

# OBSAH

Úvod .....	9
Introduction .....	10
1 výběr vhodných rostlinných kultur pro pěstování na energetické využití a pro výrobu izolačních materiálů .....	11
1.1 Potencionál energetických plodin v ČR .....	11
1.1.1 Spalování rostlinné biomasy .....	11
1.1.2 Jednotlivé způsoby využití rostlinných produktů.....	11
1.2 Konopí seté ( <i>Cannabis sativa</i> ) .....	12
1.2.1 Složení konopného semene: .....	12
1.2.2 Průmyslová využitelnost částí konopí setého.....	13
1.2.3 Pěstební plochy .....	13
1.2.4 Odrůdy pěstované v ČR .....	13
1.2.5 Legislativa v ČR.....	14
1.2.6 Dotační politika .....	14
1.2.7 Nároky na stanoviště .....	14
1.2.8 Osevní postup.....	15
1.2.9 Agrotechnika .....	15
1.2.10 Hnojení .....	16
1.2.11 Ochrana rostlin .....	16
1.2.12 Sklizeň.....	17
1.2.13 Sklizené konopí seté obsahuje: .....	19
1.3 Len setý ( <i>Linum usitatissimum</i> ) .....	19
1.3.1 Nároky na stanoviště .....	20
1.3.2 Osevní postup.....	20
1.3.3 Agrotechnika .....	21
1.3.4 Setí lnu.....	21
1.3.5 Hnojení .....	21
1.3.6 Sklizeň lnu.....	22
1.4 Rákos obecný ( <i>Phragmites australis</i> ) .....	22
1.4.1 Stanoviště .....	23
1.4.2 Agrotechnika .....	23
1.5 Rychle rostoucí dřeviny .....	23
1.5.1 Způsoby záměrného pěstování dřevinné biomasy .....	23
1.5.2 Podmínky na stanoviště.....	24
1.5.3 Sklizeň.....	24
1.5.4 Dřevinné plantáže se střednědobým obmýtím .....	24
1.5.5 Pěstování dřevinné plantáže s dlouhým obmýtím.....	25
1.5.6 Schválené a doporučené .....	25

1.5.7	Produkce biomasy z energetických plodin.....	26
1.5.8	příklad rychle rostoucí dřeviny Japonský topol .....	26
1.6	Korkový dub ( <i>Quercus Suber</i> ) .....	27
2	Zpracování rostlinných materiálů pro energetické využití.....	28
2.1	Zpracování konopí.....	28
2.1.1	zpracování konopného stonku, neboli konopné slisované slámy.....	28
2.2	Zpracování lnu.....	29
2.2.1	Stonek lnu.....	29
2.2.1	Rosení lnu.....	30
2.3	Zpracování rákosu .....	31
2.4	Zpracování rychlerostoucích dřevin.....	31
2.4.1	Metoda kmenových výřezů .....	31
2.4.2	Svazková metoda.....	31
2.4.3	Metoda štěpkování .....	32
2.5	Zpracování korku .....	32
2.5.1	Sklizeň korku.....	32
2.6	Zpracování slámy .....	33
3	Spalování, spalné teplo a výhřevnost různých rostlinných materiálů. ....	33
3.1	Vlastnosti materiálů.....	33
3.1.1	Spalné teplo .....	33
3.1.2	Výhřevnost .....	33
3.1.3	Biomasa vhodná pro spalování a zplyňování.....	34
3.2	Podíl obnovitelných zdrojů energie.....	34
3.3	Energie z Biomasy .....	34
3.3.1	Zvláštnosti biopaliv .....	35
3.3.2	Možnosti uplatnění na trhu elektřiny a tepla.....	36
3.3.3	Využití biomasy v ČR .....	37
3.3.4	Využití řepky olejné ( <i>Brassica napus</i> L. var. <i>Napus</i> ).....	37
3.3.5	Obilná sláma.....	37
3.3.6	Řepková sláma .....	38
3.3.7	Ostatní biopaliva .....	39
4	Tepelně izolační vlastnosti materiálů z rostlinné biomasy a možnosti jejich využití ve stavebnictví. Zpracování a úprava biomasy pro výrobu stavebních materiálů a komponent... 41	
4.1	Tepelně izolační vlastnosti .....	41
4.1.1	Tepelná vodivost .....	41
4.1.2	Tepelná akumulace, Měrné teplo .....	42
4.1.3	Difúze vzdušné vlhkosti .....	42

4.2 Vlastnosti vybraných přírodních stavebních materiálů porovnané s jinými materiály..	42
4.2.1 PEI.....	43
4.2.2 GWP.....	43
4.2.3 AP.....	43
4.3 Možnosti využití vhodných plodin pro výrobu tepelně izolačních materiálů.....	44
4.3.1 Materiály z konopí.....	44
4.3.2 Materiály ze lnu.....	50
4.3.3 Materiály z rákosu.....	51
4.3.4 Materiály z korku.....	53
4.3.4 Materiály ze slámy.....	55
5. Závěr.....	57
6. Přehled použité literatury.....	58
7. Seznam příloh.....	61

# ÚVOD

Rozvoj hospodářství byl tradičně založen na těžbě a spalování uhlí a dalších fosilních paliv. Intenzivní spotřeba těchto neobnovitelných zdrojů vede a vedla k nárůstům koncentrace oxidu uhličitého a dalších plynů v atmosféře.

