, že jako běžně obchodovatelná komodita podléhá i dřevěné uhlí zákonitostem trhu. Současná globalizace obchodu postavila většinu významných výrobců dřevěného uhlí u nás před otázku, zda se vyplatí dřevěné uhlí vyrábět, nebo jen dovezené uhlí obchodovat. Na to vše pak těsně navazuje proces certifikace. Lesnické a dřevařské firmy se nepozastávají nad certifikací kulatiny, řeziva nebo například palubek, ale dřevěné uhlí (jako každý jiný výrobek ze dřeva) bývá u nás certifikováno jen sporadicky.

V této práci pohlížím na dřevěné uhlí jako na rovnocenného partnera ostatních produktů lesního hospodářství, mimo jiné se snažím nastínit jeho historické postavení v lidské společnosti, popsat a porovnat běžně známé a používané technologie výroby (historické i současné) s jejich klady i zápory a u technologií současných i s podrobnějším popisem (technickým), v poněkud méně „atraktivní“ části rozebírám zákony a nadnárodní předpisy týkající se výroby dřevěného uhlí, detailně se též věnuji procesu certifikace a to nejen z hlediska komerčního (prodej výrobku), ale i environmentálního (podmínky vzniku výrobku - původ suroviny, ekologie výroby, pracovní síla, atd.), hodnotím, i s nemalými problémy získaná, statistická data o exportu a importu, odpovídám na otázku, kde všude je dřevěné uhlí ve větší či menší míře využíváno, zmiňuji též alternativní možnosti zpracování dřeva na bázi pyrolýzy (pražené dřevo).

2. Cíl práce

Cílem práce je popsat historii výroby dřevěného uhlí, technologické postupy jeho výroby používané v historii, poukázat na právní předpisy a ekologická omezení při povolování provozu výroby dřevěného uhlí, dále popsat současné technologické postupy jeho výroby používané v ČR, naznačit proces certifikace produktu dřevěného uhlí v podmínkách tržního hospodářství, zvážit možnosti a perspektivy výroby tohoto produktu v současných podmínkách a nastínit cesty, které by mohly vést k oživení dlouholeté tradice komerční výroby kvalitního dřevěného uhlí u nás.

3. Metodika

Základní metody použité v práci

– práce s literaturou uvedenou v přehledu. Využití citací, grafů, tabulek a zobrazení. V této části jsem shrnul názory různých autorů na danou problematiku.

– osobní kontakty s odborníky v oboru, získávání poznatků, sběr dat a jejich zpracování.

Data mi poskytl: pan Kalužík – LČR s. p. LZ Židlochovice, pan Příbyl – SERVIS LES, Ing. Cyrus – Cyrus a syn. Z těchto pramenů jsem získával data pro porovnávání a popis použitých technologií. Pro přímé porovnání jednotlivých provozů jsem použil jako kritérium výtěžnost, což je množství dřeva v prm, potřebné k vyrobení jedné tuny dřevěného uhlí a produktivitu, jako množství vyrobeného dřevěného uhlí na jednoho pracovníka. Při sběru statistických údajů z jednotlivých pramenů jsem narážel na nekompletnost dat. Údaje z některých období nebyly k dispozici, protože doposud nejsou zpracovány, nebo prostě neexistují. Doposud nezpracované výsledky se vyskytovaly hlavně v údajích Českého statistického úřadu, který je schopen poskytovat data do roku 2006. Vzhledem k tomu, že žádná z porovnávaných firem se v této době komerční výrobou nezabývá, odpovídá tomu i stav administrativy v této oblasti. Některé údaje se nezachovaly, některé vůbec nebyly sledované. V grafickém zpracování a tabulkách byla místa pro chybějící data doplněna nulou.

– při zpracovávání legislativních pramenů (zákony, vyhlášky) byla po jejich podrobném prostudování použita pouze ta ustanovení, která mají přímou vazbu na téma práce – výrobu dřevěného uhlí. Odlišná metoda byla použita při řešení problematiky certifikace. Protože možnosti certifikace jsou v dotčené oblasti v současné době využívány jen minimálně, v příslušné kapitole popisují celý systém certifikace, jeho organizaci, nároky a přínosy. Tato část práce je zpracována do značné hloubky, protože certifikaci považuji za jeden z možných nástrojů k opětovnému rozšíření výroby dřevěného uhlí u nás.

– v historické části práce jsou použity jednotky platné v daném časovém úseku a použité v literatuře s kterou jsem pracoval. V některých případech, za účelem porovnávání, tyto staré míry převádím na míry soudobé, v historických částech práce je ponechávám v původním znění

Tab.1 Použité historické měrné jednotky a jejich přibližné hodnoty dle SI

Název jednotky	Hodnota dle SI
český sáh	1,77 m
vídeňský sáh	1,89 m
čtverečný sáh	3,59 m ²
krychlový sáh	6,82 m ³
střevíc – stopa	0,316 m
banský sáh (Slovensko)	2 m

I v současné době jednotlivé provozy využívají při sledování své činnosti různé jednotky, např. prm, plm, kg, tuny. Pro potřeby porovnání jsem jednotky převáděl na prm. Převodní koeficienty mezi prm a plm jsem použil z tabulek pro krychlení dřeva.

– historická část práce byla zpracována zejména z informačních a archivních materiálů skanzenu Lhota. Forma údajů, které jsem měl k dispozici, ve většině případů neumožňovala identifikaci autora. Proto jsou některé citace z těchto pramenů v práci uváděné jako: SKANZEN LHOTA ANONYM.

– práce z internetu, využití tam publikovaných odborných údajů

– získané údaje byly zpracovány elektronicky, s využitím sady MS Office

– čerpání statistických údajů od Českého statistického úřadu a Ministerstva průmyslu a obchodu

– v práci použité zkratky jsou uvedeny v „Seznamu zkratk“

4. Základní principy výroby dřevěného uhlí

4.1. Všeobecně

Dřevěné uhlí je definováno jako drobný až kusovitý, tvrdý, pórovitý, snadno hořlavý, vysoce uhlíkatý, nekystalický produkt suché destilace dřeva, mající černou barvu, matný kovový lesk, výraznou dřevitou strukturu, při nárazu kovový zvuk, lasturovitý lom a vysokou absorpční schopnost. Obsahuje nízký podíl síry, bod vznícení má v rozmezí 300–400 °C, výhřevnost v průměru 27,2 MJ.kg⁻¹ (tj. až 1,78x vyšší než dřevo) a měrnou hmotnost průměrně 0,20 (tato hodnota je výrazně ovlivněna druhem dřeviny použité na výrobu - dřevěné uhlí z tropických druhů dřevin (*Acacia mangium*, *Eucalyptus Salina*, *Lavoa brownii*) vykazuje v průměru až o 50% vyšší měrnou hmotnost). Kusové dřevěné uhlí má vlhkost do 8 %. Čím vyšší je karbonizační teplota, tím je vyšší obsah uhlíku, který může být i přes 90 %. Karbonizační teplota ovlivňuje i tvrdost uhlí v tom smyslu, že čím je teplota vyšší, tím tvrdší uhlí je vypáleno. Drobnost uhlí je pak ovlivněna především použitou dřevinou. Pravděpodobně nejvíce se drobí uhlí vyrobené z topolu, lípy, olše, javoru a břízy, nejméně se drobí uhlí z jehličnatých dřevin, středně drobné je uhlí z ostatních druhů dřevin.

Dobře vypálené dřevěné uhlí hoří pomalu a vydává sálavé teplo (400–500 °C), bez plamenů a kouře.

Působíme-li na dřevo teplem za nepřístupu vzduchu, dochází k jeho rozkladu, tzv. suché destilaci dřeva. Tepelným rozkladem dřeva – pyrolýzou – se z něho získává především dřevěné uhlí a řada vedlejších cenných produktů.

Zuhelňování dřeva patří k nejstarším způsobům jeho chemického zpracování. Dříve se provádělo primitivním způsobem v milířích, přičemž se získávalo pouze dřevěné uhlí. Ostatní látky se nezpracovávaly.

4.1.1. Kvalitativní předpoklady

Kvalita dřevěného uhlí se podle vyhlášky 38/2001 Sb., příloha č. 8, posuzuje podle obsahu vlhkosti, obsahu popela, obsahu prchavých látek v sušině, obsahu fixního uhlíku a zrnitosti (0–10 mm, 0–20 mm a 20–80 mm).

4.1.2. Výhřevnosti materiálů na bázi dřeva

Výhřevnost dřevěného uhlí (v KJ/kg) ve srovnání s dřevem je patrná z tabulky č. 2

Tab.2 Výhřevnosti materiálu na bázi dřeva v KJ/kg (ROČEK 2011, osobní sdělení)

Čerstvé dřevo	9200–10000
Dřevo vyschlé (na vzduchu)	15000–16000
Dřevo (sušina)	19200–20000
Dřevěné uhlí	27000–33000

4.2. Suchá destilace

Suchá destilace dřeva je ve své podstatě složitým chemickým procesem, poněvadž při něm souběžně probíhá více základních i vedlejších reakcí. Chemismus tepelného rozkladu dřeva není dosud úplně vyjasněn. Pyrogenní přeměny dřeva zahrnují četné tepelné změny. Změny struktury izomerací, rozštěpení molekul rozpadem a zvětšování molekul kondenzací a polymerizací. Neznalost chemismu tepelného rozkladu nedovoluje plně popsat tyto jevy. (KUCHTÍK 1967)

4.2.1. Teploty při suché destilaci

Při rozkladu se získávají různorodé látky, jejichž vznik je pro složitost probíhajících reakcí dosud málo prozkoumán. Exaktně vzato, rozklad dřeva začíná při teplotách, které málo převyšují 100 °C. Avšak do 150 °C tento rozpad probíhá natolik pomalu, že v praxi nemůže být využit. Protože dřevo obvykle obsahuje větší či menší podíl vody, lze předpokládat, že při jeho zahřívání i za nízkých teplot probíhá hydrolyza polysacharidů. Při vyšším zahřátí dochází již ke složitějším jevům tepelného rozkladu. Stejně tak je poměrně málo známo o tepelném rozkladu dřeva za nepřístupu vzduchu v tepelném rozmezí 135 °C až 275 °C. Přesto teplotu od 270 °C do 280 °C považujeme za důležitý mezník v průběhu tepelného rozkladu. Nad touto teplotou probíhá hlavní rozkladná reakce, při které se až do teploty 380 °C vyvíjí značné množství tekutého destilátu, obsahujícího z počátku kyselinu octovou, její homology, methanol a ke konci dehet – nejprve lehký, později těžký – a tvoří se plynné produkty složené hlavně z kysličníku uhličitého a uhelnatého. Je obtížné stanovit začátek exotermní reakce. Předpokládá se, že intenzivní tepelný rozklad začíná

pravděpodobně pod teplotou 290 °C. Množství tepla uvolněného při exotermním rozkladu je tak značné, že dostačuje k praktickému dokončení pochodu bez vnějšího zahřívání.

V následující fázi, při teplotách nad 380 °C až 400 °C, vzniká jen nepatrné množství tekutých látek – hlavně těžkého dehtu. Plyny, které v té době vznikají, se skládají z uhlovodíků, kyslíčnicku uhličitého a uhelnatého. Zbytek je dřevěné uhlí.

5. Historie

5.1. Zpracování železné rudy

Výroba dřevěného uhlí historicky souvisí s hutnictvím, zejména se zpracováním železné rudy.

První náznaky těchto aktivit u nás jsou až ze sklonku doby, již nazýváme halštatskou. Zahnuje zhruba 7. a 6. století před naším letopočtem (stol. př. n. l.).

Podle historických pramenů se zdá, že nejstarším výrobním zařízením byla prostá otevřená výheň s dmychadlem. V části nezasahované vhnáným vzduchem se vytvořily podmínky pro redukci kousků rudy v dřevěném uhlí za poměrně nízkých teplot.

Prvotní získávání železa spočívalo ve všech oblastech Starého světa, kromě Číny, v jeho přímé výrobě, během které se kysličníky železa redukovaly dřevěným uhlím za poměrně nízkých teplot na těstovité železo, které bylo pro svůj nižší obsah uhlíku kujné.

5.1.1. Princip zpracování železné rudy

Pečlivě vybíraná a poměrně jakostní železná ruda obsahující kolem 80 % Fe_2O_3 a 10 % SiO_2 (CYRUS 2010, osobní sdělení), nejčastěji drcená na hráškové zrno o průměru několika mm, byla předpražována na otevřených ohništích. Stala se tak pórovitější, přístupnější redukčním plynům a takřka úplně ztratila svoji vlhkost. Dřevěné uhlí, ve středoevropských zemích nejčastěji borové, se přidávalo ve zlomcích velkých kolem 10–20 mm. Vsázka těchto surovin, ve váhovém poměru zpravidla 1 : 1, se vložila do pece předtím po několik hodin předeřhřívání rovněž dřevěným uhlím.

Po zapálení vsázky se přistavil jednoduchý měch, poháněný lidskou silou, který musel zabezpečit přívod asi 200–300 l vzduchu za minutu. Tepelný režim se i v poměrně nízké šachtě rozložil nad úroveň dmychání do několika pásem: 1250–1400 °C při ústí dmychadel, kolem 1100 °C několik cm nad ním a při stěnách šachty, a 500–800 °C v kychtové části, kam se přidávaly další vsázky, jakmile zásyp poklesl.

V principu probíhaly v šachtě pece při dýmařském pochodu podobné série redukčních reakcí jako při pochodu vysokopecním, ale v důsledku nižších teplot nedocházelo k takovému nasycení vznikajícího železa uhlíkem, aby se mohlo roztavit. Při spalování dřevěného uhlí vznikal kysličník uhličitý a kysličník uhelnatý, který byl hlavním redukčním činitelem. Odnímal rudě kyslík, převáděl ji přes magnetické (Fe_3O_4)

i wüstické (FeO) stadium a uvolňoval železo. Směs plynů, v nichž byl CO₂ v horních pásmech pece silně zastoupen, působila i za teplot pod 500 °C ještě redukčně. Redukované částičky metalického železa mohly mít od samého počátku značný podíl absorbovaného uhlíku, avšak působením fayalitické strusky (2FeO.SiO₂ s dalšími složkami rudní hlušiny) a zejména vhněněného vzduchu se zcela nebo z velké části, opět oduhličily na poměrně měkký, kujný, svářkový, s nízkým a nepravidelně rozděleným obsahem uhlíku.

Struska s asi pětinným podílem křemičité složky byla pro svůj vysoký obsah kyslíčnicku železnatého (i přes 50 %) za teplot kolem 1300 °C dobře tekutá. V pecích se zahluobenou nístějí protékala póry železné houby, jež slinovala při stěnách poblíž ústí dmychadel a pronikala do kotlovité nístěje. Tam propálila ucpávku ze syrového proutí nebo slámy a utuhla v těžký blok o hmotnosti kolem 25–50 kg (u pozdějších pecí tohoto typu dosahovala hmotnost struskového slitku 100 i více kg).

Odhadujeme, že v peci se zahluobenou nístějí o výšce šachty 60–80 cm a o průměru nístěje kolem 35 cm vznikl slitek strusky o hmotnosti asi 25–50 kg a 5–12 kg železné houby; toto množství předpokládalo spotřebu 50–100 kg rudy a 75–150 kg dřevěného uhlí. Připočítáme-li ztráty, tak skutečný výtěžek jedné tavby v této peci činil 3–5 kg (HRABÁK 1909). Výroba železa byla pracná a její produktivita byla poměrně nízká. Proto i v době relativního rozmachu železářské výroby zůstávalo železo materiálem velmi drahým (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

5.2. 100 let před naším letopočtem

Bylo objeveno mnoho hutí, které pocházejí z období cca 100 let před naším letopočtem, např. tři hutě v katastru obce Chýně. V Kadani-Jezerce byla mimo pece nalezena v prostoru hutiště i jáma na pálení dřevěného uhlí (průměr 100 x 100 cm, hloubka 100 cm). Dokonalou ukázkou vzhledu a funkce pece je díky své zachovalosti pec objevená v Loděnicích u Berouna. Byla to válcovitá šachta lepená z prstenců žáruvzdorné hlíny o průměru 25 cm a vysoká 70 cm. Na jedné straně byla opatřena formovým otvorem pro zasazení výfučny ve tvaru cihly s kónickým otvorem pro ústí měchu; na protilehlé straně, avšak o něco níže, byl umístěn otvor struskové výpusti, v době nálezu prolámaný po vylamování železné houby nebo lupy. Komplexní huť z mladé doby římské, vybavená pecemi s plochou nístějí a 5 podlouhlými vyhřívačkami poblíž hutnického stavení, byla prozkoumána v Tuchlovicích u Kladna (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

5.3. Hutnictví železa v době Velké Moravy v 7. století našeho letopočtu

Současný stav pramenů neumožňuje určit, odkud nejstarší Slované převzali svůj typ železářské redukční pece. Od konce 7. století se ráz původního slovanského osídlení prudce měnil. Byl to především důsledek soustavného rozvoje výrobních sil a zvětšování nadvýrobku. Rozvinuté rolnictví, počínající sadařství a chov dobytka doplňoval činnost řemeslných odvětví, jež procházela rovněž dobou rozkvětu a přispěla – podobně jako v pozdně keltském období na území Čech – k prohloubení druhé společenské dělby práce. Máme četné doklady o vyspělosti řady odvětví – od uměleckého řemesla a slévačství, přes produktivní keramickou výrobu, řezbářství v kosti a sklenářství až k textilní výrobě, uhlířství či dehtářství.

Huť v Želechovicích patří podle kolekce keramiky do pokročilého 8. století. Je to nejpozoruhodnější objekt mezi památkami hutnické výroby u nás a vůbec v celé Evropě. V nistějích některých pecí zůstaly bochníkovité slitky strusky po poslední tavbě a na jejich dnech zbyly vrstvy palivové složky užívaných surovin – dřevěného uhlí z javoru a jasanu s příměsí lípy (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

5.4. Hutnictví železa za feudalismu

Dopravování rudy k výhodně situovaným hutnickým zařízením bylo v této době stále ještě výhodné především tam, kde byl v okolí dostatek dřeva na výrobu dřevěného uhlí. Dřevorubci a výrobci dřevěného uhlí tvořili již samostatné výrobní skupiny (*incisores lignorum, structores carbonum, carbonarii*), které vstupovaly do železářského výrobního okruhu.

Druhou surovinou (první byla železná ruda) při výrobě železa bylo dřevěné uhlí, vyráběné pálením dřeva v milířích. Dřevo poskytoval hamru zpravidla majitel pozemku, a proto se v propůjčkách hamerního oprávnění píše i o dřevě. Tak je tomu např. v Jinecké listině z r. 1390 nebo v propůjčce medlovského dolu r. 1500. Uhlí vyráběli uhlíři, kteří je prodávali hamerníkům. Zmiňuje se o nich již městská kniha přibyslavská z r. 1441 a značnou pozornost jim věnuje listina Viktorína Münsterberského z r. 1480. Uhlíři dřevo porazili, rozřezali a rozštípali na polena, která pálili v milířích. Do milíře se dávalo např. na polenském panství 48 sáhů dřeva, z jednoho milíře se získalo 67 vozů uhlí. Na Janovicku u Rýmařova na severní Moravě pálili panské dřevo sedláci a prodávali uhlí hamerníkům i panské železárně. Poněvadž selské uhlí bylo drahé, začala vrchnost pálit uhlí

ve vlastní režii. Ale ještě v r. 1626 se obě složky podílely na potřebě uhlí 50 procenty. I v Železných horkách a v Sobínově na Příbyslavsku kupovala vrchnost uhlí od sedláků, ale vyráběla je i ve vlastní režii (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

5.4.1. Historické údaje o spotřebě dřevěného uhlí při výrobě železa

Z historických pramenů vychází i průměrná spotřeba dřevěného uhlí potřebná na výrobu 100 kg kujného železa.

Pro vrchlabskou železárnou: 1 300 kg uhlí na 100 kg kujného železa. Dýmačka ve Staré Huti u Berouna: na 100 kg kujného Fe se spotřebovalo 650–850 kg uhlí. Údaje o spotřebě uhlí jsou pouhým odhadem, neboť nejsou spolehlivě známy ani uhelné míry používané v jednotlivých železárnách, ani druh dřeva, ze kterého se uhlí pátilo. To naznačuje i velký rozptyl údajů o spotřebě uhlí na 100 kg Fe: od 421 kg do 1 300 kg (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010). Některé náklady železáren v 16. stol. jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Tab.3 Procentuální náklady některých železáren v 16. století (KOŘAN 1941)

Položky v %	Stará Huť	Železné Horky	Vrchlabí	Žel. Ruda
Ruda	5,0	3,6	3,3	21,7
Dřevo a uhlí	57,7	61,2	40,9	33,6
Mzda u hamru	7,8	14,0	30,2	15,2
Doprava	15,2	-	-	-
Zisk	16,0	4,5	32,7	42,2

Největší položkou bylo dřevo a uhlí. Bylo tím dražší, čím hůře se získávalo. Všechny naše železářny uhlí nebo dřevo kupovaly. Nejnižší položka za uhlí a dřevo v Železné Rudě odpovídá nadbytku neprodejného dřeva v okolí.

5.4.2. Uhlířství a železné hutě

Železná huť nemohla být bez dřevěného uhlí, tedy byla odkázána na jeho výrobce = uhlíře. Uhlíři však nebyli v této době zaměstnanci hamerního mistra, ale na něm nezávislími pracovníky, kteří pátili uhlí z dříví koupeného buď od majitele lesa, anebo ze dříví, které koupil nákladník, v našem případě majitel hamru. Viktorínova listina z r. 1480 ukazuje potíže, které měli hamerníci s uhlíři: zakládali uhlíře penězi, o které mnohdy přišli,

a přitom dostávali od uhlířů špatnou míru uhlí. Proto listina ukládala, aby „*uhlíři a lidé naši poddaní k mistrům ... za jejich peníze měli se ve vši povolnosti podle starodávných práv a obyčejů buďto v košech, v míře beze všeho obtěžování, fortelův kladení i k záplatě*“. Mistři měli platit uhlířům českými groši, ale neměli jeden druhému uhlíře „odluzovat“ půjčováním peněz. Ještě v 16. st. se kupovalo uhlí od uhlířů, na polenském panství koš po 7 nebo 8 groších českých. Uhlí se však také pášlo z panského dříví; potom se platilo od napálení koše 2 groše, za kácení dříví a jeho řezání 2 groše za sáh. Na polenském panství se však většinou kupovalo uhlí od uhlířů, i když bylo dražší. Pro janovickou huť pracovali na počátku 17. stol. dřevaři ve mzdě. Uhlířům se platila denní mzda 8 grošů. Ale i janovická huť kupovala uhlí od rolníků, kteří pálili své dříví. V hutí měl na starosti hospodaření s uhlím „*kulšitr (Kohlenchütte)*“ se mzdou 4 ½ groše denně.

Dříví se měřilo na objemové míry, v Čechách na *objemové sáhy* = 6,82 m³ (objemový sáh je hranice 1,77 m vysoká, při původní délce polen 1,48 m je 2,60 m dlouhá. Později se délka polen zkrátila na 0,78 m a hranice se prodloužila na 4,94 m). Kratší polena byla v Krušných horách užívána již r. 1671, ale všeobecně byla zavedena až v 1. polovině 19. stol., neboť byla vhodná pro pálení v milíři.

Uhlí pro železárně se pášlo v milířích; to byl jediný tehdy možný způsob hromadné výroby dřevěného uhlí. Milíře byly ležaté nebo stojaté čili vlašské; ty se používaly u nás. V ležatých milířích se pášlo jen v Ustróni, v Aloisově a v Loučné. Ve stojatém milíři se polena kladla v soustředných kruzích kolem středového kůlu. Průměr milíře byl na Zbirožsku na počátku 19. stol. 6–7 m, jeho výška kolem 2,5 m; pášil se 9–10 dní. Větší milíře byly na Moravě. V Sobotíně obsahoval milíř 30–40 sáhů, v Loučné 40–50 sáhů, čili měl objem jako milíře kolem r. 1600 v Jindřichově Hradci (28 sáhů) nebo na rožmberském panství (30 až 50 sáhů). Zdá se však, že ekonomičtější byly menší milíře; do zbirožského milíře se vešlo 16 sáhů tvrdého nebo 20 sáhů měkkého dřeva. Sestavený milíř byl pokryt vrstvou větví, listí, mechu a pak písčitou hlínou, nebo vlhkým uhelným prachem – ten byl nejlepší. Pokryv se musel během zuhelnování upravovat. Po vypálení se nechal milíř den v klidu a pak se rozebíral odspodu vzhůru (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

5.5. Historie výroby dřevěného uhlí na Slovensku

Uhlí se pášlo z tvrdého i měkkého dřeva v milířích, případně v jámách, obvykle přímo v lesích. Pálení dřeva v milířích se připomíná v listinách z 15. století. V lesích v okolí

Smolníka a Švedláru se uvádějí r. 1459 „jámy, ve kterých se pálilo uhlí“ (*cavernas illast, in quibus huius modi carbones facerent*). K pecím a hamrům vozili uhlí buď sami uhlíři, pokud měli vlastní potah nebo jiní povozníci z řad poddaných. Ve významnějších železářských oblastech se vytvořily samostatné skupiny uhlířů a dřevorubců. Jejich práva a povinnosti byly zachyceny v různých statutech, často určených pro tzv. šteliarov (majitele nebo nájemce železářských zařízení). Podle stanov pro šteliarov na muránském panství z r. 1585 uzavírali majitelé a nájemci pecí a hamrů s dřevorubci i uhlíři o vánocích smlouvu na celý následující rok. Uhlíři měli dodávat v průběhu roku uhlí jenom tomu šteliarovi, s kterým se dohodli a který jim na ně dal zálohu. Uhlí mělo být dobře vypáleno, neměly v něm být kusy dřeva, nemělo být prachové, jen rozdrobené na menší kousky. Vozy měly být dobře naplněny, aby se za jeden vůz mohlo právem žádat 50 denárů. Jestliže však uhlí nebylo dost kvalitní, měl šteliar zaplatit uhlíři za jeden vůz jen 25 denárů. A dalších 12 měl dát do cechovní pokladny. Ani šteliar nesměli však kupovat uhlí od uhlířů, s kterými neuzavřeli dohodu (SKANZEN LHOTA ANONYM 2010).

6. Technologické postupy výroby dřevěného uhlí používané v historii

Dřevěné uhlí se v historii vyrábělo 4 základními metodami:

- 1) V jámách
- 2) V milířích (ležaté, stojaté)
- 3) V pecích bez přístupu vzduchu (uzavřených)
- 4) V pecích s přístupem vzduchu

(časopis HÁJ, SCHINDLER 1872)

6.1. V jámách

Výrobu dřevěného uhlí v jámách autor uvádí jako málo ekonomicky rentabilní, vhodnou pro zpracování klestu, který se k tomuto účelu svazoval do otýpek o průměru cca 32 cm (průměr 1 stěvíc, 1 stěvíc = 0,316081 m) a délce cca 1 m (2 ½ – 3 stěvice).

Pro vlastní proces bylo potřeba vyhloubit v tvrdé, ale ne kamenité půdě, jámu ve tvaru obráceného kužele hlubokou až 160 cm (4 až 5 stěviců) a v horní části širokou cca 256 cm (6 až 8 stěviců). Výroba začínala vložением několika otýpek do jámy a jejich zapálením. Poté se na hořící základ ukládaly další otýpky tak, aby na dýmu bylo zřetelné, že dříví „doutná“, ale nehoří. Postupně byly ukládány další vrstvy otýpek až do naplnění jámy. Poslední vrstva byla pokryta drnem a obložena hlínou (zamezení přístupu vzduchu). Proces probíhal 34 až 36 hodin. Výsledný produkt byl lehký, drobný, křehký, bylo nutné ho prosévat.

Další zmínka je o jámách vyzděných, krytých železným vypouklým víkem s regulovatelnými průduchy. Tyto byly využívány k získávání dřevěného uhlí používaného při výrobě střelného prachu a jako surovina se používalo dřevo lípy, vrby, řešetláku a lísky.

Celkově se jednalo o nedokonalý proces, který majitelům lesa neposkytoval požadované výsledky.

6.2. V milířích (ležaté, stojaté)

6.2.1. Milíř ležatý

Ležatý milíř se stavěl v 19. století, zejména v severní Evropě (Štýrsko, Dolní Rakousy, Švédsko). V našich končinách se tento druh milíře používal jen zřídka v horských oblastech. Pálilo se v něm především jehličnaté dřevo. Dlouhé a silné kusy se pokládaly na

podvaly a vrstvilily se do výše 1–2 m (3–6 střeveců). Po vyskládání dřeva se milíř po celém povrchu zaházel směsí zeminy a mouru. Zapaloval se na přední straně milíře, odkud se oheň postupně šířil do zadní části. Průběh pálení se reguloval dymníky, které se později utěsnily.

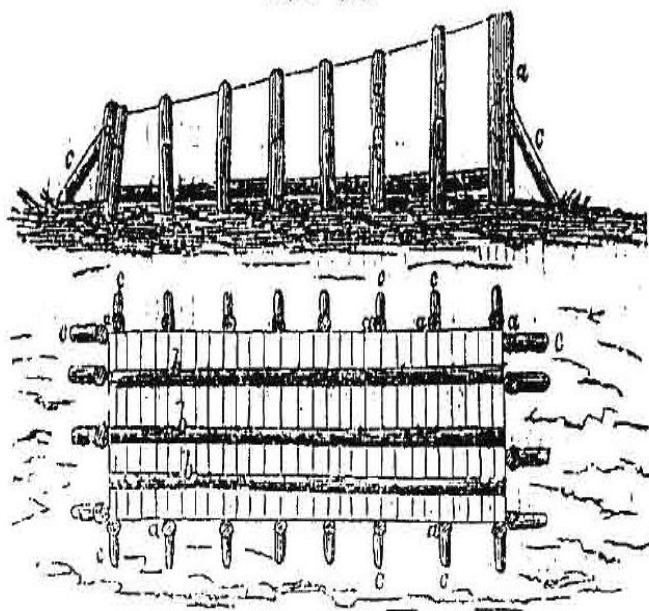
6.2.1.1. Princip

Jak už samotný název napovídá, v ležatém milíři se dřevo skládá horizontálně. Dalším jeho zásadním znakem je tvar tupého ležatého klínu. Většinou měly milíře obdélníkový půdorys a jejich výška se pohybovala od 1 do 2 m (3–6 střeveců). Tyto rozměry napovídají, že se v nich páliło zejména dřevo silné a rovné, většinou jehličnaté. Milíř se stavěl na mírně nakloněném místě – tzv. uhlíšti, které však nedalo tolik práce s přípravou jako u stojatého. Dřevo, které mohlo být 3–6 m (9–18 střeveců) dlouhé, někdy i delší, se rovnalo na podélné podklady. Obsah takového milíře býval větší než u milířů stojatých a to v závislosti na délce 50–500 prostorových metrů dřeva. Srovnávání dříví muselo být těsné, mezery mezi jednotlivými kusy se vyplňovaly drobnějším dřívím. Do spodní části milíře se rovnalo dřevo slabší, uprostřed bylo dřevo silnější a na povrchu opět slabší. Též v přední, níže položené části milíře, se rovnalo dřevo slabší a v zadní silnější. Stavba milíře začínala od spodní strany. Tam se udělal napříč zapalovací kanál, který se vycpal snadno zápalným materiálem (chrástí, suchá tráva, březová kůra apod.).

Milíř se zapaloval z boku nebo z přední strany zapalovací komůrkou uprostřed přední stěny. Zapalovací kanál se dělal buď u dna, nebo v horní polovině výšky. Pokrývka byla u ležatých milířů podobná jako u stojatých (dvojitá), ale někdy i jednoduchá. Boky milíře se zakrývaly tak, že se okolo stěny udělalo bednění ve vzdálenosti 10–20 cm a vycpalo se směsí mouru a země. Po zakrytí milíře se zapálila hořlavá náplň v zapalovacím kanálku, která se po vyhoření znovu doplňovala, až se oheň rozšířil po celé šířce milíře. Hoření se řídilo a podporovalo napícháním dymníků na spodu čela milíře. Po rozhoření nejprve zuhelnatěla přední část a pak se oheň šířil postupně dozadu, což se také regulovalo napichováním dymníků do boční stěny tak, aby pálení postupovalo v šikmých vrstvách dozadu. Po vypálení jedné vrstvy se dymníky ucpávaly a dělaly se dále nové. Během pálení se muselo dbát na to, aby nedošlo k hromadění nadměrného množství snadno výbušných plynů. Tomu bylo možné zabránit přiměřeným stejnoměrným tahem vzduchu v milíři pomocí dymníků.

6.2.1.2. Porovnání s milířem stojatým

Pálení ležatého milíře bylo jednodušší než u stojatého, zejména jeho stavba. Odpadalo zde stavění „krále“ a náročné rovnání polen do výše. Řízení pálení bylo také snazší, neboť se zde nemusel namáhavě plnit milíř a tudíž pracovat ze žebříku. Průběh celého procesu nebyl tolik ovlivňován počasím, což bylo zapříčiněno malou výškou a bedněním na bocích. Proti stojatému milíři byla nevýhodou nižší výtěžnost uhlí, zhruba o 15 % podle objemu a až o 18 % podle váhy, také horší jakost – hlavně v přepálené přední části. Rovněž doba pálení byla v závislosti na jejich objemu delší a činila 2 až 8 týdnů. Rozebírání se dělalo postupně, od přední části milíře po celé jeho šíři. Někde se u velkých milířů, kde bylo až několik stovek metrů dřeva ani nečekalo na dohoření milíře. Přední část se začala rozebírat, zatímco zadní část stále ještě dýmala. Hoření však nešlo regulovat a probíhalo příliš rychle.



Obr.1 Ležatý milíř (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)

6.2.2. Milíř stojatý

V Čechách byl nejvíce používaný milíř stojatý. Stavěl se tak, že se polena opírala o „krále“ ve středu uzliště (vylepšením bylo nahrazení dřevěného krále králem železným). Jeho úkolem bylo rozhoření milíře, proto se k němu dával snadno zápalný materiál. Dřevo se kladlo ve třech vrstvách, rovnoměrně od krále, až hromada vytvořila známou kupu.

Hotový milíř se pokryl drny, větvemi, trávou, listím, mechem – zkrátka tím, co bylo možno v lese nalézt. Zakrytí muselo být dokonalé, aby povrch v některém místě neprohořel a milíř nedostal přílišný tah. To urychlovalo hoření, uhlí bylo nekvalitní a i výtěžnost uhlí byla nižší.

6.2.2.1. Výstavba milíře – zahájení

Se stavbou milíře se začínalo ve středu uhlíště. Nejdříve se vybuďovala svislá šachta nutná pro zapálení milíře, tzv. „král“ neboli „pánbíček“. „Král“ se lišil podle typu milíře, např. u severoněmeckého jej tvořily 4 silnější tyče svázané houžvami ve vzdálenosti 20–30 cm. Místo houžví mohly být použity železné obruče. Tyče se zarazily do země a musely být dlouhé jako budoucí milíř (většinou 3 m). Další typ milíře používal „krále“ uprostřed a o něj se opřely dvě tyče. Ke „králi“ se dávalo chrástí, březová kůra, suchá tráva nebo jiný snadno zápalný materiál. Někdy se místo popsané konstrukce používal jenom jeden kůl, zaražený do středu uhlíště a opletený (obalený) snadno zápalným materiálem. V některých typech slovanského milíře „krále“ vůbec nepoužívali, pouze o sebe opřeli polena do jehlanu a jen tento jeden metr vysoký prostor vyplnili zápalným materiálem. Vlašské milíře měly „krále“ tvořeného ze tří kůlů zaražených cca 20 cm od středu tak, aby jejich půdorys tvořil rovnostranný trojúhelník. Stavba „krále“ byla opravdu velmi individuální a lišila se jak krajovými zvyky, tak metodami jednotlivých uhlířů.

6.2.2.2. Výstavba milíře – uložení dřeva

Další postup byl takový, že se po celé ploše budoucího milíře paprskovitě od „krále“ rozmístily podvaly, na které se položily slabší štěpiny. V místě, kde by štěpina propadla, se dával paprskovitě nový podval a tak se pokračovalo, až byla podlaha po celém budoucím milíři pokryta. Nad tuto podlahu se od „krále“, co nejtěsněji, začala stavět polena. Když byla první vrstva rovnoměrně asi 1 m od „krále“, začala se stavět vrstva druhá a pokračovalo se v obou zároveň. Stejně tak se postupně začala dělat i třetí vrstva. Při stavění třetí vrstvy už byl zapotřebí žebřík a práce se musela vykonávat nejméně ve dvou lidech. Nejsilnější kusy dřeva se stavěly asi v polovině poloměru základny milíře. Směrem k obvodu se pak používalo dřevo slabší. Dříví muselo být rovnáno pečlivě, těsně k sobě, případné mezery se vyplnily kratšími kusy. Tím bylo dosaženo stejnoměrného tahu vzduchu v milíři při pálení. Horní vrstva, tzv. čepec, se vyrovnávala více šikmo nebo se

používalo kusů křivějších, různě dlouhých apod. Povrch vyrovnaného milíře se ještě upravil štěpinami, třískami apod. Ucpaly se všechny štěrbiný mezi jednotlivými kusy dřev.

6.2.2.3. Výstavba milíře – vrchní vrstva

Aby se při pálení zabránilo přístupu vzduchu do milíře, pokryl se milíř dvouvrstevnou pokrývkou. Spodní vrstvu tvořilo tzv. patro, což byla pružná pokrývka 5–10 cm silná, z drnu, klestu, chvoje, listí, rákosu, kapradí apod., která zabraňovala propadání vrchní vrstvy příkrývky mezi dřevo milíře. Vrchní vrstva měla za úkol utěsnit milíř a nanášela se uhlířskou lopatou v síle 10–20 cm. Byla tvořena směsí země a mouru, zbytky z dřívějšího pálení a musela být předem připravena, navlhčena vodou a důkladně promíchána. Aby pokrývka dobře držela i na poměrně strmých stěnách milíře, podepírala se lešením z polen nebo smrkovými větvemi, dřívky apod. Někteří uhlíři však kladli na dřevo pouze drn a to tak těsně k sobě, že nepotřebovali žádnou vrchní vrstvu ani podpěry. Za větrného nebo deštivého počasí se dělala pokrývka silnější. Vrchní vrstva musela být souvislá, aby byl milíř dokonale utěsněn a poddajná, aby se při propadání milíře během pálení netrhala.

Zpočátku se spodní část milíře po celém obvodu nezakrývala. Zakryla se dodatečně až po rozhoření. Když milíř hořel, musela se celistvost pokrývky neustále pozorovat, udržovat ve vlhkém stavu a v případě potřeby opravovat. Jinak by hrozilo její rozpraskání. Horní část milíře (čepec) se zpočátku také nezakrývala, aby byl umožněn volný odchod vyvíjejících se par a plynů po zapálení milíře. Teprve po rozhoření se zakryl vrstvou země a mouru. Tento otvor měl v průměru asi jen 50 cm.

Podle velikosti trvalo „pálení“ 2–3 týdny, chladnutí u vlašských milířů 4–6 dní, u slovanských a severoněmeckých do 2 dnů. Rozebírání milíře začínalo obyčejně od shora s tím, že bylo nutné při každém přerušení práce milíř opět zakrýt.

6.2.2.4. Hmotnostní výtěže stojatých milířů (v % použitého dřeva)

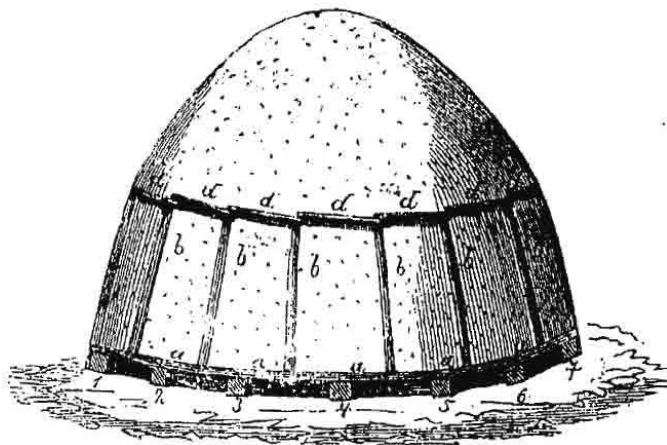
- a) vlašský milíř 24 %
- b) severoněmecký a slovanský milíř 22 %

Váhové výtěže stojatých milířů zobrazuje tabulka č. 4

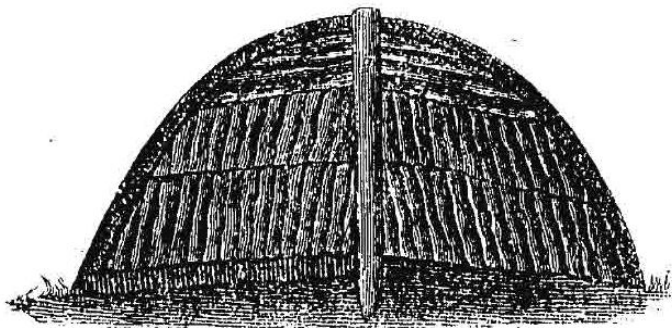
Tab.4 Váhová výtěž stojatých milířů (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)

buková a dubová polena	20 –22 %
březová polena	20–21 %
borová polena	22–25 %
smrková polena	23–25,8 %
smrkové pařezy	21–25 %
smrkové „klacky“ průměr 10cm	20–23,6 %
smrkový klest	19–22 %

Porovnání váhové výtěže milířů vlašských a slovanských společně se severoněmeckými vychází v poměru 12 : 11



Obr.2 Stojatý milíř (severoněmecký) (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)



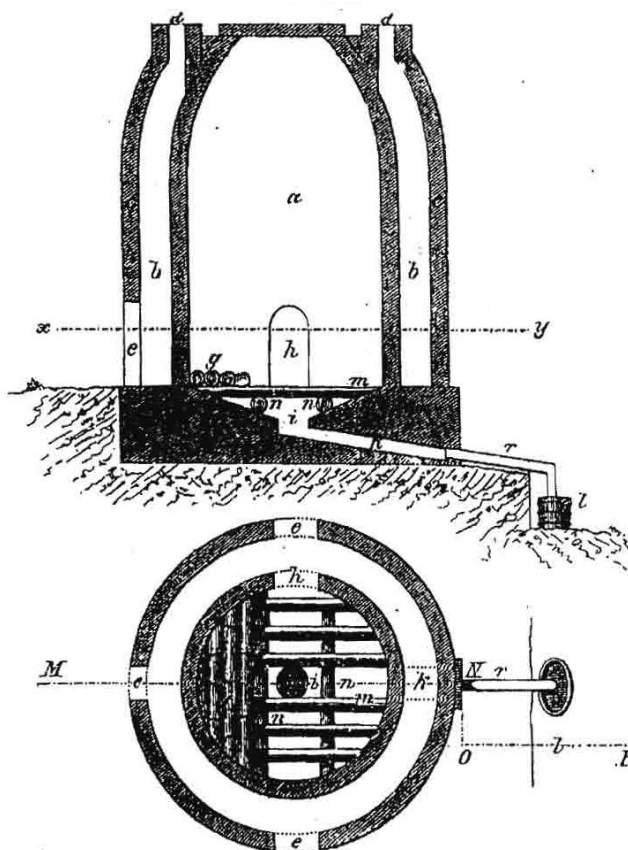
Obr.3 Řez severoněmeckým milířem (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)

6.3. V pecích bez přístupu vzduchu (uzavřené)

Hlavní výhody této technologie byly zejména v soustředění „vedlejších tekutých výrobků“ a v získávání dřevěného uhlí s vyšším podílem vázaného uhlíku. Nevýhodou pak byla nižší kvalita dřevěného uhlí (houbovitost) a velká spotřeba dřeva na vytápění pece (až 12 % z celkové vsázky).

6.3.1. Princip

Pec byla oplášťovaná, vyzděná, válcovitého tvaru, zakončená kuželovou „čepicí“. Vyzdění bylo i dno, které bylo navíc opatřeno roštem. Dále se pod dnem nacházela vyzděná jáma s kanálkem sloužícím k odvodu tekutých produktů do přistavených nádob. Dříví bylo do pece ukládáno otvorem v těle pece i čepici – tyto otvory se zazdívaly. V prostoru mezi vnitřním a vnějším pláštěm se topilo, k čemuž sloužila „ústa“ a „capouchy“. Tato metoda zajišťovala výrobu dřevěného uhlí v téměř čistě anaerobních podmínkách.



Obr.4 Půdorys a průřez pecí (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)

6.3.2. Přenosná pec

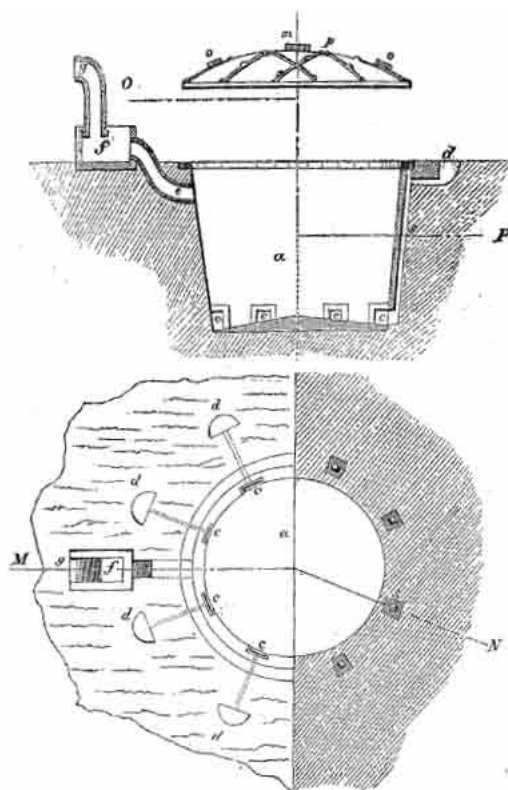
Existovala také „přenosná“ varianta této technologie od pařížského inženýra Vallauri. Jednalo se o vzduchotěsnou skříň, snadno rozebíratelnou a převoznou. Při výrobě byla skříň naplněna dřevem, na 2–3 externích ohništích se topilo dřevem nevhodným pro karbonizaci, odtud se teplo kanály vedlo do karbonizační skříň. Vyvíjené plyny byly v opačném směru odváděny k ohništím a spalovány. Proces karbonizace trval cca 3 dny a dosahoval výtěžnosti 28 %.

6.4. Pece s přístupem vzduchu

Tyto pece jsou popisovány jako „upravené milíře“ kde plášť z hlíny, mouru, písku, drnů a různé biomasy, byl nahrazován ocelovou nebo zděnou stěnou. Tato stěna byla po svém obvodu opatřena sérií otvorů sloužících k přívodu vzdušného kyslíku v počátečních fázích výroby. Otvory byly nejčastěji ve dvou řadách, měly v průměru cca 4 cm, byly od sebe vzdálené 1 m. První řada byla umístěná těsně nad úrovní dna, druhá o ½ m výše. Tyto otvory uhlíři během procesu karbonizace zátkovali a zamazávali hlínou. Dále byla pec opatřena 16cm otvorem, který sloužil k zapalování vsázky. Plyny a páry se do nádob odváděly měděnou rourou o průměru 16 cm. Celý proces výroby dřevěného uhlí v těchto pecích trval cca 12–14 dní.