Tyto plyny následně brání uvolňování nahromaděného tepla ze země zpět do vesmíru, což má za následek globální oteplování a klimatické změny.

Při spalování biomasy se rovněž uvolňuje oxid uhličitý, ale rostliny skleníkový efekt nezpůsobují, protože při svém růstu oxid uhličitý spotřebovávají a při spalování navracejí do ovzduší pouze to co již za svého růstu spotřebovaly.

Hlavní důvod pro omezování fosilních paliv a jejich postupné nahrazování obnovitelnými zdroji energie je především ekologický. V zájmu trvale udržitelného rozvoje je třeba zastavit nebo snížit globální oteplování a klimatické změny na zemi.

Využívání fosilních paliv a jejich postupné nahrazování obnovitelnými zdroji společně s úsporami energií je v české republice podporováno ekologickými daněmi a dotacemi.

Využitelný potenciál biomasy u nás je zejména ve využití dřevního odpadu, slámy, a cílené pěstování energetických rostlin na nepotřebné zemědělské půdě k produkci potravin. K tomuto u nás přistupuje také funkce údržby krajiny, zamezení zaplevelení půdy, snížení eroze a ochrana podzemních vod a rovněž může produkce fytopaliv zajistit pracovní příležitosti na venkově.

V daleko větší míře vznikají obavy o vyčerpání surovin a energetických zdrojů. Stále větší počet lidí ovlivňuje ekologie a snaha o co nejčistější životní prostředí. Jedním z důležitých parametrů na materiály je jejich zdravotní nezávadnost a téměř úplná recyklovatelnost. Pozornost se rovněž přesunuje k energeticky méně náročným technologiím a materiálům, z přírodních obnovitelných zdrojů.

## INTRODUCTION

Economic development was traditionally based on the output and combustion of coal and other fossil fuels. An intensive consumption of these non-renewable sources has led to the growth of concentration of carbon dioxide and other gases in the atmosphere.

Consecutively, these gases obstruct releasing of aggregate warmth from the Earth back to the universe which leads to global warming and climate changes.

During the combustion of a biomass it is also released carbon dioxide but the plants do not cause the greenhouse effect because they consume carbon dioxide when they grow and throughout the combustion the plants return to the atmosphere only what they have already consumed during their growth.

The main reason for restricting fossil fuels and their gradual replacing by renewable energy sources is especially the ecological one. In order to keep a permanent, tenable development, it is necessary to stop or to low global warming and climate changes in the world.

Using of fossil fuels and their gradual replacing by renewable sources together with the energy conservation is buttress with ecological taxes and grants in the Czech Republic.

The usable power of biomass lies especially in the using of a wood waste, straw and intentional cultivation of energy plants on a useless agricultural soil, to produce food-stuff. This process is also followed by the function of landscape maintenance, a prevention of weeding, reduction in erosion and protection of groundwater. The production of fyto-fuels might guarantee working possibilities in the countryside as well.

There are apprehensions for a raw material and energy sources exhaustion. More and more people are influenced by ecology and by the pursuit of the cleanest environment to live. One of the most important requirements for materials is not to be unhealthy and also to be totally recyclable. The attention is also paid to less energy demanding technologies and materials from natural renewable sources.

# 1 VÝBĚR VHODNÝCH ROSTLINNÝCH KULTUR PRO PĚSTOVÁNÍ NA ENERGETICKÉ VYUŽITÍ A PRO VÝROBU IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

## 1.1 POTENCIONÁL ENERGETICKÝCH PLODIN V ČR

V současné době leží ladem v ČR asi 0,5 mil. ha orné půdy a očekává se, že z hlediska produkce potravin nebude možné dlouhodobě využívat více než 1 mil. ha (z celkové rozlohy více než 3 mil. ha orné půdy). Z hlediska trvale udržitelného rozvoje je nezbytné s touto půdou nadále dobře hospodařit. Jednou z významných možností je pěstování energetických plodin

(PETŘÍKOVÁ, Vlasta, et al. *Energetické plodiny*. 1 vydání. Praha : Profi Press, 2006. 127 s. Dostupné z WWW: <[www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz)>. ISBN 80-86726-13-4.)

### 1.1.1 SPALOVÁNÍ ROSTLINNÉ BIOMASY

Do této skupiny lze zahrnout především tyto druhy:

1. vedlejší produkty polních plodin (sláma obilnin, kukuřice na zrno, slunečnice aj.)
2. výkonné druhy trav pro spalování biomasy
3. celá nadzemní biomasa – především obilnin
4. jednoleté energetické rostliny
5. rychle rostoucí druhy dřevin (RRD) na zemědělské půdě

(Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>.)