6.4.1. De la Chabeaussierova pec

Pec inženýra de la Chabeaussiera byla projektována na tomto principu s tím rozdílem, že vlastní karbonizační prostor byl umístěn pod úrovní terénu, ve vyzděné jámě. De la Chabeaussierova pec byla opatřena systémem průduchů a kanálek a z vrchu kryta železným poklopem. K obsluze byly potřebné jeřáby a kladky.



Obr.5 De la Chabeaussierova pec (časopis HÁJ, DOLEŽAL 1872)

Ve zmiňovaném období bylo i Slovensko součástí jednoho státního celku a proto jsou uvedeny i technologie tam používané.

6.5. Technologie používané na Slovensku

Též na Slovensku bylo známo více způsobů pálení dřevěného uhlí. Byl to způsob německý, italský a nejrozšířenější slovenský, který byl používán v lesích takřka celého Slovenska, ba dokonce i v Sedmíhradsku. Místo, na němž se postavil milíř, mělo v průměru 30–40 m. Do středu kruhu se zasadily dvě asi dvoumetrové tyče, dole od sebe vzdálené cca 20 cm a nahoře svázané. Mezi ně se nakladla tenká a suchá dřevěná polínka. Okolo takto postaveného středu se kladl báňský sáh, tj. 2 m dlouhá polena. Když byla spodní vrstva uložena, začala se klást horní vrstva. Do jejího středu přišla také sáhová polena, takže milíř byl vysoký asi 4 m. Na pokrytí milíře byla v první vrstvě použita sláma, tráva, chvojí nebo listí, druhou vrstvu tvořila hlína, nejvhodnější však byla směs hlíny a uhelného prachu. Pokrytí milíře horní vrstvou i pálení dřeva samo, vyžadovalo zkušenosti. Doba zuhelnování byla různá a závisela na velikosti milíře, na druhu dřeva apod. Na

zuhlenní milíře o objemu 16 sáhů, tj. 132 m³ dřeva bylo zapotřebí průměrně 8–9 dní. Z celkového objemu zuhelnňovaného dřeva se získalo asi 55 % dřevěného uhlí. Bylo-li dřevo kvalitní, mohlo se podle J. G. Leinböcka z jeho celkového objemu napálit až 65–68 % uhlí.

7. Právní předpisy a ekologická omezení pro povolování provozů a výroby dřevěného uhlí

- a) Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 sb.
- b) Zákon o odpadech č. 185/2001 sb.
- c) Nadnárodní předpisy EVROPSKÁ UNIE – EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (EU – ECHA)
- d) Další všeobecně platné normy: – Zákoník práce
 - Stavební zákon
 - ustanovení o podnikání
 - další všeobecně platné normy

7.1. Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 sb.

Výroba dřevěného uhlí cestou karbonizace dřeva je proces, při kterém kromě cílového produktu – dřevěného uhlí, vzniká celá řada dalších meziproductů, které jsou částečně využívány jako vedlejší produkty a částečně jsou likvidovány jako odpady.

O procentuálním podílu těchto odpadů rozhoduje použitá technologie a též použitá surovina.

Rozhodující složkou odpadů jsou pyrolýzní plyny vznikající v procesu karbonizace. I když soudobé technologie značně snižují jejich množství, určitá část je v každém případě vypouštěna do ovzduší a znečišťuje ho. Na základě této skutečnosti je rozhodujícím zákonem limitujícím provoz těchto zařízení Zákon 86/2002 sb. – Zákon o ochraně ovzduší.

Tento zákon v souladu s příslušnými předpisy Evropského společenství upravuje práva a povinnosti osob při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností. Stanovuje podmínky pro snižování množství vypouštěných znečišťujících látek a upravuje ochranu ozónové vrstvy Země.

7.1.1. základní pojmy

V části definující základní pojmy je stanoveno, že znečišťující látka je jakákoliv látka vnesená do ovzduší, která může mít škodlivý vliv na zdraví lidí a zvířat, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek. Popsány jsou emise a jejich limity jako nejvýše

přijatelné množství znečišťujících látek. Emise jsou specifikovány jako znečištění ovzduší vyjádřené hmotností zanechaných znečišťujících látek a jejich limitní množství.

7.1.2. Obecné povinnosti

V §3 stanovuje zákon obecnou povinnost omezovat a předcházet znečištění právníky i fyzickými osobami, zakazuje spalování látek, které nejsou palivem. Umožňuje obcím vyhláškou regulovat nebo zakázat spalování rostlinných materiálů atd.

7.1.3. Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO)

V hlavě II. Zákon upravuje kategorie a zařazení zdrojů znečištění ovzduší. (Tzv. REZZO – Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší – tabulka č. 5)

Tab.5 Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší (zákon 86/2002 sb., hlava II.)

Stacionární zdroje	Označení	Výkon
REZZO 0+1	Velké zdroje	5 MW+
REZZO 2	Střední zdroje	0,2–5 MW
REZZO 3	Malé zdroje	0–0,2 MW
Mobilní zdroje		
REZZO 4	Doprava	

Legendu REZZO zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMU)

Ve znění této části zákona je páleníště dřevěného uhlí stacionárním zařízením střední velikosti. Podle technologického uspořádání se jedná o zařízení, schválené podle §17 odst. 2 tohoto zákona (režim se stanovenými podmínkami).

7.1.4. Zjišťování emisí

Podle §9 jsou emise zjišťovány měřením (případně výpočtem) a musí splňovat obecný emisní limit. Za jeho dodržení odpovídá provozovatel, který je povinný ve stanovené lhůtě vypracovat provozní řád, zabezpečující nepřekračování limitů. Dále je provozovatel povinný vést provozní evidenci, zjišťovat množství vypouštěných znečišťujících a

prachových látek. Hlášení příslušným orgánům podává do 31. 3. následujícího kalendářního roku. Nebezpečné stavy ohlašuje neprodleně a je povinen zastavit provoz.

7.1.5. Hlášení

Informace o znečištění ovzduší je provozovatel povinný poskytnout veřejnosti a též umožnit vstup kontrolním orgánům. Evidenci a vyhodnocení znečištění ovzduší zajišťuje „Registr emisí a zdrojů znečištění“.

7.1.6. Krajské úřady

Zákon stanovuje, že zřizování středních stacionárních zdrojů znečištění, jejich změny a uvedení do provozu podléhají příslušnému orgánu ochrany ovzduší podle jednotlivých právních předpisů (krajské úřady). Tomuto podléhají též povolení ke změnám technologie, ke spalování odpadu a k výrobě výrobků, které mohou znečišťovat ovzduší (dřevěné uhlí). Krajské úřady též stanovují emisní limity a povolují provoz zařízení po uplynutí lhůty platnosti stávajícího povolení.

7.1.7. Povolení provozu

K povolení provozu jsou nezbytné závazné podmínky prověřování stacionárního zdroje, které obsahují zejména emisní limity, opatření k vyloučení rizik a podmínky zajišťující ochranu životního prostředí. V případě překročení přípustné úrovně znečištění ovzduší stanovují krajské úřady limity k dalšímu provozu podle podmínek uvedených v zákonu. Zákon stanovuje podmínky pro spalování odpadu (jedná se o topení odpadovým dřevěným uhlím v dopalovacích pecích). Toto musí být povoleno příslušnými orgány ochrany přírody.

7.1.8. Poplatky

Provozovatelé středních stacionárních zdrojů platí poplatky za znečištění ovzduší. O jejich výši rozhoduje správce, kterým je v tomto případě Obecní úřad obce s rozšířenou působností. Poplatkovým obdobím je jeden rok. Za běžný rok se platí zálohově, podle skutečného stavu v předchozím roce. Výši poplatku vypočítává provozovatel a oznamuje ji správci poplatku, který jeho údaje ověří a vydá rozhodnutí o výši poplatku, případně

stanoví výši záloh. Skutečnosti, mající vliv na změnu poplatku musí provozovatel oznámit správci

do 30 dnů. Zákon rovněž stanovuje podmínky pro odklad, respektive prominutí či doplacení části poplatku.

Ostatní ustanovení zákona provoz pálenišť neovlivňují.

7.2. Zákon o odpadech č. 185/2001 sb.

Při procesu karbonizace uhlí vedle cílového produktu – dřevěného uhlí, vzniká i řada vedlejších produktů, které mohou být částečně využívány a částečně tvoří odpad, dělí se na pevný, kapalný a plyný. Plyný odpad byl rozebrán v předešlé kapitole. Pevný odpad je tvořen částečně látkami splňujícími kritéria pro komunální odpad a částečně představujícími odpad nebezpečný. Při likvidaci odpadů musí být v plném rozsahu dodrženy ustanovení zákona 185/2001 o odpadech.

7.2.1. Pojem odpad

Zákon stanovuje obsah pojmu odpad. Jedná se o každou movitou věc, které se osoba (právní či fyzická) zbavuje. Tabulka č. 6 uvádí některé typy odpadů se vztahem k výrobě dřevěného uhlí a jejich kódové označení.

Tab.6 Skupiny odpadů se vztahem k výrobě dřevěného uhlí (zákon 185/2001 sb., příloha I.)

Q1	dále nspecifikované zbytky výroby
Q2	výrobky, které neodpovídají požadované jakosti
Q4	znehodnocené výrobky a součásti kontaminované v průběhu výroby
Q6	dále nepoužitelné součásti jako použité baterie, katalyzátory apod.
Q8	zůstatky z průmyslových procesů
Q9	zůstatky z procesů snižujících znečištění (filtry apod.)
Q12	znečištěné materiály, například oleje
atd.	

Původce odpadu, případně oprávněná osoba, je povinen zařadit svůj odpad podle katalogu odpadů, vydaného ministerstvem.

7.2.2. Kategorie odpadů

Podle ustanovení zákona se odpady dělí na odpady bezpečné a nebezpečné. Odpady nepatřící do kategorie nebezpečného odpadu jsou likvidovány jedním z následujících způsobů – jsou dále využívány nebo odstraňovány. Pokud jsou dále využívány, používají se jako palivo (R1) nebo na další zpracování (R11). Sem patří rafinace dehtů nebo další chemické zpracování některých produktů.

7.2.3. Likvidace odpadů

Pokud odpady nelze dále využít, jsou likvidovány některým z následujících způsobů: Uskladnění v úrovni nebo pod úrovní terénu, ukládání do povrchových nádrží nebo technologicky upravených skládek – v tomto případě je provozovatel povinný platit skladné, vypouštění odpadních vod po jejich filtraci do vodních těles, spalování, konečné či tvrdé uložení.

Odpadové vody řeší samostatná norma.

7.2.4. Kritéria nebezpečného odpadu

Ve smyslu zákona jsou za nebezpečný odpad považovány odpadní látky splňující následující kritéria (v tabulce č. 7 jsou uvedena pouze kritéria připadající v úvahu při výrobě dřevěného uhlí):

Tab.7 Seznam některých nebezpečných vlastností odpadů
(zákon 185/2001 sb., příloha II.)

H2	oxidační schopnost (kyseliny)
H3B	hořlavost
H4	dráždivost
H5	škodlivost zdraví
H6	toxicita
H7	karcinogenost
H8	žíravost
H14	ekotoxicita

7.2.5. Povinnosti vyplývající ze zákona

V příloze č. 5 je uveden seznam složek, které činí odpad nebezpečným. Provozovatel ve spolupráci s oprávněnou osobou jsou povinni pro účely nakládání s odpadem tento zařadit podle uvedených kritérií.

Zacházení s odpadem tohoto typu reguluje zákon ve své 4. části – povinnosti při zacházení s vybranými výrobky, odpady a zařízeními.

Pokud provozovatel nemůže své odpady dále používat nebo zlikvidovat v duchu tohoto zákona, protože patří do nebezpečných odpadů a tento není zařazen do seznamu vybraných výrobků a odpadů, je povinen nebezpečné odpady řádně zabalit, označit a převést do vlastnictví pouze osoby oprávněné k jejich převzetí.

Další ustanovení zákona se dané tematiky bezprostředně netýkají.

7.3. Nadnárodní předpisy EU – ECHA

Evropská unie považuje dřevěné uhlí za chemický produkt podléhající certifikaci regulující její výrobu, export a import dle nařízení „Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals“ (REACH) - Helsinky 1. června 2007. Dohled nad dodržováním nařízení REACH a agendu s tím spojenou má ve své kompetenci nadnárodní agentura ECHA (Evropská agentura pro chemické látky).

7.3.1. REACH

REACH je nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek. Úmluva vstoupila v platnost 1. června 2007 s cílem zefektivnit a zlepšit bývalý právní rámec týkající se chemických látek v Evropské unii (EU). REACH klade na průmysl větší odpovědnost k řízení rizik, která mohou chemické látky představovat pro zdraví a životní prostředí.

7.3.1.1. Platnost úmluvy

V zásadě se REACH vztahuje na všechny chemické látky: nejen chemické látky používaných v průmyslových procesech, ale i na látky, s kterými se setkáváme v běžném životě, například čisticí prostředky, barvy, stejně jako látky obsažené ve výrobcích typu oblečení, nábytek nebo elektrické spotřebiče.

7.3.1.2. Cíle REACH

- Zlepšit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před riziky, která mohou chemické látky představovat
- Zvýšit konkurenceschopnost chemického průmyslu EU, který je klíčovým odvětvím hospodářství EU
- Podporovat alternativní metody pro hodnocení rizik představovaných chemickými látkami
- Zajistit volný pohyb chemických látek na vnitřním trhu Evropské unie

7.3.1.3. Právní předpisy

REACH nahrazuje asi 40 právních předpisů. Ty právní předpisy, které REACH nenahrazuje (např. pro kosmetiku, čisticí prostředky) nebo související právní předpisy (např. v oblasti zdraví a bezpečnosti pracovníků při manipulaci s chemikáliemi, bezpečnost výrobků, stavebních výrobků), zůstávají v platnosti. REACH byl navržen tak, aby nebyl v rozporu s jinými chemickými právními předpisy.

7.3.1.4. Nařízení REACH

REACH ukládá výrobcům a obchodníkům větší odpovědnost za kontrolu rizik, která chemické látky představují, a nařizuje poskytování bezpečnostních informací jejich uživatelům.

REACH je otevřené nařízení. Předpokládá, že Evropská unie může přijmout další opatření v oblasti vysoce nebezpečných látek.

7.3.1.5. Povinnosti vyplývající z nařízení REACH

Všichni výrobci a dovozci chemických látek musí identifikovat a řídit rizika spojená s látkami, které vyrábějí a prodávají. Pro látky vyráběné nebo dovážené v množství větším než 1 tona za rok, musí výrobci a dovozci předložit agentuře ECHA registrační dokumentaci.

7.3.1.6. Testování chemických látek

Jakmile agentura ECHA registrační dokumentaci přijme, může zkontrolovat, zda je v souladu s platnými nařízeními. Aby zabránila nadbytečnému testování chemických látek,

zejména na zvířatech, navrhne optimální postupy jejich posouzení.

V případě potřeby mohou orgány agentury vybrat chemické látky, které vzbuzují obavy a je nutné je dále zkoumat.

7.3.1.7. Systém povolování

REACH také stanovuje systém povolování, jehož cílem je zajistit náležitou kontrolu nebezpečných látek, jejich postupné nahrazování bezpečnějšími látkami a technologiemi nebo doporučuje jejich použití v případech mimořádného přínosu pro společnost. Orgány EU mohou také uvalit omezení na výrobu, používání nebo uvedení na trh u látek, které způsobují nepřijatelné riziko pro lidské zdraví nebo životní prostředí.

7.3.1.8. Poskytování informací

Výrobci a dovozci musí poskytnout následným uživatelům chemických látek informace o rizicích jejich použití a možnostech eliminace těchto rizik. To se uskutečňuje prostřednictvím systému klasifikace a označování. V případě potřeby jsou vystavovány bezpečnostní listy.

7.3.1.9. Osvobození od povinností

Jednotlivé chemické látky mohou být úplně nebo částečně osvobozeny od povinností podle nařízení REACH. Tyto výjimky jsou podrobně popsány na webových stránkách. Například více informací o osvobození od daně lze získat s použitím „navigátora“.

7.3.1.10. Pokyny EU

Aby bylo zabezpečeno provádění nařízení REACH, byly v posledních letech vypracovány pokyny EU. Tyto pokyny byly navrženy a diskutovány v rámci projektu EU, byly konzultovány členskými státy, partnery z průmyslu a dalšími vládními i nevládními organizacemi. Za účelem poskytování poradenství jsou v každém členském státu stanovená národní kontaktní místa.

7.4. Další všeobecně platné normy

Výše uvedené ani žádné jiné ustanovení neuvolňuje pracoviště pro výrobu dřevěného uhlí z plnění všeobecně platných norem a předpisů, jako jsou například Zákoník práce, Stavební zákon, ustanovení o podnikání a další všeobecně platné normy.

8. Současné technologické postupy výroby dřevěného uhlí, používané v ČR

V současné době dochází v České republice z různých, převážně ekonomických a ekologických důvodů k masivnímu útlumu až zastavování výroby dřevěného uhlí. Na základě této skutečnosti budou pro potřeby této práce za současné považovány technologie, používané přibližně v průběhu posledních deseti let. I tak budou statistické údaje, využitě pro porovnání vybraných výrobních provozů, jen velmi kusé.

V uvedeném duchu soudobé technologie sestávají z milířů, cyklických a kontinuálních karbonizačních pecí a retort.

8.1. Milíře

V této části je nutné zvážit, zda je možné milíř, prakticky nejstarší známou technologii výroby dřevěného uhlí, považovat za soudobou technologii. Protože však je v současné době jednou z mála neustále využívaných technologií, jsou řazeny do výčtu soudobých. Jedná se o malé, často amatérské provozy „fanoušků“ dřevěného uhlí, vyrábějící pro konkrétní odběratele v tuzemsku i zahraničí nebo pro vlastní spotřebu, nebo skanzeny (skanzen Lhota, Kamenné Žehrovice). Tato technologie je detailně popsána v kapitole 6.2. – Pálení dřevěného uhlí v milířích (ležaté, stojaté)



Obr.6 Milíř před zapálením
(KADERA 2010)



Obr.7 Dřevěné uhlí
„řez milířem“
(KADERA 2010)

8.2. Karbonizační pece v klasickém provedení

Tyto pece jsou určeny pro výrobu kvalitního dřevěného uhlí z méně hodnotného dříví, jinak obtížně průmyslově zpracovatelné. Karbonizační pece na výrobu dřevěného uhlí jsou konstruovány a vyráběny na základě dlouhodobých praktických zkušeností s výrobou dřevěného uhlí na starších pecích systému „KOŘÁN“ a nověji na pecích systému „MLČEK“. Rozdíl mezi těmito systémy je v hlavně ve vyšší ekologičnosti systému „MLČEK“. V poslední době byly do provozů zaváděny spíše karbonizační pece tohoto typu.

8.2.1. Základní zásady

Při konstrukci, stavbě a provozu karbonizační pece jsou zohledňovány čtyři základní zásady:

- a) minimalizace dopadů na ekologii
- b) minimalizace odpadů z výroby dřevěného uhlí (ocet, dehet atd.)
- c) jednoduchost a účelnost obsluhy zařízení
- d) maximální efektivnost výroby výsledného produktu

8.2.2. Konstrukce

Konstrukce současných karbonizačních pecí zaručuje téměř dokonalou odlučivost plynných, kapalných a pevných odpadních produktů. Mezi plynné produkty řadíme pyrolýzní plyny. Kapalně produkty jsou octy a dehty v kapalném stavu. Pevné produkty jsou dehty v tuhém stavu.

8.2.3. Systém „KOŘÁN“

Karbonizační pec systému „KOŘÁN“

Jedná se o relativně starší typ karbonizačních pecí, ve své době hojně používaných. Nicméně z důvodu nedostatečné ekologičnosti byly postupně státními orgány (ČIŽP – ochrana ovzduší) vydávána rozhodnutí o jejich odstavení z provozu.

Rozměrově i konstrukčně je tato pec velice podobná peci systému „MLČEK“. Pec bude popsána v následujícím. Základním rozdílem je, že tato pec je přetlaková. Pyrolýzní plyn je

z ní vytlačován přes několik otvorů v horní části (komínků) přímo do ovzduší. To je zdrojem její nižší ekologičnosti.

8.2.4. Systém „MLČEK“

Karbonizační pec systému „MLČEK“ – dle autora Ing. Mlčka.

Jedná se o novější, modernější typ karbonizační pece, která postupně na páleníštích nahrazovala předchozí typy. Rozměrově i konstrukčně je velmi podobná peci systému „KOŘÁN“, liší se hlavně tím, že se jedná o pec podtlakovou. Pyrolýzní plyn je z ní odsáván přes dopalovací komoru a až po dopálení z ní odchází do ovzduší. Z hlediska ekologie se jedná o systém, který je schopen, za přísného dodržování technologické kázně, vyhovět platným emisním předpisům.



Obr.8 Karbonizační pec „MLČEK“

8.2.4.1. Technické parametry pece systému „MLČEK“

Technické parametry pece systému „MLČEK“ zobrazuje tabulka č. 8

Tab.8 Technické parametry karbonizační pece a dopalovací komory (PŘIBYL 1999)

Průměr pece	3 100 mm
Výška pece	2 600 mm
Výška sběrného potrubí nad pecí	400 mm
Hmotnost pece	4 000–4 500 kg
Celkový objem pece	cca 20 m ³
Pracovní – využitelný objem pece	cca 15 m ³
Vsázka dřevní hmoty	cca 15 prm
Vsázka buk, dub na vzduchu vyschlý ¹	6 400 kg
Hmotnostní výtěž z jednoho výpalu ²	1 070 kg (100 %)
Hmotnost výtěžnosti z jednoho výpalu – frakce 20–80 mm	960 kg (90 %)
Hmotnost výtěžnosti z jednoho výpalu – frakce do 20 mm	110 kg (10%)
Čas karbonizace jednoho výpalu ³	28–36 hodin
Čas vychladnutí jednoho výpalu ⁴	12–18 hodin
Teplota snímaná v horní části pece	200 °C
Teplota karbonizace – přepokládána	500–550 °C
Teplota uvnitř pece při jejím otevření ⁵	teplota okolního prostředí
Výška dopalovací komory ⁶	cca 1 500 mm
Šířka dopalovací komory ⁶	cca 1 200 mm
Délka dopalovací komory ⁶	cca 2 500 mm

¹ koeficient prm/m³ je 0,55, buk vyschlý na vzduchu má hmotnost 800 kg/m³

² nutností je buk vyschlý do max. 20 % vody, 800 kg/m³, při dodržení podmínek vsázky je hmotnostní poměr mezi netříděným dřevěným uhlím a bukem 1 : 6

³ s ohledem na kvalitu, frakci a vlhkost dřeva

⁴ s ohledem na teplotu okolního prostředí

⁵ kontroluje se na teploměru umístěném v horní části pece

⁶ Rozměry dopalovací komory jsou závislé:

- na počtu karbonizačních pecí, jejichž pyrolýzní plyn je likvidován (na jednu dopalovací komoru je možné napojit až 6 pecí)
- na druhu a způsobu umístění zařízení, které využívá odpadní teplo (výměníky atd.)
- na druhu topného média – plyn, nafta, topný olej, dřevo.

8.2.4.2. Technický popis karbonizační pece systému „MLČEK“

Karbonizační pec tohoto typu je válec, který je postaven na dostatečně pevný základ svou plochou částí. Vyskytují se i karbonizační pece krychlové, nejsou však tak běžné, proto nejsou dále zmiňovány.

Válec, tvořící pec, je vyroben z kotlářského plechu síly okolo 6 mm, doporučené jakosti oceli 12020 (ČSN 41 2020 Ušlechtilé oceli uhlíkové, ČSN 42 5310 Plechy tlusté z ocelí tříd 10–16 válcované za tepla). Do výšky 1200–1500 mm je karbonizační pec dvouplášťová (mezera cca 70 mm), přičemž na vnitřní plášť je použitý stejný materiál jako na plášť vnější. Karbonizační pec není vyzděna žádnou vyzdívkou. Dno pece tvoří hvězdicovitý rošt, na který se skládá podlaha z dřevní hmoty.

Pec má ve spodní části (těsně nad podlahou) několik průduchů s ručně ovládanou uzavírací klapkou – pokličkou na regulovaný přívod spalovaného vzduchu. Tyto průduchy jsou do pláště zavřeny se sklonem cca 30° směrem k vnitřní podlaze pece. Toto je z důvodu zabránění vytékání tekutých dehtových složek z pece.

Karbonizační pec má na svém obvodu jedny ocelové dveře, které slouží na navážení dřevné hmoty a posléze na vyvážení hotového dřevěného uhlí. Tyto dveře jsou velmi těsně uzavíratelné, aby okolo jejich rámu nebyl do pece přisávaný nekontrolovaný vzduch. Jako dodatečné těsnění se používá kaše z jílu a vody, což je levné a jednoduché.

Karbonizační jednotka stojí na ocelovém základovém kříži ve výšce cca 250 mm nad vlastním základem.

Podlaha karbonizační pece je dvojí, kde vrchní pláty podlahy jsou na podkladním roštu volně ložené a po jejich zvednutí lze ze spodní podlahy, která je přivařená na

obvodový plášť karbonizační pece, odstranit usazený dehet, který při karbonizaci stéká po vnitřním plášti pece do meziprostoru podlah. Vnitřní podlaha musí být vyrobena z dostatečně silného a žáru odolného plechu, neboť jinak dochází k jeho deformaci. Vyzdívka není možná pro dlouhou dobu jejího chladnutí. Po každém provedeném výpalu je nutné z vnitřních stěn pece odstranit narostlý ztuhlý dehet. Ve vrchním víku (stropu) pece jsou čtvercové otvory, kterými je odsáván pyrolýzní plyn. Obvykle čtveřice odsávacích otvorů je ve stropě pravidelně rozmístěna okolo svislé osy pece s osovou vzdáleností otvorů od sebe přibližně 1 000 mm. Sběrné potrubí na peci, kterým jsou pyrolýzní plyny z těchto otvorů odváděny, má před vstupem do kmenového sběrného potrubí uzavírací klapku, kterou lze uzavřít výstup pyrolýzních plynů z předmětné pece. Vodorovné kmenové potrubí před dopalovací komorou přechází na potrubí svislé a je zaústěno do dopalovací komory. Vrchní víko (strop) pece je na svislé konstrukce pece přišroubováno a jsou v něm dva těsně uzavíratelné poklopy. Tyto slouží k plnění pece dřevní hmotou v prostoru nad vrchním rámem dveří a dále k odvětrání pece při jejím vyvážení. Vzhledem k tomu, že poklopy jsou na pantech, slouží i jako bezpečnostní klapka při případné explozi pyrolýzních plynů. Taktéž se po provedení výpalu otvírají jako první a skrze ně je kontrolováno dostatečné vychlazení hotového dřevěného uhlí.

Dopalovací komora je vyzděna kvalitní vyzdívkou. Ve většině jsou použita dvě topeniště za sebou, s cílem dosáhnout požadovanou vysokou teplotu dopalování (cca 800 °C) na dostatečně dlouhém úseku. Jako palivo se v dopalovací komoře používá plyn, nafta či dřevo, včetně nepodařeného nebo dehtem znečištěného dřevěného uhlí. Posledně uváděné palivo je ekonomicky nejvýhodnější, neustálé doplňování paliva na ohništi je však náročné na obsluhu.



Obr.9 Dopalovací komora

Za dopalovací komorou následuje opět sběrné potrubí, které navazuje buď na kouřový ventilátor nebo na komín, jenž je ve spodní části vyzděn žáruvzdornou vyzdívkou (teplota spalin je na vstupu do komína cca 400 °C). Jak kouřový ventilátor, tak i komín, zajišťují dostatečný odtah pyrolýzních plynů a tím vyvolávají podtlak v karbonizační peci. V případě použití kouřového ventilátoru je výfuk dopálených pyrolýzních plynů vyveden přímo z tohoto kouřového ventilátoru. Jiný než kouřový ventilátor není z důvodu teploty dopálených plynů možné použít.

Odpadní teplo je možné využít i pro vytápění objektů a dalších technologických prvků – např. sušáren, skleníků atd. Vytápění dalších objektů a zařízení je možné jak horkým odpadním médiem, tak i formou teplovodní, za pomoci výměníku v dopalovací komoře.

8.2.5. Ekopecce řady EKOMONTTI RTP

Vyvinuté firmou EKOMONTTI Lukov-Zlín v součinnosti s STU Bratislava, chemicko technologická fakulta, katedra dřeva, celulózy a papíru.

Tyto pece pracují na základě obdobného systému, jaký byl popsán výše.

Využitím nejmodernějších postupů a technologií však dosahují pokroku z hlediska ekologického, zatížení životního prostředí do značné míry vylučují.

8.2.5.1. Ekopec EKOMONTTI RTP 01

Tato karbonizační ekopec je celokovová nádoba, ze spodní strany uzavřená dnem s odtoky zkondensované kapaliny (voda, kyselina octová apod.), uložená na křížovém nosníku, z vrchní strany kryta stropem (střechou) a opatřena soustavou komínů (kouřovodů). Kouřovody jsou zaústěny do centrálního kouřovodu, který je zaveden do komína. Komín je na svém vyústění opatřen malou plynovou stanicí EKOMONTTI (MPSE) s nuceným přívodem sekundárního vzduchu do spalovací komory. Komín je uložen v kapalinovém kondenzátoru a ve spodní části je opatřen odtokem pro zkondenzované látky – vodu, kyselinu octovou, dehet.

8.2.5.1.1. Technické parametry

Technické parametry EKOMONTTI RTP 01 zobrazuje tabulka č. 9

Tab.9 Technické parametry EKOMONTTI RTP 01 (GORČÍK 1999)

Průměr pece (v kruhové variantě)	3 000 mm
Průměr pece (varianta ukosených dveří)	2 800 mm
Výška pece	2 600 mm
Výška komínu	3 400 mm
Výška celkem	6 000 mm
Síla pláště	6 mm
Síla dna	2 x 8 mm
Hmotnost (bez náplně chladiče)	4 600 kg
Náplň kondenzátoru celoročně	Nemrz. Kapalina SENAL nebo FRIDEX
Náplň kondenzátoru sezónně	voda
Obsah kondenzátoru	min. 400 l
Vsázka	9–10 prm dříví
Doba trvání výpalu	28–32 hod
Doba vychladnutí	24 hod
Nutné příslušenství	nádoba na kondenzát



Obr.10 EKOMONTTI RTP 01 (EKOMONTI LUKOV ZLÍN 1999)

8.2.5.2. Ekopec EKOMONTTI RTP 02

RTP 02 je pokračováním typové řady RTP 01. Byla vyvinuta s jasným cílem – další podstatné zlepšení ochrany prostředí a to zejména ovzduší.

EKOMONTTI RTP 02 je celokovová nádoba, ze spodní strany uzavřena plným dnem a uložena na křížovém nosníku, z vrchní strany je kryta stropem (střechou) a je opatřena soustavou komínů (kouřovodů). Mezi kouřovody jsou umístěny dvě spalovací komory, mezi nimi je ustaven kondenzátor. Každá spalovací komora je opatřena malou plynovou stanicí EKOMONTTI (MPSE) s nuceným přívodem sekundárního vzduchu do spalovacích komor.

EKOMONTTI má dvě modifikace kondenzátoru – vodní – chlazený nuceným oběhem pomocí vodního čerpadla nebo vzdušní – nuceně chlazený přídavnými ventilátory. Kondenzátor je spojen potrubím s vnitřním prostorem tělesa EKOMONTTI pro odtok kondenzátu.

EKOMONTTI RTP 02 je již zařízení s tzv. bezodpadní technologií výroby, při výrobě jsou všechny odpadní látky souběžně likvidovány.

Technické parametry této pece jsou v podstatě shodné s EKOMONTTI RTP 01, pouze výška komínu je jen 1 800 mm, čímž se výsledná výška pece snižuje na 4 400 mm. Obsah

kondenzátoru je nižší – minimálně 150 l. Pec má navíc dva ventilátory ve vzdušném kondenzátoru.



Obr.11 EKOMONTTI RTP 02 (EKOMONTI LUKOV ZLÍN 1999)

8.2.6. Další typy

Existuje celá řada typů karbonizačních pecí, pracujících na popsáných principech. Tyto pece jsou ve většině případů pojmenované podle svého výrobce a navzájem se nepatrně liší ekologičností provozu, použitou technologií jejich výroby či malými konstrukčními odchylkami. Jako příklad je uvedena karbonizační pec Ing. Kose, používaná v Karlově Vsi na Křivoklátsku. Tato pec využívá výše popsané principy, ale je konstruována jako výklopná, což do značné míry ovlivňuje technologii jejího využití, hlavně při plnění dřevem a při vybírání hotového dřevěného uhlí.

Dále například karbonizační pec SYPTÁK. U tohoto typu její autor, Ing. Karel Sypták, jako jeden z prvních, začlenil do technologie dodatečné spalování pyrolýzních plynů, čímž dosáhl snížení ekologické zátěže pece na úkor její výtěžnosti.



Obr.12 Karbonizační pec typu Sypták

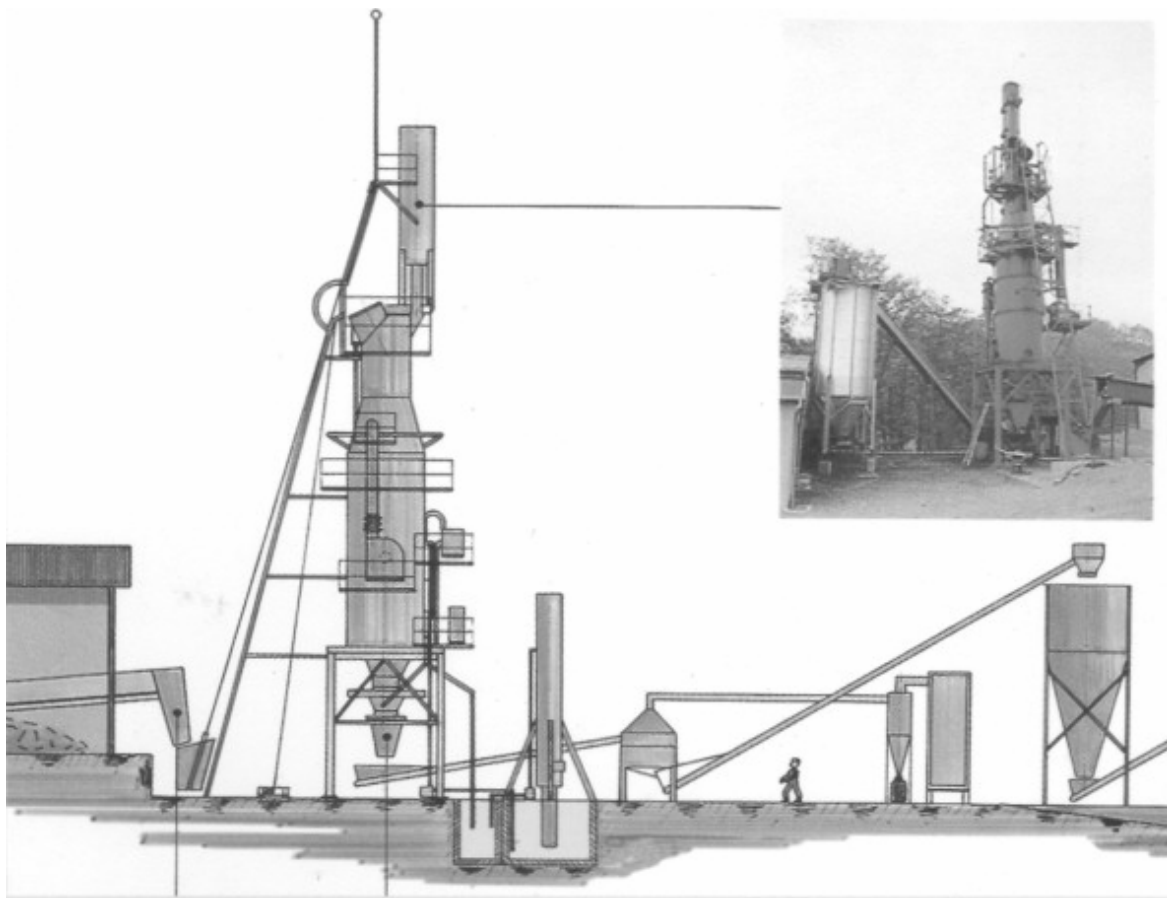
Dále byly využívány další značky karbonizačních pecí tohoto typu. Například Trihan, Fisher – Kořán, Kozák, Pejšek.



Obr.13 Karbonizační pec typu Fischer – Kořán

8.3. Karbonizační retorta podle systému LAMBIOTTE

Pec – karbonizační retorta tohoto typu na výrobu dřevěného uhlí je konstruována pro kontinuální karbonizaci tvrdého dřeva s cyklickým plněním a vyprazdňováním. Nepochází tu k postupnému nárůstu teplot, k vyhasínání a chladnutí jako u karbonizačních pecí, ale vše se odehrává v jednom vertikálním válci. V jednotlivých částech pece se odehrávají všechny děje potřebné k proměně dřeva na uhlí. Celé zařízení je velmi složité a nákladné.



Obr.14 Karbonizační retorta Lambiotte

8.3.1. Technické parametry

Karbonizační retorta je konstruována jako svislá ocelová nádoba o maximálním průměru 3 200 mm a délce 13 290 mm spočívající na ocelové konstrukci o výšce 5 250 mm. Nad vrcholem karbonizační retorty je uchycena a s ocelovou nádobou propojena dopalovací fléra o průměru 1 000 mm a délce 5 000 mm. To znamená, že celé zařízení je vysoké cca 23 m. Plnicí víko karbonizační retorty je umístěné na vrcholu ocelové nádoby a má průměr 1 000 mm. Na spodní část ocelové nádoby je v ose připevněno roštové zařízení s výsypným víkem. Vnitřní prostor ocelové nádoby je vyzděn žáruvzdorným materiálem.

8.3.2. Vlhkost dřeva

Dřevo pro výrobu dřevěného uhlí musí být upraveno do maximální velikosti čela 120 cm² a délky 330 mm. Takto připravené dřevo se dosouší v protiproudých sušárnách na obsah vody cca 9,6 %.

8.3.3. Proces karbonizace

Vlastní karbonizace probíhá při teplotě 450–520 °C a celý proces od plnění až po vyprazdňování je řízen automaticky, s výjimkou najíždění a utlumení pece, kdy se provádějí určité operace ručně obsluhou z rozvaděčů ve velínu.

8.3.4. Technologické zóny

Z technologického hlediska je pec rozdělena na 3 zóny od vrcholu směrem dolů:

- 1) zóna sušení a zapalování dřevní hmoty
- 2) zóna karbonizace dřevní hmoty
- 3) zóna vychlazování dřevěného uhlí

8.3.5. Teplotní a vzduchový režim

Teplotní a vzduchový režim pece zajišťují recyklační ventilátory teplých i studených pyrolýzních plynů a vzduchový ventilátor, jež saje atmosférický vzduch. K udržení teploty studených pyrolýzních plynů slouží vodní chladicí okruh napojený na vodní hospodářství. Celý tento chladicí okruh je uzavřený a jeho součástí je výkonný mikrochladič. Pyrolýzní plyny z karbonizační retorty jsou ventilátory odsávány do kruhové spalovací komory, kde se spalují a zbytek množství těchto plynů se též spaluje v dopalovací fléře.

Tepelná energie ze spalovací komory je využívána k vysoušení dřeva pro pec, k vysoušení briket z dřevěného uhlí a k vytápění objektů, včetně ohřevu užitkové vody.

8.3.6. Plnění a vyprazdňování

Plnění pece dřevem zajišťuje skipový výtah o objemu cca 1 m³, jehož provoz je řízen automaticky dle úrovně hladiny dřeva v karbonizační retortě.

Vyprazdňování karbonizační retorty se provádí v ustáleném provozním režimu automaticky a na řídicím PC lze navolit jeho různý režim. Průměrný interval výsypu je 18 až 20 minut a každý výsyp má hmotnost 78–92 kg netříděného uhlí.

8.3.7. Další technologické parametry

- průměrná roční spotřeba tvrdého suchého dřeva 8 000 tun
- průměrná roční produkce netříděného dřevěného uhlí 2 000 tun
- životnost pece je při dokonalé údržbě cca 25 let provozu

V oblasti pálení dřevěného uhlí je v současnosti retortní výroba nejracionálnější a neekonomičtější provozem. Je tomu tak proto, že se při něm ze dřeva získává nejen dřevěné uhlí, ale i jiné tekuté a plynné složky. Zejména se však využívá i tepelná energie uvolněná při procesu karbonizace dřeva.

8.3.8. Technická studie pracoviště

Tento typ karbonizační retorty představuje vrchol u nás využívané technologie a je možné ho postavit z tuzemských technologických částí i dnes, v době celkového útlumu výroby dřevěného uhlí u nás.

K nejlépe rozpracovaným patří i technologie výroby dřevěného uhlí, využívající karbonizační retortu tohoto typu.

Jako příklad je uvedena technická studie pracoviště (podle pana Ing. Karla Syptáka, firma Framun, s.r.o.) - viz schéma 8.3.8.10.

8.3.8.1. Technologický postup

Tato studie předpokládá při výrobě dřevěného uhlí následující technologický postup: dřevo, pokud má průměr nebo hranu větší než 10 cm, se štípe, ukládá do hraní ve skladu, kde je přirozenou cestou sušeno půl roku. Po vysušení je dřevo dopravováno na sekačku, kde je nasekáno na délku 30–35 cm a dopravníkem přepraveno do skladu. Odtud je dopravníkem a skipovým výtahem dopraveno do sušárny. Po dosušení je dřevo opět pásovým dopravníkem a skipovým výtahem dopraveno do karbonizační retorty, kde probíhá nepřetržitý karbonizační cyklus. Ve spodní části retorty dochází k chladnutí a kontrole uhlí před vypuštěním na pás. K chlazení uhlí se používá chladící voda, která neustále cirkuluje přes chladící věž do nádrže chladící vody a zpět do chladiče pyrolýzních plynů. Dřevěné uhlí se po výsypu z retorty třídí na jednotlivé frakce a podle zrnění dopravuje do jednotlivých „bunkrů“, kde se váží, balí, případně paletizuje a ukládá ve skladu, odkud se provádí expedice.

Pro úplné využití drobných podílů dřevěného uhlí (prachu) je možné instalovat linku na výrobu briket.

8.3.8.2. Technologické vybavení

Z uvedeného plyne, že technologická část obsahuje následující zařízení – štípačky dřeva, sekačky dřeva, dopravní pásy a nakladače, vertikální sušárny dřeva s výtahem, karbonizační retorty, třídící systém uhlí, zásobníky, plnicí a vážící stroje (sem patří i šicí zařízení na sáčky a pytle s dvojitou vazbou), zařízení pro paletizaci a následné uložení nebo expedici uhlí, dále chladicí systém vody, spalovací komory pyrolýzních plynů včetně hořáku, ventilátory horkých plynů, měření a regulace, ocelové technologické konstrukce a velín – elektročásti včetně rozvaděčů. Optimální je uspořádání všech komponentů liniově – za sebou.

8.3.8.3. Výkon

Instalovaný výkon zařízení je okolo 236 kW, spotřeba vody je asi 32 m³ (za 3 měsíce). Chladicí voda je v uzavřeném recyklačním okruhu a jednou za 3 měsíce se mění.

8.3.8.4. Opravy

Pro opravy a údržbu musí být k dispozici údržbářská dílna vybavená svářeními a běžným dílenským zařízením. Součástí je též pracoviště elektroúdržby.

8.3.8.5. Stavební vybavenost

Stavebně je zařízení umístěno v ocelové hale o rozvoru cca 12 m a výšce po vazník 6 m. V hale jsou za sebou uspořádány provozní soubory technologických zařízení, což představuje cca 160 m délky. Mimo to vodní hospodářství vyžaduje dvě vodotěsné jímky o obsahu 30 a 50 m³. Samozřejmě nesmí chybět sociální zařízení pro celkový počet 22 pracovníků, pracujících v prašném provozu.

Velín s rozvaděčem je umístěn v těsné blízkosti sušárny a karbonizační retorty. Zde jsou umístěny též světelné rozvaděče a panely měřičů a kompenzací.

V částech provozů mechanizačních prostředků a nákladních aut jsou nezbytné komunikace a zpevněné plochy, případně nákladní rampy.

Skład dřeva je umístěn v blízkosti výrobních zařízení, musí být zastřešen, se zpevněným podkladem a elektrickým rozvodem, umožňujícím provoz štípacích strojů. Kapacita skladu musí být dostatečná pro zásobu dřeva na půl roku – to je asi 10 000 až 12 000 prn. Jeho ideální velikost je 10 000 m².



Obr.15 Stavební vybavenost (SERVIS LES ČINĚVES 2008)

8.3.8.6. Zpracovávaná surovina a výsledný produkt

Zpracovávaná surovina je listnaté, tvrdé dřevo – buk, dub, jasan, habr. Je výhodné, když je provoz umístěn v blízkosti železniční tratě – vlečky. Pro ekonomickou rozvahu je možno použít rovnici 1 prn dřeva = 100 kg uhlí.

Finálním výrobkem je dřevěné uhlí s fixním uhlíkem v sušině do 80 %. Toto uhlí se třídí na 20–80 mm, 7–20 mm, 3–7 mm a 0–3 mm. Frakce 0–3 mm (cca 5 %) je považována za odpad. Je však možné její zpracování na brikety.

8.3.8.7. Počet pracovních sil

Celkový počet pracovních sil je 22. Tito zaměstnanci pracují v nepřetržitém 4směnném provozu s 12hodinovým pracovním cyklem u operátorů a pracovníků sekačky. Ostatní pracují v 1 směně.

8.3.8.8. Výrobní zařízení Lambiotte

Celý výše popsaný technologický systém slouží k podpoře výrobního zařízení – karbonizační retorty typu LAMBIOTTE.

Retorta je umístěna uprostřed výrobní linky tak, aby přepravní vzdálenosti byly co nejmenší. Důležitá je zejména krátká vzdálenost ke skladu našťípaného a předsušeného dřeva a na druhé straně k třídírně uhlí.

Našťípané předsušené dřevo je po přepravě skipovým výtahem do horní části retorty ukládáno po vrstvách ručně, aby byla zajištěna homogenita jeho naložení.

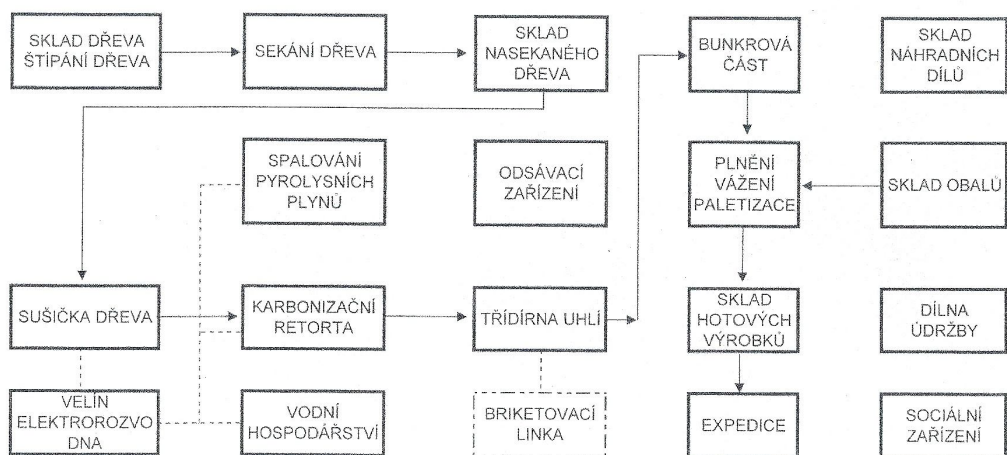
Celková doba karbonizace při vlhkosti 25 % je asi 24 hodin. Výnosy produktů tepelného zpracování dřeva (nepřímý ohřev, $W_r = 28\%$ hm, konečná teplota karbonizace 500 °C), vlhkost 30 %.

8.3.8.9. Tabulka výnosnosti

Tab.10 Tabulka výnosnosti (PŘIBYL 1999)

Produkt	Výnosnost v % hmotnosti
Dřevěné uhlí	24,5
Voda z vlhkosti vstupní suroviny	28,0
Reakční voda	19,4
Dehet	6,0
Terpenické látky	0,5
Nenasycené uhlovodíky	0,4
Organické látky rozpustné ve vodě	8,6
CO ₂	7,7
CO	2,4
CH ₄	1,1
CuHn	0,15
H ₂	0,05
Ztráty	1,2

8.3.8.10. Schéma technické studie výroby dřevěného uhlí



9. Srovnání 3 provozů výroby dřevěného uhlí v ČR

Pro podrobnější rozbor jsou níže uvedeny 3 firmy působící v oboru výroby (prodeje) dřevěného uhlí na území České republiky.

9.1. Porovnávané firmy

- 1) SERVIS LES, s. r. o., Činěves 89, 289 01 Dymokury
- 2) LČR s. p., LZ Židlochovice, Tyršova 1, 667 01 Židlochovice
- 3) Cyrus a syn, č. p. 201, 273 01 Lhota, okres Kladno

9.1.1. SERVIS LES

- Použitá technologie: karbonizační retorta typu Lambiotte
- Přípravné práce a vlastní výstavba provozu probíhala v letech 1994–1996 za celkového nákladu cca 40 000 000 Kč (pořízení technologie, vlastní výrobní areál, potřebná mechanizace, přípojky elektrické energie, administrativní zázemí, sociální zázemí, vybudování zpevněných ploch, skladovací prostory, atd.)
- Provoz byl na dobu neurčitou zastaven v srpnu 2010.
- Za optimálních podmínek dosahovala retorta za 24 hodin produkce cca 7,5–8 tun netříděného dřevěného uhlí. Provoz zajišťovalo 6 operátorů v nepřetržitém provozu, 10 manipulantů připravující dřevo pro retortu (manipulace, štípání, dělení dřeva na hydraulických nůžkách) a smluvní dopravce (80 prm/24 hodin)
- Spotřeba elektrické energie se pohybovala okolo 600 MWh/rok při produkci cca 2500 tun dřevěného uhlí (každá tuna vyrobeného dřevěného uhlí v retortě typu Lambiotte je zatížena spotřebou 0,24 MWh elektrické energie).
- V posledním roce provozu (2010) realizoval SERVIS LES dřevěné uhlí v průměru za 14,5 Kč + DPH a brikety z dřevěného uhlí za 15,5 Kč + DPH. Marže firmy na této komoditě se pohybovala v rozmezí 20–25 %.
- V dlouhodobém průměru vychází spotřeba 4–6 kg vyschlého dřeva (4 kg = dub, buk, habr; 6 kg = bříza, olše, jeřáb) na 1 kg vyrobeného dřevěného uhlí.



Obr. 16 Karbonizační retorta typu Lambiotte (SERVIS LES ČINĚVES 2008)

9.1.1.1. Produkce SERVIS LES v letech 2000–2010

Tab.11 Produkce dřevěného uhlí firmy SERVIS LES v letech 2000–2010 (SERVIS LES 2010)

Rok	Dřevěné uhlí (tuny)	Brikety z dř. uhlí (tuny)	Celkem dř. uhlí (tuny)	Spotřeba dřeva (tuny)	Spotřeba dřeva (prm)	Spotřeba (prm/tuna dř. uhlí)
2000	1500	1000	2500	11667	28250	11,3
2001	1450	1002	2452	13064	31630,8	12,9
2002	1520	997	2517	13722	33224,4	13,2
2003	1490	1020	2510	11403	27610	11,0
2004	1320	1010	2330	12221	29591	12,7
2005	1530	1070	2600	12349	29900	11,5
2006	1440	1053	2493	11120	26924,4	10,8
2007	1510	1003	2513	13907	33674,2	13,4
2008	1485	1023	2508	11808	28591,2	11,4
2009	1510	1006	2516	12261	29688,8	11,8
2010	990	780	1770	9576	23187	13,1
Celkem	15745	10964	26709	133098	322271,8	12,1

9.1.2. LČR s. p., LZ Židlochovice

- Použitá technologie: kruhové ocelové karbonizační pece
- Výroba dřevěného uhlí začala na tehdejší LS Tvrdonice v roce 1964 za využití klasických milřů zasypávaných pískem.
- Ocelové karbonizační pece (6 ks) byly dovezeny v roce 1965 ze Slovenské Lupče.
- Počet karbonizačních pecí v roce 1998 byl 14.
- Provoz byl na dobu neurčitou zastaven v ½ roku 2010.
- Náplň jedné karbonizační pece bylo cca 11 prn (6,5 m³).
- Průměrná spotřeba byla 11,53 prn dřeva/ 1tuna dřevěného uhlí.
- Proces výroby dřevěného uhlí z jedné vsázky trval přibližně 4 až 6 dnů (½ hodiny „rozhoření“ náplně a následné omezení přístupu vzduchu, 18 až 20 hodin vlastní karbonizace, 3 až 5 dnů chlazení produktu).
- Pece obsluhovali 4 zaměstnanci při jednosměnném provozu a 6 zaměstnanců při provozu dvousměnném.
- Proces výroby dřevěného uhlí probíhal při teplotě od 290 °C do 400 °C.

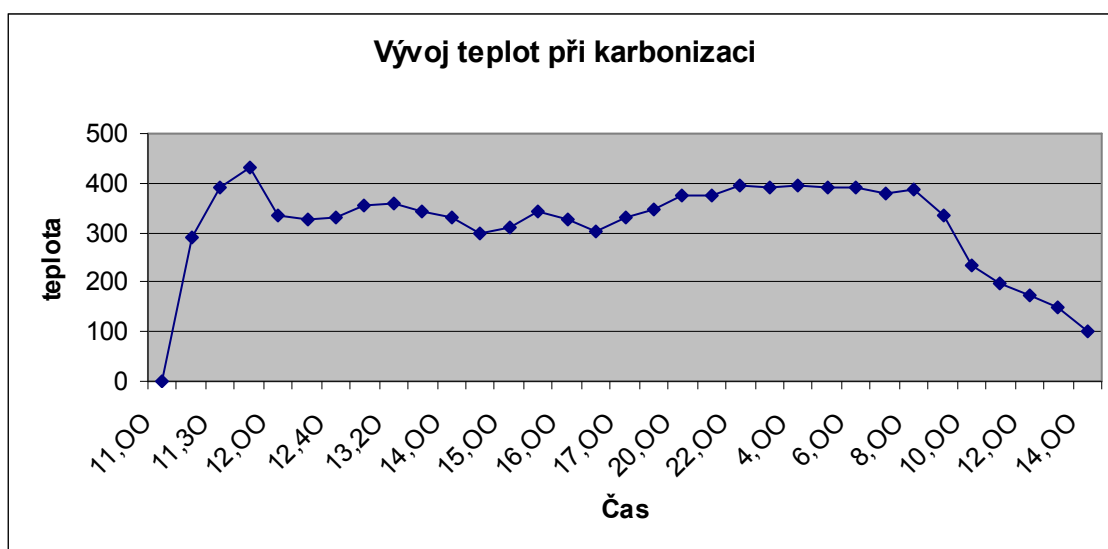


Obr.17 Kruhové ocelové karbonizační pece (LČR s. p., LZ ŽIDLOCHOVICE 2000)

9.1.2.1. Průběh teplot při výrobě

Vývoj teplot při karbonizaci byl pokusně sledován zaměstnanci LČR s. p., LZ Židlochovice. Z grafu je patrný prudký nárůst teplot v prvních 45 minutách po zahájení procesu (zapálení), dále relativně vyrovnaná teplotní hladina v cca 21 hodinách následujících po omezení přístupu vzduchu (vlastní karbonizace) a posléze ochlazování, kdy teplota během dvou hodin klesá na úroveň 100 °C.

Průběh teplot zachycuje následující graf.



Graf 1 Vývoj teplot při karbonizaci

9.1.2.2. Výtěžnost dle dřevin

Výtěžnost čistého dřevěného uhlí (po odečtení prachové frakce) podle jednotlivých dřevin byla v tomto provozu následující:

Jasan ztepilý

(dřevěné uhlí nejkvalitnější, soudržné, malý podíl prachu)

11 prm (jedna náplň karbonizační pece) = 820 až 950 kg dřevěného uhlí a cca 50 kg prachu

Dub cer

(dřevěné uhlí málo kvalitní, rozpadá se, prašné)

11 prm (jedna náplň karbonizační pece) = max. 800 kg dřevěného uhlí a až 200 kg prachu

Osvědčila se směs s JS v poměru 20 % cer a 80 % jasan

Trnovník akát

(dřevěné uhlí málo kvalitní, rozpadá se, prašné)

11 prm (jedna náplň karbonizační pece) = 800 až 850 kg dřevěného uhlí a cca 150 kg prachu

Osvědčila se směs s JS v poměru 1 : 1

9.1.2.3. Údaje o produkci

Údaje o produkci dřevěného uhlí na LZ Židlochovice se podařilo dohledat za roky 1996 až 2006. Jsou uvedeny v tabulce číslo 12.

Tab.12 Produkce dřevěného uhlí na LZ Židlochovice (LČR s.p. LZ ŽIDLOCHOVICE 2006)

Rok	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Celkem
Produkce (tun dř. u.)	216	209	209	212	161	240	340	350	401	370	250	2958
Spotřeba (prm)	2652	2005	2591	2410	1868	2684	4101	4105	4174	4218	3302	34110
Spotřeba (prm/tuna)	12,27	9,59	12,39	11,36	11,6	11,18	11,06	11,72	10,40	11,40	13,20	11,53

LZ Židlochovice byl mimo jiné nucen řešit otázku umístění provozu na výrobu dřevěného uhlí. Původní lokalita „Stará forota“ pod obcí Lanžhot byla již od roku 1997 často terčem kritiky obyvatelů obce Lanžhot, potažmo zastupitelů této obce. Problémem byly kouřové zplodiny vyvíjené při procesu karbonizace a vzdušným prouděním zanášené do intravilánu obce. Proto bylo rozhodnuto, že provoz bude přesunut do prostoru bývalé rotý pohraniční stráže Ruské domky, kterou LČR v roce 1994 odkoupily od ministerstva vnitra ČR. Vojenské objekty již byly značně zdevastovány, a proto je bylo nutno zrekonstruovat. Celková investice byla 2 800 000 Kč a v roce 2000 došlo k přesunu výroby dřevěného uhlí.

V roce 2001 LZ provedl opatření, která měla zajistit navýšení produkce (v té době velmi žádaného) dřevěného uhlí.

Opatření spočívala ve změně osazení retort, které byly původně postaveny 3 m od sebe, a mezi řadami vedla 1 kolej, která sloužila pro obsluhu obou řad retort. Na každé řadě retort pracovala obsluha 2 pracovníků. Takto vznikaly problémy v současném navážení dříví a vyvážení uhlí. Z toho důvodu bylo provedeno nové rozmístění retort, a to na

vzdálenost 8 m od sebe; přidala se další kolej a obě kolejiště se prodloužila o 50 m do volné plochy.

Zvětšily se skladovací prostory pro dříví, neboť každá řada retort měla svoji kolej, a proto každá pracovní skupina – povýšená ze dvou na tři pracovníky – mohla pracovat samostatně. Předpokladem tohoto opatření bylo zvýšení výroby dřevěného uhlí až na 400 tun ročně.

9.1.3. Cyrus a syn

Jedná se o malý provoz uvedený do provozu v roce 1993. Firma začínala s jednou pecí typu Fischer-Kořán s provizorním přístřeškem. Později byly přidány další dvě pece (jedna s dopalovací komorou), zhotoven ocelový přístřešek pro balení a skladování dřevěného uhlí, vybudována rampa a zpřístupnění objektu zpevněnou cestou. Výrobu zajišťovali 2 pracovníci.

Použitá technologie: ocelové karbonizační pece typu Fischer-Kořán (vyprojektovaná pražskými zámečníky a strojaři v meziválečném období, jako nástupce klasických milířů), Sypták92 (projekt Ing. Karla Syptáka, nižší výtěž – nižší ekologická zátěž), ocelová karbonizační pec Lužná (klasická konstrukce, používaná v lokalitě Lužná na Křivoklátsku)



Obr.18 Ocelové karbonizační pece typu Fischer-Kořán (CYRUS 2011)

9.1.3.1. Údaje o produkci

Podrobné údaje o produkci dřevěného uhlí jsou k dispozici za roky 2000 až 2005, 2009 a 2010. Jsou uvedeny v tabulkách 13 až 22.

Tab.13 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2000 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	13 (156)	14,811	88,75	155,70
Únor	3 (36)	2,781	71,50	125,44
Březen	15 (180)	16,451	85,90	150,70
Duben	14 (168)	15,645	87,51	153,53
Květen	20 (240)	22,329	87,19	152,97
Červen	19 (228)	22,481	92,85	162,90
Červenec	17 (204)	20,104	92,57	162,41
Srpen	14 (168)	15,707	91,49	160,52
Září	13 (156)	14,908	88,04	154,46
Říjen	12 (144)	14,073	89,74	157,44
Listopad	12 (144)	14,608	93,94	164,80
Prosinec	6 (72)	6,602	84,03	147,42
Celkem	158 (1896)	180,5	89,22	156,50

Tab.14 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2001 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	15 (180)	16,4145	85,79	150,51
Únor	15 (180)	16,8493	84,92	148,98
Březen	18 (216)	21,425	90,78	159,26
Duben	18 (216)	20,495	88,39	155,07
Květen	18 (216)	20,689	90,14	158,14
Červen	18 (216)	21,208	92,22	161,79
Červenec	19 (228)	22,365	92,14	161,65
Srpen	14 (168)	15,919	89,28	156,63
Září	12 (144)	13,313	86,38	151,55
Říjen	15 (180)	16,788	87,39	153,31
Listopad	16 (192)	18,274	89,43	156,89
Prosinec	9 (108)	10,111	86,38	151,54
Celkem	187 (2244)	213,8508	88,90	159,18

Tab.15 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2002 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	10 (120)	11	85,07	149,24
Únor	16 (192)	18,026	85,62	150,21
Březen	16 (192)	17,7175	84,91	148,97
Duben	14 (168)	16,494	92,70	162,64
Květen	23 (276)	27,085	92,47	162,22
Červen	19 (228)	22,544	93,33	163,73
Červenec	19 (228)	22,54	93,61	164,24
Srpen	9 (108)	10,629	93,09	163,32
Září	9 (108)	10,546	92,11	161,60
Říjen	8 (96)	9,819	95,57	167,67
Listopad	8 (96)	9,658	94,38	165,57
Prosinec	5 (60)	5,738	88,35	155,00
Celkem	156 (1872)	181,7965	90,92	160,36

Tab.16 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2003 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	9 (108)	11,645	102,99	180,69
Únor	9 (108)	10,42	89,67	157,31
Březen	9 (108)	10,0795	85,02	149,16
Duben	10 (120)	11,297	87,82	154,06
Květen	19 (228)	20,031	81,30	142,63
Červen	20 (240)	23,449	91,76	160,99
Červenec	19 (228)	21,957	89,54	157,09
Srpen	17 (204)	17,85	79,95	140,26
Září	11 (132)	11,554	80,91	141,95
Říjen	6 (72)	6,396	81,81	143,52
Listopad	6 (72)	6,061	77,15	135,36
Prosinec	6 (72)	6,591	82,92	145,47
Celkem	141 (1692)	157,3305	86,23	152,79

Tab.17 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2004 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	8 (96)	7,51776	73,00	128,07
Únor	8 (96)	7,507	71,25	125,00
Březen	9 (108)	8,008	68,61	120,37
Duben	18 (216)	18,926	82,08	144,01
Květen	8 (96)	7,912	76,91	134,92
Červen	8 (96)	7,896	75,78	132,95
Červenec	10 (120)	10,778	83,49	146,48
Srpen	11 (132)	12,222	85,80	150,52
Září	5 (60)	5,733	88,65	155,53
Říjen	1 (12)	1,046	79,50	139,47
Listopad	3 (36)	3,521	88,22	154,78
Prosinec	3 (36)	3,012	77,92	136,70
Celkem	92 (1104)	94,07876	79,03	135,75

Tab.18 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2005 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	1 (12)	0,994	78,33	137,43
Únor	1 (12)	0,924	71,25	125,00
Březen	7 (84)	7,412	84,40	148,08
Duben	8 (96)	9,099	90,47	158,72
Květen	15 (180)	16,72	88,29	154,89
Červen	15 (180)	15,775	83,29	146,13
Červenec	18 (216)	21,266	94,51	165,81
Srpen	7 (84)	8,418	98,57	172,93
Září	2 (24)	2,11	87,92	154,24
Říjen	0	0	0	0
Listopad	0	0	0	0
Prosinec	1 (12)	0	0	0
Celkem	75 (900)	82,718	88,07	154,73

Tab.19 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2009 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí (prm)	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	0	0	0	0
Únor	0	0	0	0
Březen	1 (12)	1,02	85,00	149,12
Duben	0	0	0	0
Květen	1 (12)	1,05	87,50	153,51
Červen	1 (12)	1,05	87,50	153,51
Červenec	1 (12)	1,05	87,50	153,51
Srpen	1 (12)	1,09	90,83	159,36
Září	0	0	0	0
Říjen	1 (12)	1,16	96,67	169,59
Listopad	1 (12)	1,21	100,83	176,90
Prosinec	1 (12)	1	83,33	146,20
Celkem	8 (96)	0	89,90	157,71

Tab.20 Produkce dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn, rok 2010 (CYRUS 2010)

Měsíc	Počet pecí	Celkem tun	Výtěž kg/prm	Výtěž kg/m ³
Leden	0	0	0	0
Únor	0	0	0	0
Březen	0	0	0	0
Duben	1 (12)	1,099	85,83	150,58
Květen	1 (12)	1,099	85,83	150,58
Červen	1 (12)	1,179	92,50	162,28
Červenec	1 (12)	1,12	89,50	157,02
Srpen	1 (12)	1,273	100,33	176,02
Září	1 (12)	1,182	90,83	159,36
Říjen	1 (12)	1,069	83,33	146,20
Listopad	0	0	0	0
Prosinec	0	0	0	0
Celkem	7 (84)	8,021	89,74	157,43

Tab.21 Rekapitulace výroby dřevěného uhlí firmy Cyrus a syn (CYRUS 2010)

Rok	Počet pecí (prm)	Výroba dř. u. v tunách	Výtěž (tun/1 vsázka)	Výtěž (kg/prm)	Spotřeba (prm/tuna)
2000	156 (1872)	169,17	1,084	90,37	11,06
2001	187 (2244)	199,49	1,067	88,90	11,24
2002	156 (1872)	170,21	1,091	90,92	10,99
2003	141 (1692)	145,91	1,035	86,24	11,59
2004	92 (1104)	87,24	0,948	79,02	12,65
2005	75 (900)	79,26	1,057	88,07	11,35
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	8 (96)	8,63	1,08	89,90	11,12
2010	7 (84)	7,538	1,077	89,74	11,14
Celkem	822 (9864)	867,448	1,05	87,94	11,37

Tab.22 Podíl frakce 0 až 20 mm při výrobě dřevěného uhlí firmou Cyrus a syn (CYRUS 2010)

Rok	Výroba v tunách	0 až 20 mm (tuny)	0 až 20 mm v %
2000	169,17	11,330	6,7
2001	199,49	14,358	7,2
2002	170,21	11,591	6,8
2003	145,91	11,424	7,8
2004	87,24	6,835	7,8
2005	79,26	3,458	4,36
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	8,63	0,595	6,9
2010	7,538	0,483	6,4
Celkem	867,448	60,074	6,93

- Průměrná vsázka jedné karbonizační pece byla 12 prm (6,84 m³) dřeva.
- Průměrná výtěž z jedné vsázky byla 1,05 tuny dřevěného uhlí, to je 88 kg/prm.
- Jedna tuna dřevěného uhlí odpovídá cca 6,743 m³ = 11,37 prm
- Náklad na 1 m³ byl v roce 2010 cca 1 750 Kč (cena dřeva 1 600 Kč + doprava 150 Kč) = cena dřeva potřebného k výrobě 1 tuny dřevěného uhlí je cca 11 800 Kč.

9.2. Porovnání spotřeby dřeva

Jedním z nejprokazatelnějších měřítek efektivity výroby dřevěného uhlí je množství spotřebovaných prm dřeva na výrobu jedné tuny dřevěného uhlí.

9.2.1. Porovnání firem SERVIS LES, LČR a Cyrus

Tab.23 Porovnání spotřeby prm dřeva na 1 tunu dřevěného uhlí

SERVIS LES (Lambiotte)	12,1
LČR (kruh. ocel. karb. pec)	11,53
Cyrus (kruh. ocel. karb. pec)	11,37

Tab. 24 Porovnání vybraných údajů

Porovnávaný údaj	SERVIS LES	LČR Židlochovice	Cyrus a syn
Typ zařízení	retorta Lambiotte	kruh. ocel. karb. pec	kruh. ocel. karb. pec
Počet pracovníků	16	4–6	1–2
Prům. roč. prod. v t	1431	269	108

9.2.2. Studie firmy Carbon Engineering B. V. Netherlands

Firma Carbon Engineering B. V. Netherlands, která se vývojem a výrobou karbonizačních zařízení zabývá již od roku 1850, udává ve svém propagačním materiálu údaje, které jsou uvedené v tabulce č. 25.

Tab.25 Porovnání základních způsobů výroby dřevěného uhlí (CARBON ENGINEERING 1998)

Metoda	Trvání procesu	Spotřeba dřeva/1kg dř. uhlí	Prm/tuna dř. uhlí	Energie
1. generace (milř)	4–6 týdnů	10–15 kg	24,2–36,3	Vysoké tepelné ztráty
2. generace (karb. pec)	1 týden	7–8 kg	16,94–19,36	Ztráty tepla a energie
3. generace (karb. systém)	1 den	4 kg	9,68	Téměř žádné ztráty

9.2.3. Časopis HÁJ 1872

Časopis pro lesníka, myslivce a přítele přírody HÁJ z roku 1872 prezentuje hodnoty uvedené v tabulce č. 26.

Tab.26 Porovnání spotřeby prvním dřeva na 1 tunu dř. uhlí (DOLEŽAL 1872)

Vlašský milíř	10,08
Severoněmecký milíř	10,99
Slovanský milíř	10,99
Uzavřená pec	12,1
Pec s přístupem vzduchu	9,68

Přestože tiskové vydání studií firmy Carbon Engineering B. V. Netherlands a časopisu HÁJ od sebe dělí 130 let, je až zarážející, jak přesně se shodují jejich výsledky v oblasti spotřeby dřeva na 1 tunu dřevěného uhlí u, pro svoji dobu, nejmodernější technologie.

9.3. Porovnání produktivity výroby na 1 zaměstnance

Jako další měřítko pro porovnávání firem (a jejich technologií) vyrábějící dřevěné uhlí může sloužit produktivita výroby v tunách na 1 zaměstnance. Údaje o produktivitě uvádí tabulka č. 27.

Tab.27 Produktivita výroby na 1 zaměstnance

Firma	Období	Počet zaměstnanců	Výroba t/rok	Produktivita výroby(t/zam.)
SERVIS LES	2000–2010	16	2500	156
LČR	1996–2004	4	260	65
LČR	2005–2006	6	310	52
Cyrus	2000–2010	2	108	54

9.4. Zhodnocení

Z výše uvedených údajů vyplývá, že technologie Lambiotte má sice nepatrně vyšší spotřebu prvním dřeva na 1 tunu vyrobeného dřevěného uhlí, ale násobně vyšší produktivitu výroby na 1 zaměstnance. Jednotlivé mutace karbonizačních pecí se ve sledovaných parametrech liší jen nepatrně. Zanedbatelný je i rozdíl mezi výsledky dosahovanými v polovině 19. století a současností.

10. Statistické zkoumání

Z hlediska oficiálního státního statistického zkoumání nejsou údaje o výrobě dřevěného uhlí v České republice sledovány ani Českým statistickým úřadem, ani Ministerstvem obchodu a průmyslu.

10.1. Český statistický úřad

Český statistický úřad, v „Databázi zahraničního obchodu“, eviduje export a import dřevěného uhlí. V tabulkách 28 až 31 jsou uvedeny dostupné údaje za roky 1999–2006

Tab.28 Export dřevěného uhlí v letech 1999–2006 EVROPA

Název země	Export dřevěného uhlí v t
Belgie	1721,593
Bulharsko	0,6
Finsko	0,3
Francie	5377,070
Chorvatsko	14,6
Itálie	0,65
Lotyšsko	1,446
Maďarsko	32,312
Malta	0,6
Německo	4558,256
Nizozemsko	11,1
Norsko	561,198
Polsko	582,927
Rakousko	17,265
Rumunsko	43,989
Slovensko	1375,209
Švédsko	9,6

Kromě toho bylo vyvezeno do USA 0,2 t, do Kazachstánu 0,75 t a do Saúdské Arábie 13,30 t dřevěného uhlí.

Tab.29 Import dřevěného uhlí v letech 1999–2006 EVROPA

Název země	Import dřevěného uhlí v t
Bělorusko	102,756
Bulharsko	64,740
Dánsko	63
Francie	230,540
Chorvatsko	13,749
Itálie	1,181
Maďarsko	0,592
Německo	352,857
Nizozemsko	2,529
Norsko	0,1
Polsko	2898,478
Rakousko	11,933
Rumunsko	14093,660
Rusko	110,740
Slovensko	3267,770
Slovinsko	98
Spojené království	4,119
Španělsko	62,906
Švýcarsko	41,456
Ukrajina	11212,481

Tab.30 Import dřevěného uhlí v letech 1999–2006 AFRIKA, AMERIKA, ASIE

Světadíl	Název země	Import dřevěného uhlí v t
Afrika	Egypt	1,497
	JAR	0,312
	Nigerie	140,919
	Sýrie	0,1
Amerika	USA	6,623
Asie	Čína	0,325
	HongKong	0,035
	Indie	0,2
	Indonésie	23
	Jordánsko	0,56
	Korea	0,13
	Malajsie	20,495
	Singapur	8,212
	Vietnam	1,4

Tab.31 Celkový export a import dřevěného uhlí v letech 1999–2006

Rok	Dovoz (t)	Vývoz (t)
1999	21,156	102,702
2000	921,355	5328,380
2001	1502,235	4432,270
2002	2414,076	4120,800
2003	3564,291	4171,538
2004	3374,235	2830,317
2005	3409,860	1467,284
2006	5262,540	1413,982

10.2. Ministerstvo průmyslu a obchodu

Ministerstvo průmyslu a obchodu odesílá každoročně podklady do databáze EU UNECE TIMBER DATABASE, kde jednou z položek je dřevěné uhlí (viz tabulka 32).

Tab.32 UNECE TIMBER DATABASE

Rok	Produkce (100 t)	Import (100 t)	Export (100 t)
1993	10	0	0
1994	10	0	0
1995	10	20	0
1996	10	20	0
1997	10	0	0
1998	0	0	0
1999	0	0	0
2000	0	40	0
2001	0	0	0
2002	50	20	40
2003	60	30	40
2004	60	30	30
2005	60	30	20
2006	60	50	30
2007	60	50	10
Celkem	400	290	170

11. Proces certifikace produktu dřevěného uhlí v podmínkách tržního hospodářství

Cílem certifikačního procesu je prosazování environmentálně vhodného, sociálně prospěšného a ekonomicky životaschopného obhospodařování lesů. Certifikační orgány provádějí audity lesních podniků a hodnotí shodu jejich lesního hospodaření s akreditovanými standardy, které vycházejí z mezinárodně závazných principů a kritérií. Certifikační systém je založen na nestranném, nezávislém hodnocení a řízení – tímto je dána jeho důvěryhodnost pro spotřebitele. Jakožto marketingový nástroj, slouží ochranná známka a logo vlastníkům lesů i podnikům ve zpracovatelském řetězci dřeva k vyjádření vysoké ekologické a sociální úrovně jejich lesního hospodaření. Naproti tomu, logo certifikační firmy pomáhá spotřebitelům (individuálním i institucím) vyjádřit jejich ekologické a sociální uvědomění výběrem certifikovaných výrobků. Certifikace tak vytváří nový přístup v oblasti marketingu a obchodu s výrobky z certifikovaných lesů.

Proces certifikace je dobrovolný a vyplývá z iniciativy vlastníků lesa. Certifikace je určena všem zainteresovaným podnikům, nezávisle na jejich výchozí situaci; přednostně se posuzuje obhospodařování lesa, nikoliv jeho stav.

Vlastník lesa spolu s certifikační firmou vytváří koncepty k co nejefektivnějšímu dosažení cílů předepsaným v příslušném standardu lesního hospodaření. Certifikační firma hodnotí zavádění těchto konceptů a plnění požadavků.

11.1. Typy certifikací

Z praktické stránky je, v našich podmínkách, možné certifikovat dřevěné uhlí jedním z níže uvedených systémů:

- FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC)
- PROGRAMME FOR THE ENDORSEMENT OF FOREST CERTIFICATION SCHEMES (PEFC)
- CZECH FOREST CERTIFICATE SYSTEM (CFCS) 1004:2006, revize 3, takzvané Chain-of-Custody (C-o-C)
- ISO 9001:2008
- ČSN EN ISO 14 001:2005 - Systémy environmentálního managementu

– ČSN OHSAS 18 001:2008 - Systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Z lesnického hlediska jsou významné zejména mezinárodní organizace pro certifikaci lesů jako je FSC nebo PEFC, jejichž je Česká republika členem.

11.1.1. FSC – Forest Stewardship Council A. C.

Mezinárodní nevládní nezisková organizace se sídlem v Bonnu, která spravuje certifikační systém FSC

11.1.1.1. Český standard FSC

Představuje normativní podklad pro certifikaci lesního hospodaření mezinárodním certifikačním systémem FSC na území České republiky.

Je určen pro lesy všech typů, kategorií, funkcí, vlastnických struktur a velikostí. Lesní majetky, které svou rozlohou nepřesahují 500 hektarů, jsou z hlediska tohoto standardu považovány za *malé lesy* a část požadavků Českého standardu FSC se na ně nevztahuje (indikováno v textu standardu). Některé požadavky Českého standardu FSC (vybrané indikátory principu 7 a 8) jsou též zjednodušeny nebo vypuštěny pro lesní majetky, které svou rozlohou nepřesahují 50 hektarů (hranice pro povinné pořízení lesního hospodářského plánu). Za *velmi velké lesy* jsou v podmínkách České republiky považovány lesní majetky, které svou rozlohou přesahují 10 000 hektarů.

11.1.1.2. Cíle hospodaření dle FSC

Cílem lesního hospodaření v souladu s Českým standardem FSC jsou přírodě blízké lesní porosty se stanovištně vhodnou druhovou skladbou, věkovou strukturou a prostorovým uspořádáním blížícím se dynamice a struktuře přírodních lesních společenstev. Lesní hospodaření v souladu s Českým standardem FSC vede k postupnému zlepšování ekologických, ekonomických a sociálních dopadů hospodaření lesního podniku.

11.1.1.3. Všeobecné informace

Český standard FSC vychází z celosvětově platných normativních dokumentů nevládní organizace Forest Stewardship Council A. C. (FSC). Je vytvářen a revidován Pracovní skupinou pro certifikaci lesů FSC v ČR (FSC ČR), která pro jejich tvorbu získala exkluzivně akreditaci ze strany Akreditační jednotky FSC. Český standard FSC byl vytvářen od února 2001 a jeho první verzi přijala 1. valná hromada FSC ČR v lednu 2002 v Praze. Na Českém standardu FSC dále pracovala standardizační komise FSC ČR. V letech 2002 a 2003 byl Český standard FSC představen k diskusi široké odborné veřejnosti v České republice.

Druhá verze Českého standardu FSC byla přijata 2. valnou hromadou FSC ČR v únoru 2003 v Praze. V témže roce byl Český standard FSC tzv. harmonizován s akreditovaným Německým standardem FSC a připravovaným Polským standardem FSC. V průběhu roku 2004 byl Český standard FSC testován v terénu na čtyřech lesních majetcích různých velikostí, typů lesa a majetkových struktur: v Národním parku Krkonoše a ve spolupráci s akreditovanými certifikačními firmami při certifikacích lesních podniků Sdružení obecních a soukromých lesů Svitavy, Městských lesů Volary, a.s. a Kinsky dal Borgo, a.s. V témže roce koordinoval Ústav pro výzkum lesních ekosystémů další konzultaci Českého standardu FSC vybranými externími experty. Třetí verze Českého standardu FSC přijatá 4. valnou hromadou FSC ČR v únoru 2005 v Brandýse nad Labem, v březnu až květnu 2005 byla opětovně představena k široké národní i mezinárodní diskusi. Konečná čtvrtá verze Českého standardu FSC, se zapracovanými připomínkami z národní a mezinárodní konzultace, byla přijata 5. valnou hromadou FSC ČR dne 29. září 2005 v České Třebové. Český standard byl akreditován ze strany FSC Accreditation Services International GmbH 30. 8. 2006 a tímto dnem vstoupil v platnost.

FSC ČR je tvořeno třemi odbornými sekcemi – ekonomickou, ekologickou a sociální.

Tyto sekce mají ve sdružení rovný hlas. Na vytváření a revizích Českého standardu FSC se podílí členové FSC ČR ve standardizační komisi. Český systém tvoří deset principů a padesát šest upřesňujících kritérií, vytvořených organizací FSC jako podklad pro vytváření národních či regionálních standardů FSC.

11.1.1.4. Principy:

1. Dodržování zákonů a principů FSC

Lesní hospodaření musí respektovat všechny příslušné zákony dané země i mezinárodní úmluvy a smlouvy, které se daná země zavázala dodržovat, a musí vyhovět všem principům a kritériím FSC.

2. Vlastnická a uživatelská práva a povinnosti

Dlouhodobá vlastnická práva a práva na užívání pozemků a lesních zdrojů musí být jasně definována, zdokumentována a právně zakotvena.

3. Práva domorodých obyvatel

Musí být uznána a respektována zákonná a zvyková práva domorodých obyvatel vlastnit, užívat a hospodařit se svou půdou, územím a zdroji. Princip není v České republice aplikovatelný.

4. Vztahy k místnímu obyvatelstvu a práva zaměstnanců

Podniky lesního hospodaření musí zachovávat nebo zvyšovat dlouhodobý sociální a ekonomický blahobyt lesních dělníků a místních komunit.

5. Užítky z lesa

Lesní hospodářská opatření musí podněcovat účelné využívání rozmanitých produktů a funkcí lesa tak, aby byla zajištěna jeho ekonomická životaschopnost a celá řada environmentálních a sociálních užitek.

6. Vliv na životní prostředí

Hospodaření v lesích musí zachovávat biologickou rozmanitost a s ní spojené hodnoty, vodní zdroje, půdu i jedinečné a křehké ekosystémy a krajinné celky, a zajišťovat tak ekologické funkce a integritu lesa.

7. Hospodářský plán

Musí být písemně vypracován, naplňován a aktualizován hospodářský plán, přiměřený rozsahu a intenzitě zásahů. Musí být jasně určeny dlouhodobé cíle lesního hospodaření a stanoveny prostředky, jak jich dosáhnout.

8. Monitoring a hodnocení

S ohledem na rozsah a intenzitu lesního hospodaření musí být prováděn monitoring, který bude podkladem pro hodnocení stavu lesa, výnosů lesních produktů, zpracovatelského řetězce (*chain of custody*), hospodářských opatření a jejich sociálních

a environmentálních dopadů.

9. Zachování lesů s vysokou ochranářskou hodnotou

Hospodářské zásahy v lesích s vysokou ochranářskou hodnotou musí zachovávat nebo rozvíjet charakteristické znaky, jimiž se tyto lesy vyznačují. Rozhodnutí, která se vztahují na lesy s vysokou ochranářskou hodnotou, musí být vždy zvažována na základě principu předběžné opatrnosti.

10. Plantáže

Plantáže musí být plánovány a obhospodařovány podle principů a kritérií 1–9 a principu 10 a jeho kritérií. Plantáže sice mohou v mnoha směrech znamenat sociální a ekonomický přínos a mohou přispět k uspokojování celosvětové potřeby lesních produktů, měly by však být pouze doplňkovou součástí hospodaření v přirozených lesích, snižovat tlak na jejich využívání a podporovat jejich obnovu a ochranu.

11.1.1.5. Kritéria

Každý s principů má několik *kritérií* – prostředků posouzení byl-li splněn konkrétní princip.

Některá z kritérií FSC jsou uvedena ve formě abecedního seznamu konkrétních položek. Tyto položky se pak nazývají *podkritéria*.

Kvantitativní nebo kvalitativní proměnná, kterou lze měřit či popsat a která poskytuje prostředky k posouzení, zda je stav jednotky lesního hospodaření v souladu s požadavky kladenými kritériem FSC je *indikátor*. Indikátory a jejich prahové hodnoty tudíž definují podmínky odpovědného lesního hospodaření na úrovni jednotky lesního hospodaření a jsou primárním východiskem pro audit lesního majetku. (V textu označen římskými číslicemi, např. VIII.).

Potenciální zdroj informací nebo důkazů, jenž auditorovi umožňuje zhodnotit míru souladu daného stavu s indikátorem, je *verifikátor*. Verifikátory nemají normativní charakter.

11.1.1.6. Zásady certifikačního systému FSC:

Není požadována plná shoda hospodářské praxe se všemi indikátory Českého standardu FSC v době konání certifikačního auditu. Důležitější jsou opatření, která vlastník přijme,

aby postupně zlepšoval všechny aspekty svého hospodaření a dosáhl cílů ve standardu. Následující certifikační audity musí prokázat zlepšování.

a) Principy a kritéria FSC nejsou předmětem posudku auditorů. Rozhodnutí o tom, zda vlastník splňuje principy a kritéria, se provádí na základě vyhodnocení plnění jednotlivých indikátorů uvedených v příslušném standardu lesního hospodaření – v Českém standardu FSC.

b) Všechna certifikační rozhodnutí jsou založena na identifikaci velkých nedostatků na úrovni jednotlivých kritérií FSC. Pokud na úrovni některého z kritérií FSC dojde k nalezení velkého nedostatku, není certifikát udělen.

c) Velký nedostatek v plnění požadavků kteréhokoli z kritérií FSC je posuzován na základě toho, zda jsou splněny všechny indikátory daného kritéria, a také na základě zhodnocení možných důsledků všech nedostatků:

– Všechny nedostatky ve splňování indikátorů zjištěné certifikačním orgánem během auditu jsou zaznamenány v certifikační zprávě.

– Každý nedostatek na úrovni indikátoru je vyhodnocen za účelem zjištění, zda se jedná o malý nebo velký nedostatek vzhledem ke kritériu, ke kterému se ukazatel vztahuje.

d) Nedostatek se považuje za malý, pokud:

– Jde o krátkodobé selhání;

– Je neobvyklý/nesystematický;

– Možné účinky nedostatku jsou omezeny v čase i prostoru;

– Okamžitě po zjištění nedostatku je sjednána náprava, a zabrání se tak opětovnému selhání;

– Naplnění záměru příslušného kritéria FSC není vážně ohroženo.

e) Nedostatek se považuje za velký, pokud:

– Trvá delší dobu;

– Jeho výskyt je opakovaný nebo systematický;

– Vlivy tohoto nedostatku jsou dlouhodobé/prostorově rozšířené;

– Není zjednána včasná náprava, anebo je tato nedostatečná, přestože vedení podniku bylo o nedostatku informováno;

– Faktickým či pravděpodobným výsledkem je neuskutečnění záměru příslušného kritéria FSC.

Při posuzování toho, zda se jedná o malý nedostatek, nebo o nedostatek velký, bránící splnění cíle příslušného kritéria, bere certifikační orgán v úvahu jedinečnost příslušného lesního ekosystému.

Certifikační orgán písemně odůvodní svá rozhodnutí, zda je kterýkoliv nalezený nedostatek na úrovni indikátoru buď malým, nebo velkým nedostatkem pro splňování příslušného kritéria.

f) Jakýkoliv výskyt velkého nedostatku znemožňuje vydání certifikátu do té doby, dokud není sjednána náprava.

g) Objeví-li se velký nedostatek v době po vydání certifikátu, je tento napraven během tří měsíců od okamžiku, kdy o tom certifikační orgán uvědomí držitele certifikátu. V případě, že vlastník nevyhoví, je platnost certifikátu pozastavena.

Certifikát FSC se uděluje na dobu 5 let. Každým rokem probíhá certifikační audit. Po vypršení platnosti certifikátu je nutno provést recertifikační audit.

11.1.2. PEFC - Program pro vzájemné uznávání certifikačních systémů

Pracovní skupina PEFC Česká republika přijala na svém sněmu 23. 2. 2006 dokument CFCS 1001:2006-Certifikace hospodaření v lesích – popis systému certifikace. Jeho text byl novelizován 15. 9. 2008.

11.1.2.1. Všeobecné informace

Dokument je součástí Českého systému certifikace lesů, který je platný na území České republiky. Základním principem tohoto systému je regionální certifikace, v rámci které je posuzováno hospodaření v lesích územní jednotky, bez ohledu na majetkové hranice.

Žadatelem o regionální certifikaci je organizace, která zastupuje vlastníky lesů příslušného regionu. Na základě souladu s kritérii trvale udržitelného hospodaření certifikační orgán třetí strany vydá žadateli certifikát trvale udržitelného hospodaření v lesích. Individuální vlastník lesa se může účastnit regionální certifikace, na základě kterého může obdržet osvědčení

o účasti v regionální certifikaci - CFCS 1001:2006.

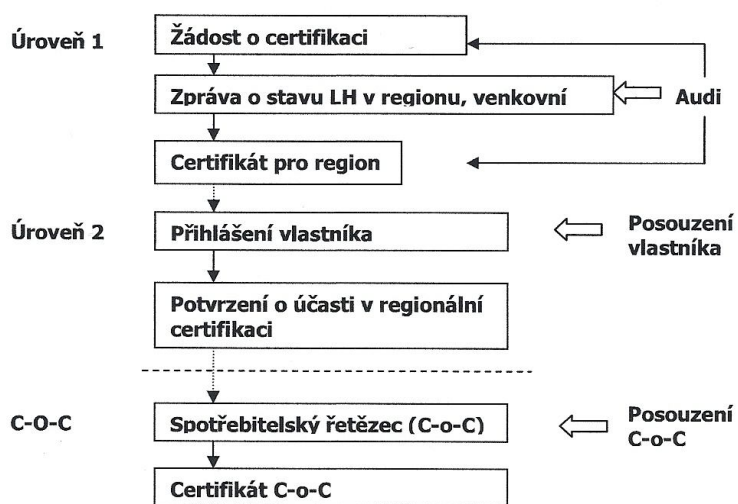
Kritéria trvale udržitelného hospodaření v lesích specifikují základní požadavky na systém obhospodařování lesa za účelem zajištění plnění všech ekologických, ekonomických

a sociálních funkcí lesa. Ukazatele slouží k posouzení shody s kritérii trvale udržitelného hospodaření. Kritéria a indikátory trvale udržitelného hospodaření v lesích jsou předmětem samostatného dokumentu Českého systému certifikace lesů CFCS 1002:2006.

11.1.2.2. Regionální certifikace

Systém certifikace lesního hospodářství v České republice je založen na principu regionální certifikace, v rámci které třetí nezávislá osoba posuzuje soulad lesního hospodářství územní jednotky bez ohledu na majetkové hranice.

Žadatel o regionální certifikaci musí být jasně identifikovatelná organizace, která v procesu certifikace zastupuje individuální vlastníky lesů. Individuální vlastníci mají možnost účastnit se regionální certifikace na základě dobrovolného rozhodnutí.



Obr. 19 Schéma C-o-C

11.1.2.3. Cíle regionální certifikace

- (a) nabídnout účast v certifikaci všem vlastníkům lesů bez rozdílu ve velikosti jejich lesního majetku;
- (b) zajistit finanční efektivnost certifikace;
- (c) umožnit posuzování kritérií, která nejsou hodnotitelná a dosažitelná na úrovni individuálního vlastnictví (pokud nemá dostatečnou výměru).

11.1.2.4. Úrovně regionální certifikace

Regionální certifikace trvale udržitelného hospodaření v lesích v České republice probíhá ve dvou úrovních.

Úroveň 1: Hodnocení stavu regionu

Úroveň 1 se zabývá hodnocením a stanovením souladu stavu lesa a systému jeho obhospodařování v rámci regionu, tzn. územní jednotky nezávislé na vlastnických hranicích. Hodnocení na regionální úrovni podléhá nezávislému auditu prováděnému certifikačním orgánem, který má statut třetí strany a splňuje kvalifikační kritéria pro certifikační orgán stanovené CFCS 1005:2005.

V rámci regionu je hodnocena zpráva o stavu regionu a reprezentativní vzorek vlastníků.

V rámci regionu je zodpovědnost vlastníků společná. Vážné nesrovnalosti a nesoulad se standardy certifikace vedou k nevydání certifikátu nebo ztrátě statutu certifikovaného regionu.

Úroveň 2: Účast individuálních vlastníků v regionální certifikaci

Jednotliví vlastníci se mohou přihlásit k regionální certifikaci pro region, v kterém se nachází jejich lesní majetek, na základě dobrovolnosti. Podmínkou pro potvrzení účasti individuálního vlastníka v regionální certifikaci je splnění podmínek pro individuální vlastníky lesů stanovených kritérii na individuální úrovni (viz CFCS 1002:2006).

11.1.2.5. Posuzování

Posuzování souladu s kritérii na individuální úrovni je zajišťováno v rámci interního auditu prováděného žadatelem nebo jím pověřenou organizací.

Osvědčení o účasti individuálního vlastníka v regionální certifikaci může být vydáno žadatelem nebo jím pověřenou organizací až na základě kladného výsledku auditu na regionální úrovni (úroveň 1) a vydání certifikátu žadateli.

Podrobněji se problematikou účasti individuálních vlastníků zabývá dokument CFCS 1006:2006.

11.1.2.6. C-o-C

Na regionální certifikaci lesního hospodářství navazuje spotřebitelský řetězec lesních produktů, tzv. C-o-C (Chain-of-Custody)

Certifikace spotřebitelského řetězce lesních produktů se řídí dokumentem „Spotřebitelský řetězec lesních produktů-požadavky“ – CFCS 1004:2006, revize 3 z 15. 10. 2009, který je překladem přílohy č. 4, Technického dokumentu rady PEFC. Cílem tohoto dokumentu je stanovit požadavky na spotřebitelský řetězec, které musí organizace splnit, mají-li být jejich prohlášení nebo značky stahující se k původu suroviny, použité v prodáváných/předávaných produktech, uznány jako důvěryhodné a spolehlivé. Požadavky spotřebitelského řetězce popisují proces, jak se dostat od informací o původu souvisejícím s pořízenou surovinou k informacím o původu, které se připojují k produktům organizace. Certifikát spotřebitelského řetězce lesních produktů je tedy posudek od nezávislého, kvalifikovaného, akreditovaného a notifikovaného certifikačního orgánu, který informuje další zákazníky v řetězci o certifikovaném objemu suroviny ve výrobcích a poskytuje tak jistotu, že takovéto produkty nebo produktové řady splňují kritéria normativního dokumentu a jsou propojeny s certifikovanými lesy.

K určení původu certifikované suroviny slouží dvě rozdílné metody:

- metoda založená na procentickém podílu
- fyzická separace.

11.1.2.7. Standard C-o-C

Standard spotřebitelského řetězce lesních produktů je koncipován tak, aby bylo možné jeho zavedení v rámci existujících standardů ISO 9000 a ISO 14000 a současně nebyl vytvořen prostor pro zvyšování pracnosti nebo nákladů. O tom, že požadavky normy jsou přijatelné i pro malé a střední podniky svědčí, že v České republice se přihlásilo k certifikaci spotřebitelského řetězce lesních produktů více než 250 společností.

11.1.2.8. Mezinárodní působnost

Vzhledem k tomu, že od května 2005 je schválený mezinárodní dokument spotřebitelského řetězce lesních produktů a akreditace funguje na základě mnohostranných dohod mezi akreditačními orgány sdruženými v International Accreditation Forum (IAF) nebo European Co-operation for Accreditation (EA), jsou certifikáty od jednotlivých certifikačních orgánů v různých zemích rovnocenné. To umožňuje i velkým nadnárodním společnostem získat jeden skupinový certifikát pro všechny své pobočky. Dřevěné uhlí se bohužel doposud nachází na periferii zájmu. Zástupci FSC a PEFC pro Českou republiku neregistrují žádné firmy nakupující dřevěné uhlí, které by zmiňované certifikáty vyžadovaly. Přestože notifikační poplatky a poplatky za vlastní provedení auditu tvoří významnou položkou, není certifikace mezi výrobci dřevěného uhlí příliš rozšířená. Důvodem je pravděpodobně nezájem (nebo neznalost) koncových spotřebitelů o výrobky certifikované zmiňovanými způsoby.

11.1.2.9. Náklady na certifikaci

Pro názornost je v tabulce č. 33 uveden „Sazebník poplatků PEFC notifikace“ a modelový příklad finančního zatížení certifikovaného dřevěného uhlí.

Tab.33 Náklady na certifikaci dle PEFC (SLANINA 2011)

Počet zaměstnanců	Notifikační poplatek (Kč/rok) bez DPH
0–5	2 500
6–10	5 000
11–50	10 000
51–200	20 000
200 +	40 000

Náklady za samotné provedení auditu se pohybují v průměru okolo 15 000 Kč/rok.

11.1.2.10. Modelové příklady:

11.1.2.10.1. Velká firma

Firma používající technologii Lambiotte, 18 zaměstnanců (16 přímá obsluha + 2 THP), produkce 2 000 tun/rok.

Náklady na certifikaci:

– notifikační poplatek 10 000 Kč

– provedení auditu 15 000 Kč

Celkem 25 000 Kč

tj.: 12,50 Kč/1 tuna

11.1.2.10.2. Malá firma

Firma používající technologii karbonizační pec, 2 zaměstnanci, produkce 150 tun/rok.

Náklady na certifikaci:

– notifikační poplatek 2 500 Kč

– provedení auditu 15 000 Kč

Celkem 17 500 Kč

tj.: 116,66 Kč/1 tuna

12. Diskuze

12.1. Všeobecná část

Původní tepelný rozklad dřeva bez přístupu vzduchu, respektive v tzv. redukční atmosféře v milířích, který byl pracný, nevhodný a ekologicky nevhodný, byl vystřídán suchou destilací v karbonizačních pecích a retortách. Zásadní rozdíl mezi nimi je ve způsobu dodávání tepla pro tepelný rozklad a zuhelnování dříví. U milířů a karbonizačních pecí dodává potřebné teplo samo zuhelnované dřevo, zatímco u retort je teplo dodávané zvenčí, zahříváním pláště retorty. Z tohoto důvodu je retortové dřevěné uhlí chemicky nejčistší. (SIMANOV 1995)

Ostatní zdroje, ze kterých jsem čerpal poznatky pro svou práci (Příbyl, Sypták) výše uvedený názor nesdílejí a za karbonizační retortu označují každou karbonizační pec, pracující na principu kontinuální karbonizace bez ohledu na to, odkud pochází teplo nutné pro proces.

Je zajímavé, že firma Carbon Engineering, významná organizace, zabývající se vývojem a výrobou dřevěného uhlí v současné době a dostupná lesnická literatura z 19. století (HÁJ, 1872), bez ohledu na časový odstup a rozdílnost použitých technologií, uvádějí prakticky stejný údaj o výtěžnosti – prm dřeva/1 tuna dřevěného uhlí.

Za zmínku stojí též, že uváděná literatura z 19. století řešila zpracování těžebního odpadu a možnosti výroby dřevěného uhlí z něho. Postupem času stále více převládal trend považovat tento odpad opravdu jen za odpad a k výrobě dřevěného uhlí používat jen kvalitní dřevo, což se muselo projevit na jeho ekonomičnosti.

V současné době je patrný návrat k původní myšlence a odpad z lesní těžby a dřevovýroby začíná být opět považován za plnohodnotnou surovinu při výrobě dřevěného uhlí. Samozřejmě soudobé technologie se tomu čím dál více přizpůsobují. Tento fakt by mohl být jedním z důvodů renesance výroby dřevěného uhlí u nás.

Kromě toho je v historické literatuře patrná snaha po využití vedlejších pevných, kapalných i plyných produktů karbonizace. S průběhem času tyto vedlejší produkty byly považovány výhradně za odpad bez dalšího využití, ba právě naopak, pracně se řešila otázka jejich ekologické likvidace.

V současné době lze pozorovat návrat k původní myšlence dalšího využívání těchto vedlejších produktů v celé řadě odvětví. Samozřejmě soudobé technologie vytvářejí předpoklady pro jejich oddělení a následné využití.

Při sběru a zpracování dat vztažených k výrobě dřevěného uhlí jsem nenarazil na žádné významné anomálie a odlišnosti od v odborné literatuře publikovaných faktů. Údaje v mnou vytvořených tabulkách jsou prakticky shodné s údaji v této literatuře.

12.2. Pražené dřevo

Při studiu zahraniční literatury jsem narazil na pojem „*torrefied wood – pražené dřevo*“. Na tuto velmi zajímavou metodu jsem byl mimo jiné upozorněn při konzultaci. Protože logická stavba mé práce to jinak neumožňuje, zařazuji tuto problematiku do diskuze.

Pražení dřeva – torrefication

Obecně lze pražení dřeva definovat jako proces, využívající „mírnou pyrolýzu“ k oddělení vody, těkavých organických sloučenin – volatile organics compounds (VOC) a hemicelulóz – hemicelluloses (HC) od celulózy a ligninu obsažených v dřevní biomase. Frakce VOC a HC jsou spalovány a využívány k výrobě tepla, z celulózy a ligninu se produkuje pražené dřevo – torrefied wood (TW), které je podobné dřevěnému uhlí. Výnosnost TW je poměrně vysoká, závisí na době trvání procesu pražení a pohybuje se mezi 66–78 %.

V procesu mírné pyrolýzy je zelená dřevní biomasa s 50% vlhkostí vystavena teplotám 250–300 °C v uzavřené pražicí jednotce, do které je přiváděno minimální množství (případně žádný) kyslíku.

V závislosti na době trvání procesu (tj. na době pobytu biomasy v pražicí jednotce) je tato redukována na uhlí a pouze 25–33 % vstupního materiálu se mění v odpadový plyn.

Jednotlivé pražicí jednotky se liší tím, jak je do nich biomasa přiváděna, jak jimi prochází a jak je odebírán výsledný produkt. Všechny typy pražících jednotek potřebují pomocný zdroj tepla (např. zemní plyn) k zapálení hořáku a k regulaci teploty procesu.

Primárním zdrojem tepla jsou plyny, vznikající z dřevní biomasy při procesu pražení.

Přestože pražení je sofistikovaný proces, není zdaleka tak složité ani nákladné jako postupy používané při rafinaci biologických látek. Kromě toho existují i další pádné důvody pro pražení dřevěné biomasy:

- náklady na výrobu TW jsou relativně nízké
- po komerční stránce je TW dobře prodejné
- náklady na výstavbu provozu pražení jsou jen zlomkem investice potřebné pro srovnatelně velkou biorafinérii
- technologie pražení postoupila tak daleko, že je komerčně životaschopnou. Dokazuje to řada úspěšně fungujících podniků.

Podrobně je proces rafinace biomasy pražením popsán v materiálech projektu Energy Technology and Thermal process Chemistry (ETPC).

Jedná se v podstatě o interakci procesu sušení a neúplné pyrolýzy. Je charakterizován následujícími parametry:

- rychlost ohřevu menší než 50 °C/min
- nepřítomnost kyslíku (důležité kvůli zabránění oxidace a vzplanutí)
- doba trvání procesu při 200 °C je asi 30 minut
- možnost využití různých druhů surovin

Buňky v dřevní biomase mají poměrně složité uspořádání. Stavebním jádrem krystalické celulózy jsou polysacharidy, uspořádané v dlouhých řetězcích, takzvaných mikrofibřilech

a zahrnují i struktury amorfního ligninu. Celulóza je pokryta obalem z hemicelulózy. Všechny tyto části jsou více či méně ovlivnitelné teplem, ale každá v jiném tepelném rozmezí, proto jsou přeměňovány ve specifických reakcích.

Výsledky procesu pražení jsou následující:

- hmotnostní výnos cca 70 %
- energetická výtěžnost až 90 %
- výhřevnost 17–23 MJ/kg
- obsah vlhkosti 1–2 %
- produkt je hydrofobní, nabere 1–6% vlhkosti

Nízký obsah vlhkosti a zohlednění hydrofobních vlastností jsou důležité při uskladnění, aby se zabránilo vzniku plísní a samovznícení

Kombinace pražení a peletizace byl zaveden firmou ECN (Nizozemsko) pod názvem TOPpellets. Jedná se o energeticky bohaté a mechanicky pevné palivo s hydrofobními vlastnostmi.

Technologický postup výroby praženého dřeva je následující:

- sušení – syrová dřevní biomasa je sušena v sušičce. Po vysušení obsahuje přibližně 5 až 10 % vlhkosti.
- pražení – vysušená biomasa je pražena v reaktoru při teplotě cca 300 °C po dobu přibližně 30 minut. V pražícím reaktoru je prostředí s nízkým obsahem kyslíku.
- během pražení v reaktoru se VOC a HC rozkládají a chemické složení syrového materiálu se mění na pražené dřevo.
- VOC, HC a další plyny (především CO) vznikající v průběhu reakce jsou jímány a využívány, takže pokryjí celou potřebu energie na pražící proces a asi polovinu potřeby energie na sušení
- chlazení – získané pražené dřevo prochází chladicí jednotkou
- drcení a peletování – získané pražené dřevo je následně drceno a zpracováváno v peletovacím mlýnu, kde s vodou a pojivem vytváří pražené dřevěné pelety

Celý proces pražení dřeva je u nás poměrně málo známý a já jsem při sběru dat pro svou práci nenarazil na jediný provoz, který by se touto činností v současné nebo minulé době zabýval.

12.3. Použití dřevěného uhlí

Vzhledem k tomu, že tato problematika není v mé práci řešena komplexně, uvádím na tomto místě souhrnně, podle mého názoru, nejvýznamnější způsoby využití dřevěného uhlí.

- potravinářský průmysl – tepelná úprava potravin a filtrace
- zařízení pro úpravu vody – filtrace
- farmaceutický průmysl – absorpce
- hutnictví – průmyslové, uměleční kováři
- chemický průmysl – tuhy, kreslicí uhly, černý střelný prach
- sakrální oblast – kadidla
- zahradnictví – substráty
- metalurgie – polovodiče, legování hliníku

Dále jsou využívány i vedlejší produkty karbonizace:

- metylalkohol
- aceton
- dehet
- kyselina octová
- fenoly (výroba platů, léčiv, pesticidů)

13. Závěr

Dřevěné uhlí je komodita, jejíž historie sahá až do období mladého paleolitu. Dochovali se jeskynní kresby uhlem, staré více než 30 000 let. V této době byla ovšem výroba dřevěného uhlí neuvědomělá – k jeskynním kresbám se používaly ohořelé kusy dřeva.

Tato komodita zažila období největšího rozmachu v návaznosti na zpracovávání železné rudy, při kterém byla jeho nezbytnou součástí. K tomuto účelu je dřevěné uhlí používané i dlouhou dobu po objevení uhlí kamenného. V současné době se dřevěné uhlí nachází na rozcestí. Na jedné straně je masivní, téměř výhradně ruční výroba dřevěného uhlí v zemích Afriky (Nigerie, Kongo, Ghana), Jižní Ameriky (Brazílie) nebo Indonésie, v klasických milířích, kde místní výrobci produkují kvalitní uhlí o vysokém obsahu vázaného uhlíku, vysokém podílu frakce 40 mm+ a nízkém podílu prachu i prchavých látek. Nelze ovšem hovořit o ekologicky čisté výrobě. A to jak z hlediska získávání suroviny, tak z hlediska produkce pyrolýzních plynů a dalších odpadních látek, které nejsou nijak sanovány.

Na straně druhé stojí vysoce sofistikované technologie, které se snaží v maximální míře využít veškeré výstupy procesu výroby dřevěného uhlí a to jak plynné, tak i kapalně. Emise škodlivin jsou minimalizované, horkých plynů se využívá pro pohon turbin, kapalně frakce jsou jímány a dále chemicky zpracovávány. Je zakomponováno i využití „odpadního“ tepla. Výrobní společnosti se zapojují do mezinárodních programů certifikace, jejichž cílem je prosazování environmentálně vhodného, sociálně prospěšného a ekonomicky životaschopného obhospodařování lesů.

Ekonomická životaschopnost je hlavním limitujícím faktorem výroby dřevěného uhlí v České republice. Vzhledem k tomu, že český trh je téměř výlučně omezen na grilovací uhlí (pomineme-li minoritní způsoby využití uvedené v kapitole 12.3.), bude nutné využít možnosti exportu. A to zejména v oblasti nepotravinářské (ocelárny, výroba polovodičů). Při současných cenách vstupů je nezbytně nutné získání strategických partnerů (specifické požadavky na výrobky), schopných dlouhodobě odebírat větší množství dřevěného uhlí (za dodržení platební kázně).

Hlavní příčiny propadu výroby dřevěného uhlí v posledních deseti letech u nás lze spatřit v neschopnosti českých výrobců konkurovat cenou dřevěnému uhlí, dovezenému za zámoří (ale i např. z nedaleké Ukrajiny). Za stavu, kdy pro většinu odběratelů v této době nehraje hlavní roli kvalita, ale nákupní cena, kdy náklady na výrobu neustále rostou, kdy

ekologické tlaky a omezení neustále získávají na vážnosti, kdy enormní zájem o palivové dřevo odčerpává doposud stabilní zdroj relativně levného dřeva vhodného na výrobu dřevěného uhlí, kdy firmy nejsou schopné rentabilně exportovat své výrobky (cena dopravy 1 tuny dřevěného uhlí z Malajsie do Hamburku = cena dopravy 1 tuny dřevěného uhlí z ČR

do Hamburku) a kdy je pro dovozce naprosto nedůležité kde, z čeho a za jakých podmínek bylo dřevěné uhlí vyráběné (certifikace, likvidace pralesů, práce dětí, atd.), je ale velmi obtížné chtít vyrobit vysoce kvalitní, certifikované a hlavně cenově konkurence schopné dřevěné uhlí. Řešením mohou být moderní technologie (drahé), důsledné využívání veškerých výstupů pyrolýzy, využívání možností tzv. energetických lesů, spolupráce s nadnárodními společnostmi zabývajícími se obchodem s dřevěným uhlím a určitá forma „osvěty“ (stát, školství, spolky, neziskové organizace), která by přivedla širokou veřejnost k zájmu o certifikované výrobky.

Ačkoliv české firmy, ve velké většině, přešly od výroby dřevěného uhlí k jeho nakupování, balení a dalšímu prodeji, je stále šance, že výroba dřevěného uhlí se nestane pouze dalším „mrtvým řemeslem“, které bude známé pouze ze skanzenů. Naopak. Pro výrobu dřevěného uhlí u nás jsou relativně dobré předpoklady. Následkem současné nezaměstnanosti jsou volné pracovní síly (otázkou je, zda by osoby registrované na úřadech práce byly ochotny vykonávat tuto „špinavou“ a namáhavou práci). Dále máme k dispozici dostatek potenciálních surovin pro tuto výrobu. Pokud dokážeme s využitím těchto zdrojů, s maximálním čerpáním potenciálu vědy a techniky, maximální podporou ze strany státu, potažmo EU a maximálního využití poznatků tradičního českého lesnictví, získat technologii vyrábějící dřevěné uhlí s minimální ekologickou zátěží, kvalitně a ekonomicky výhodně, budeme moci považovat „uhlířství“ za obor, který má v našich zemích další perspektivu.

Optimismus tohoto závěru vychází mimo jiné z informací o neustávajících výzkumných aktivitách v oblasti výroby a využití dřevěného uhlí, zejména ve vyspělých zemích Evropy, získaných při obšírnějším zkoumání fenoménu DŘEVĚNÉ UHLÍ. Podle mého názoru by „silná ruka ekonomiky“ nedovolila dlouhodobé investování peněz a času (zejména nestátních firem) do projektů, které nemají (byť výhledově) šanci na úspěch. Minulostí jsou však, beze sporu, provozy zamořující své okolí plynnými produkty karbonizace,

zpracovávající pouze relativně kvalitní „palivové dříví“ a snažící se své výrobky zobchodovat pouze na tuzemském trhu a pouze v potravinářské oblasti.

Seznam zkratk (řazeno dle použití v textu)

SI - System International d'Unités - Mezinárodní soustava jednotek

stol. př. n. l. – století před naším letopočtem

EU-ECHA – Evropská unie-European chemicals agency – Evropská agentura pro chemické látky

REZZO – Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší

ČHMU – Český hydrometeorologický ústav

REACH – Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals – registrace, hodnocení a povolování chemických látek

EU – Evropská unie

prm – prostorové metry, hráb 1x1x1 m

plm – plno metry

ČSN – Česká státní norma

STU – Slovenská technická univerzita

nemrz. – nemrznoucí

PC – personal computer – osobní počítač

Wr – voda z vlhkosti vstupní suroviny

LČR – Lesy české republiky

LZ – lesní závod

LS – lesní správa

dř. uhlí, dř. u., d.u. – dřevěné uhlí

JS - jasan ztepilý

kruh. ocel. karb. pec – kruhová ocelová karbonizační pec

prům. roč. prod. v t – průměrná roční produkce v tunách

zam. – zaměstnanec

FSC – Forest stewardship council – nevládní, nezisková organizace

PEFC – Programme for the endorsement of forest certification schemes – Program pro vzájemné uznávání certifikačních systémů

CFCS – Czech forest certificate system – Český systém certifikace lesů

C-o-C – Chain-of-Custody – spotřebitelský řetězec lesních produktů

IAF – International accreditation forum – Mezinárodní sdružení pro akreditaci certifikačních orgánů

EA – European co-operation for accreditation – Evropská spolupráce pro akreditaci

VOC – volatile organics compounds – těkavé organické látky

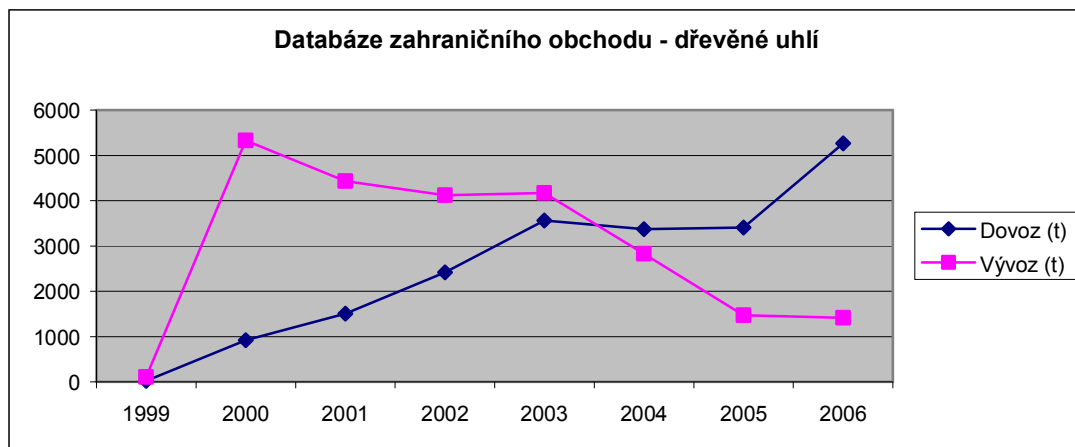
HC – hemicelluloses – hemicelulóza

TW – torrefied wood – pražené dřevo

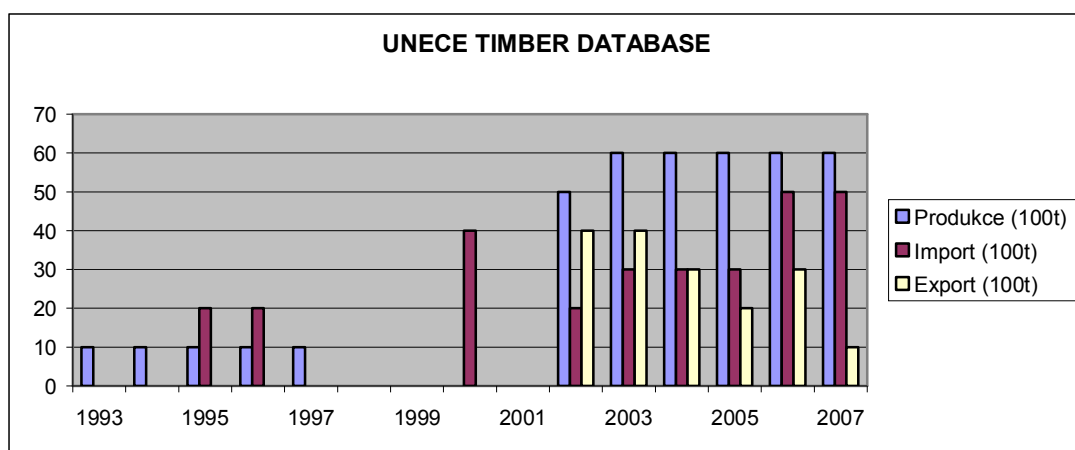
ETPC – Energy Technology and Thermal process Chemistry (Umea University – Sweden)

– projekt Švédské univerzity v oblasti energetických technologií a tepelných chemických procesů

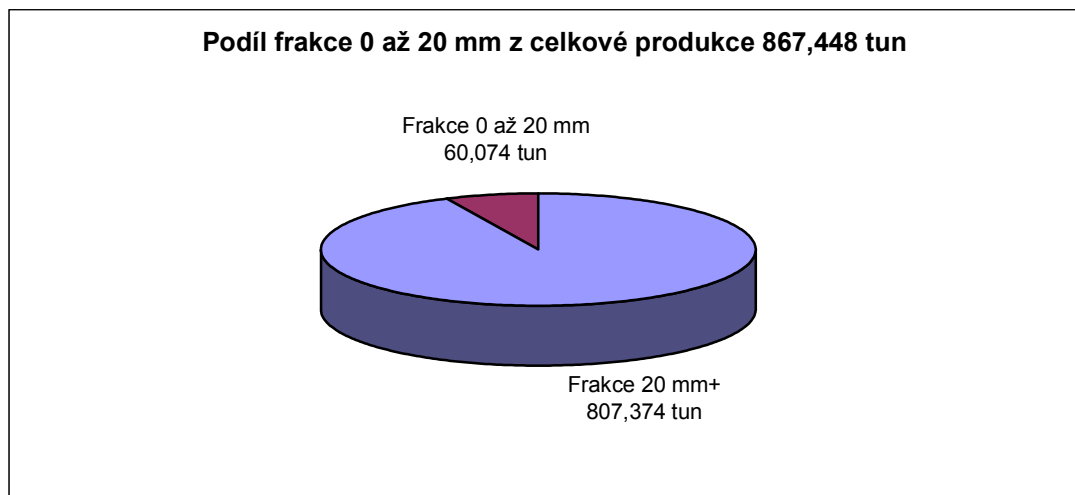
Grafy



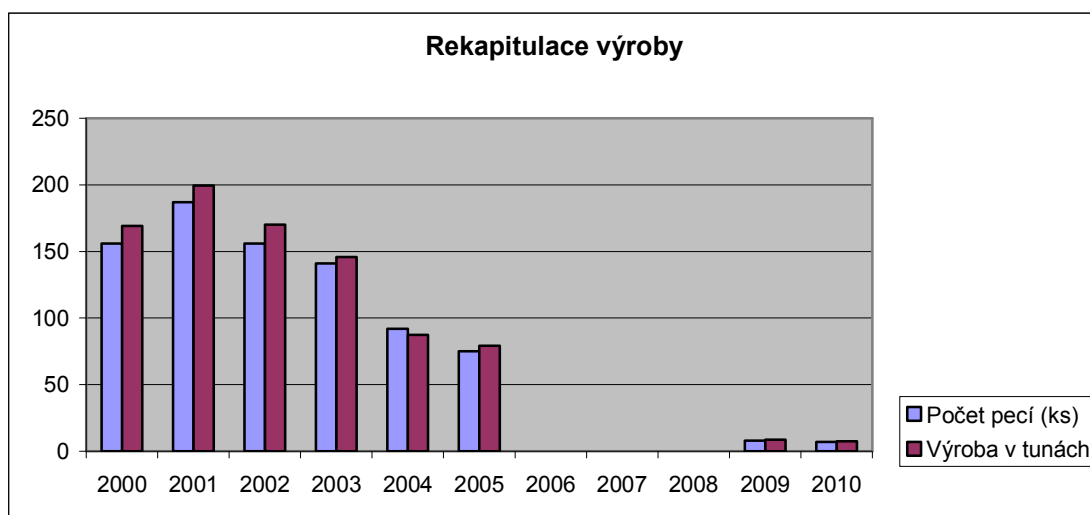
Graf 2 Dovoz a vývoz dřevěného uhlí



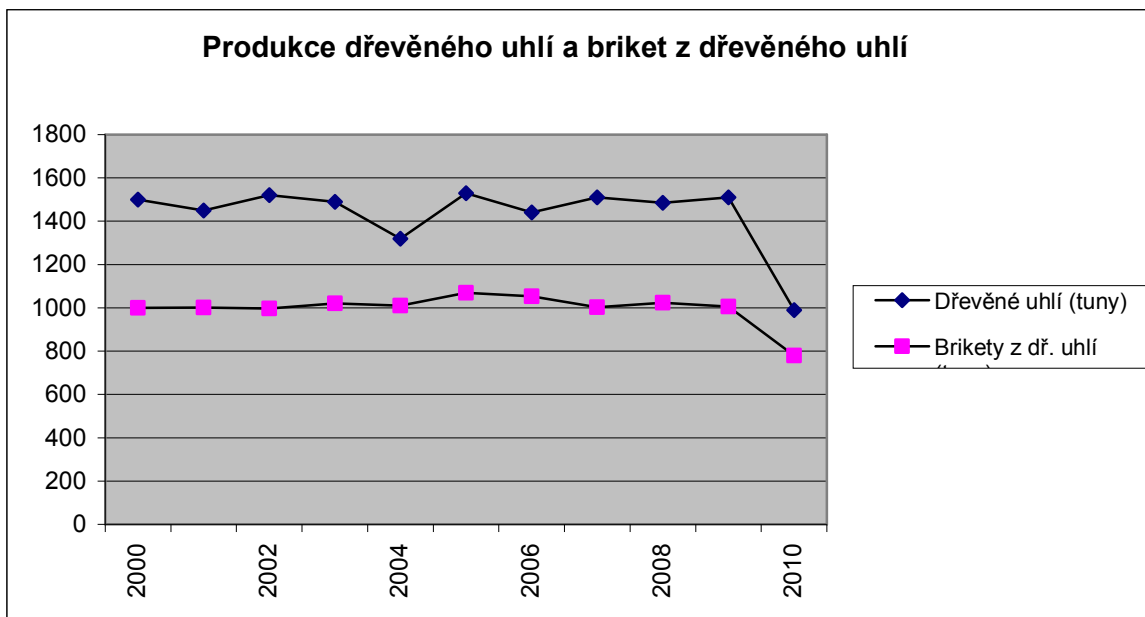
Graf 3 Databáze EU, produkce, export, import dřevěného uhlí



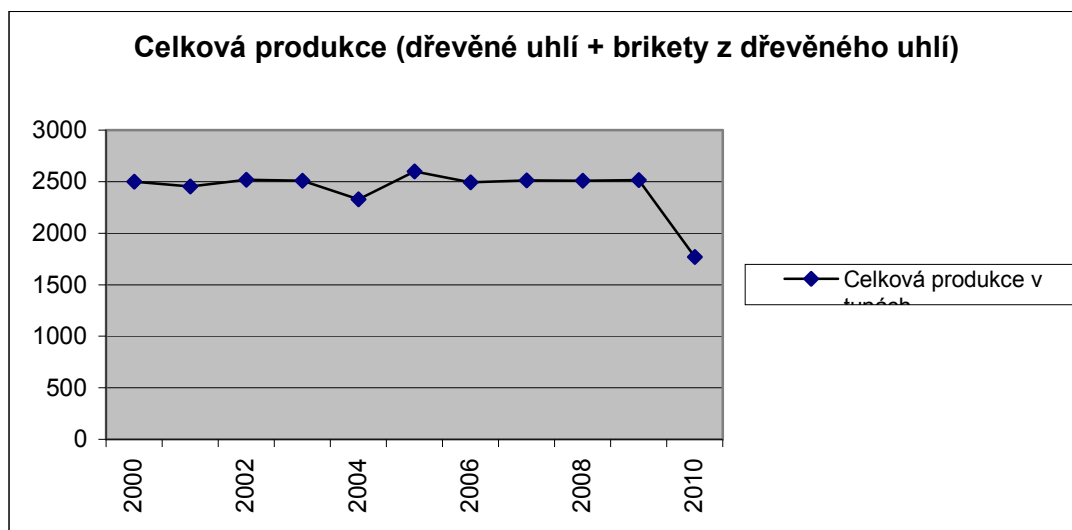
Graf 4 Cyrus – podíl frakce 0–20 mm z celkové produkce



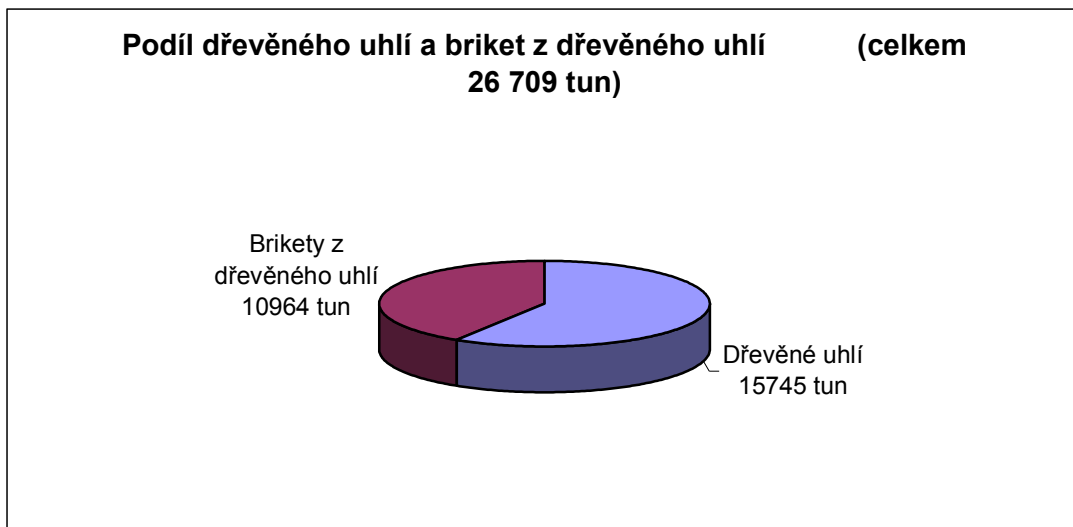
Graf 5 Cyrus – celková produkce v letech 2000–2010



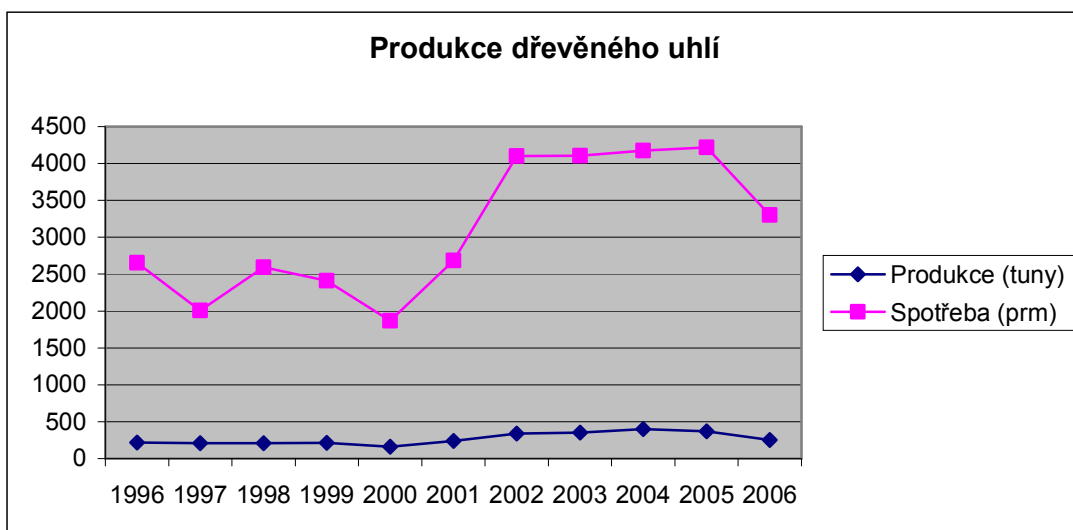
Graf 6 SERVIS LES – Produkce dřevěného uhlí a briket z dřevěného uhlí v letech 2000–2010



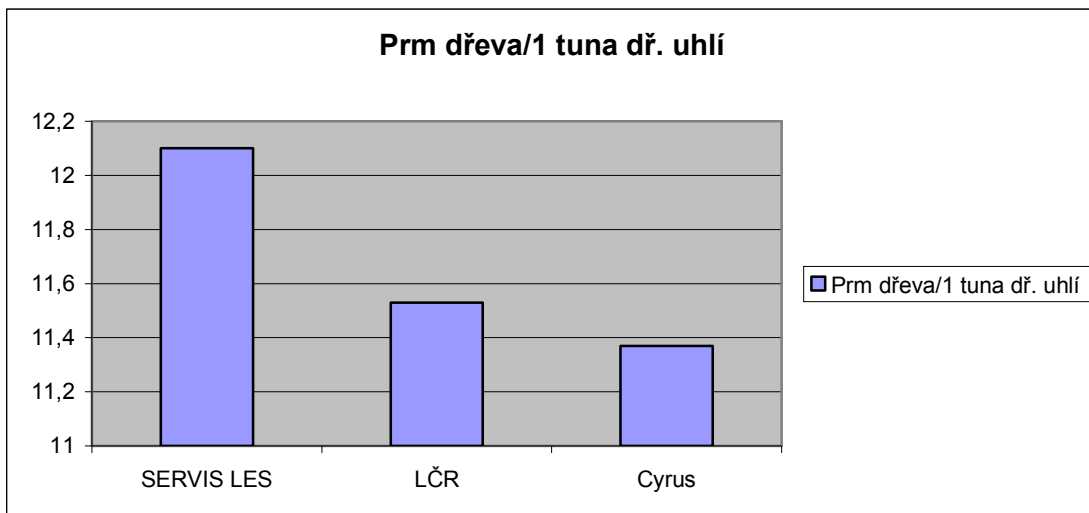
Graf 7 SERVIS LES – celková produkce v letech 2000–2010



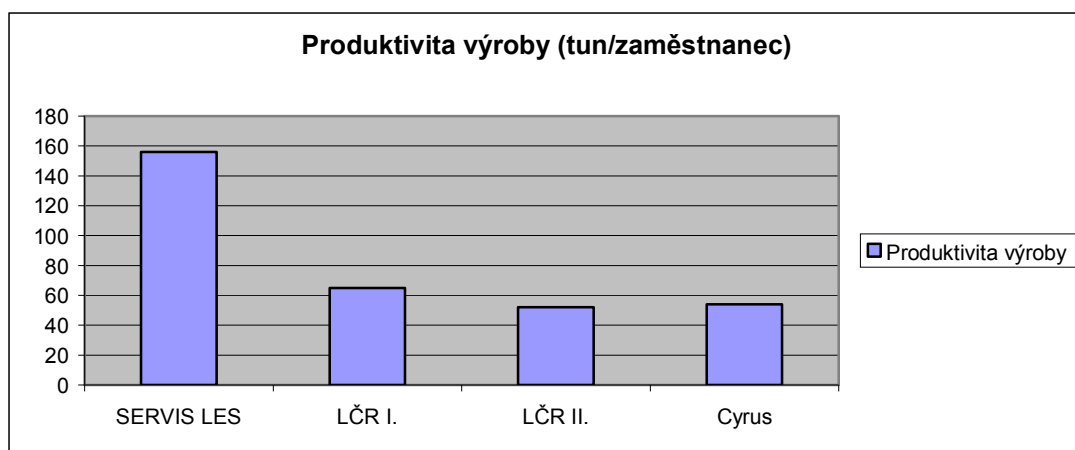
Graf 8 SERVIS LES – podíl briket z dřevěného uhlí z celkové produkce



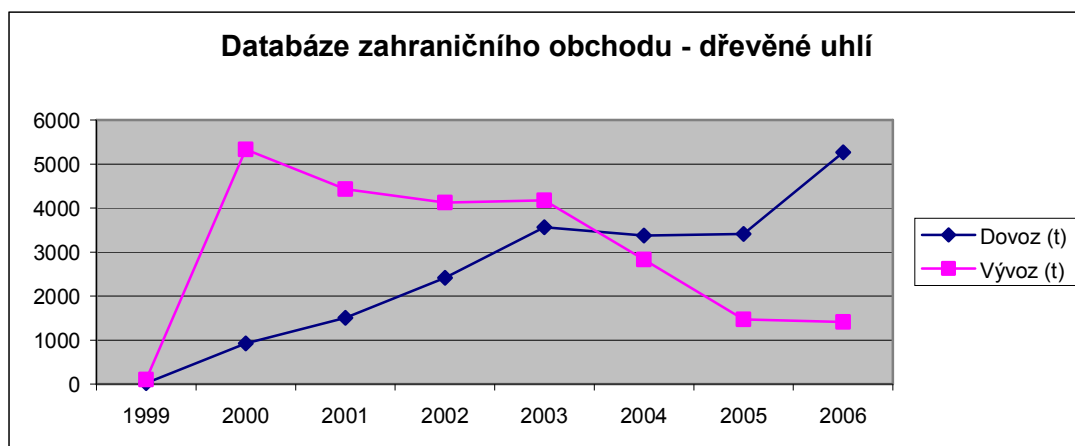
Graf 9 LČR – celková produkce v letech 1996–2006



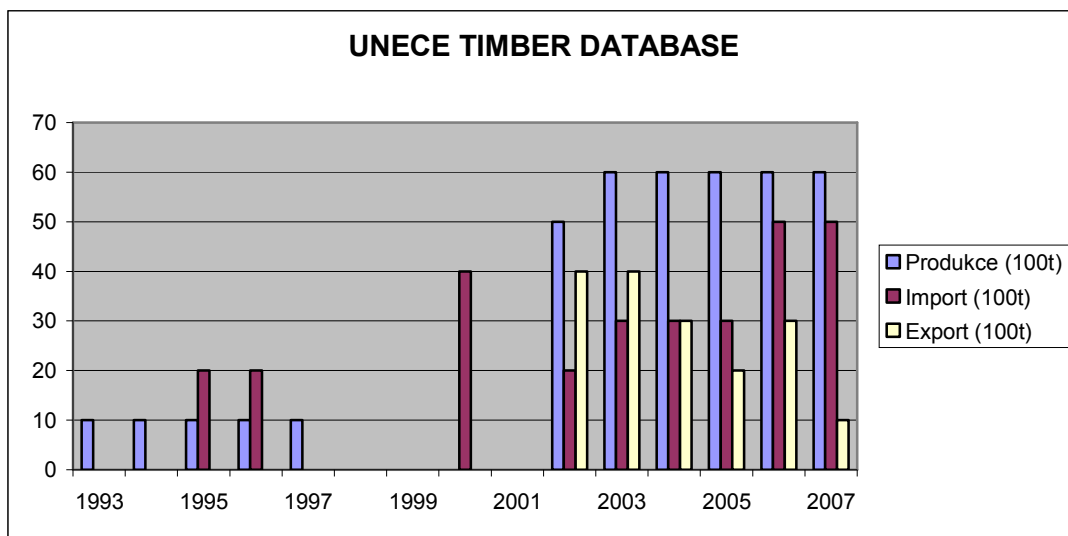
Graf 10 Porovnání spotřeby dřeva



Graf 11 Porovnání produktivity výroby



Graf 12 Dovoz a vývoz dřevěného uhlí



Graf 13 Databáze EU, produkce, export, import dřevěného uhlí

SEZNAM LITERATURY

1. BOZDĚCH, J. *Krychlení surového dříví*. 1. vydání, SZN, 1980, 284s.
2. BRIANNE, D. - DOAT, J. *Guide technique de la carbonisation. La fabrication du charbon de bois*. ÉDISUD, 1985, 179s. ISBN 2-85744-217-3
3. GANDELOVÁ, L. -HORÁČEK, P. -ŠLEZINGEROVÁ, J. *Nauka o dřevě*. 3. vydání, MZLU v Brně, 2009, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2
4. HRABÁK, J. *Železářství v Čechách jindy a nyní*, Praha, 1909
5. Kolektiv autorů, *Universum, všeobecná encyklopedie*, Odeon Praha, 2001, ISBN 80-207-1060-4
6. KOŘAN, J. *Staré české železářství*, Knihnice dějiny práce svazek I., Praha 1946
7. KOSTROŇ, L. *Lesní těžba a dopravnictví*, SZN Praha, 1971, 414s.
8. KUČHTÍK, J. *Přidružená lesní výroba*. VŠZ Brno, 1973, 28 s.
9. KUČHTÍK, J. *Zpracování dřeva*, VŠZ Brno, 1967, 196s.
10. LUKÁČ, T. *Komplexní využití biomasy v lesnom hospodárstve*. Skriptum VŠLD Zvolen, 1980, 186s.
11. MATYÁŠ, K. a kol. *Lesní těžba*, 2. díl, SZN Praha, 1960, 516s.
12. MAYER, A. *Le charbon de bois*. OSN - FAO, Rome, 1974, 99s.
13. SIMANOV, V. *Energetické využívání dříví*, Terrapolis Olomouc, 1995, 115s.
14. SIMANOV, V. *Přidružená lesní výroba*. 1. vydání, MZLU v Brně, 1995, 88s.
15. Český statistický úřad. *Databáze zahraničního obchodu*
16. Interní materiály - Cyrus
17. Interní materiály - LČR, LZ Židlochovice
18. Interní materiály - SERVIS LES
19. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Databáze UNECE TIMBER*
20. Odborný časopis HÁJ (1872)
21. Odborné časopisy Silvia Bohemica Lesnická práce
22. Propagační materiály firmy Carbon Engineering B. V., Varelseweg, NL
23. Technická dokumentace firmy Ekomonti Lukov-Zlín
24. Technická dokumentace firmy Framun Hošťálková, Ing. Karel Sypták
25. Zákon 86/2002 sb., o ochraně ovzduší, v plném znění
26. Zákon 185/2001 sb., o odpadech, v plném znění
27. Dřevěné uhlí. Dostupné z: <http://www.drevenuehli.cz/> (citováno 23.3.2011)

28. FSC. Dostupné z: <http://czechfsc.cz/> (citováno 23.3.2011)
29. Charcoal. Dostupné z: <http://www.wikipedia.org/wiki/Charcoal> (citováno 23.3.2011)
30. PEFC. Dostupné z: <http://pefc.cz/> (citováno 23.3.2011)
31. REACH. Dostupné z: <http://reach.cz/> (citováno 23.3.2011)
32. Skanzen výroby dřevěného uhlí. Dostupné z:
http://www.volny.cz/skanzen_lhota/index.html (citováno 23.3.2011)
33. Uhlíři Českého lesa. Dostupné z: <http://ucl.webnode.cz/> (citováno 23.3.2011)
34. Torrefaction. Dostupné z:
<http://techt.com/Biomass%20Refinement%20by%20Torrefaction.pdf>
(citováno 23.3.2011)
35. Torrefaction process. Dostupné z:
<http://biomassdigest.net/blog/2009/12/31/torrefied-wood-a-bio-energy-option-that-is-ready-to-go-a-biomass-digest-special-report/> (citováno 23.3.2011)
36. Torrefaction process. Dostupné z:
<http://www.keyflame.com/torrefaction/> (citováno 23.3.2011)
37. Torrefied wood. Dostupné z:
<http://newbiomass.com/torrefied-wood/> (citováno 23.3.2011)