### 1.1.2 JEDNOTLIVÉ ZPŮSOBY VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH PRODUKTŮ

Skupina	Technologie	Produkty	Výstupy
Spalování		Teplo, elektřina	
Chemické přeměny	Zplynování	Olej, plyn, dehet, metan,	Elektřina, teplo,
Rychlá pyrolýza	čpavek, metanol	pohon vozidel	
	Zkapalňování	Olej	
Chemické přeměny	Esterifikace	Metylester řepkového oleje	
vodním prostředím		(MEŘO)-bionafta	Pohon vozidel
	Anaerobní		
digesce	Bioplyn, metan	Elektřina, teplo,	pohon vozidel
Biologické procesy	Alkoholové		
kvašení	Etanol	Pohon vozidel	
Kompostování		Teplo (z chlazení kompostu)	

(Dostupné z WWW: <<http://www.oszahorami.eu/pdf/studijni3.pdf>>.)

(přílohy, tab.1: Využití energie biomasy)

## 1.2 KONOPÍ SETÉ (*CANNABIS SATIVA*)

– kulturní, technické, využívané v průmyslu

(přílohy, obr.1: *Konopí seté*)

Konopí je jednoletá dvoudomá rostlina z čeledi konopovité (*Cannabaceae*). Samčí rostliny jsou vyšší a štíhlejší, mají světlejší listy a šedozelený vrchol. Dozrávají o 4-6 týdnů dříve než samičí rostliny. Samičí rostliny jsou nižší, silnější, více olistěné a tmavší. V normálním porostu je asi 53 % samčích a 47 % samičích rostlin. Konopí má křivoitý kořen sahající do hloubky 0,30-0,40 m, na hlubokých půdách až do 2 metrů. Stonek dorůstá průměrně kolem 2 m výšky (ale i 4 m). V prvních fázích růstu je měkký, dužnatý, později odspodu dřevnatí. Obsahuje 13,5-19,5 % vláknů. Listy jsou střídavé, dlanité tří až třináctičetné a krátkými stopkami. Plod je vejčitá jednosemenná nažka s HTS od 8 do 26 g (v průměru 20 g). Semena brzy ztrácí klíčivost (třetím rokem o 30-40 %). Konopí je cizosprašné (větrosnubné). Kvete v červnu až srpnu, plody dozrávají v září až říjnu. Rostliny dorůstají do výšky až 4 m, jsou málo rozdvojeny a mají řidší listoví, 3-30 mm silný stonek má v lýkové části 13,5-19,5 % vláknů, které zvyšuje pevnost stonku. Existují tři formy konopí: severní, jižní a přechodný. Severní je nízké v průměru 0,6-0,8 m vysoké. Je rané, dozrává za 60-70 dní. Dává malý výnos stonků i semen, která jsou drobná. V CR se nepěstuje. Jižní (typ vegetativní) je 3-4 m vysoké. Dozrává za 130-180 dní. Dává velký výnos vláknů, malý výnos semen. Vlákna jsou dlouhá a jemná. Přechodný typ je 1,70-2,50 m vysoké. Má prostřední vlastnosti obou předchozích forem. Dozrává za 90-120 dní. Dává dobrý výnos vláknů i semen. Konopí seté obsahuje v semenech až 35 % mastného oleje, asi 25 % bílkovin a mimo jiné také vitamin K. Obsah psychoaktivních látek je velmi nízký, mnohdy se vůbec nevyskytují.

### 1.2.1 SLOŽENÍ KONOPNÉHO SEMENE:

konopný olej	25 – 35 %
sacharidy (glycidy)	20 – 30 %
bílkoviny (včetně vzácných aminokyselin)	20 – 25 %
vláknina	10 – 15 %
vitamíny řady B (především B1 a B2)	
vitamín E a K	
minerální látky (vápník, hořčík, železo)	

Konopná rostlina vytváří v různé míře a s rozdílnou koncentrací látek pryskyřici, která je vylučována především na samičích rostlinách (zejména květenství) s výjimkou semen a kořenů. Čistá pryskyřice obsahuje: cannabinoidy D1, tetrahydrocannabinol - THC, cannabidiol - CBD, cannabinol - CBN (psychoaktivní působení), dalších 30 cannabinoidů (bez psychoaktivního působení), éterické oleje - caryophyllen, humulen, farnesen, selinen, phellandren, limonen; cukry; flavonoidy; alkaloidy - cholin, trigonellin, piperidin, betain, prolin, neurin, hordenin, cannabisativin.

(přílohy, obr.2: *Konopné semeno*)

(Dostupné z <http://www.konopa.cz/>)

### **1.2.2 PRŮMYSLOVÁ VYUŽITELNOST ČÁSTÍ KONOPÍ SETÉHO**

Konopí seté je všestranně využitelná přadná, průmyslová a energetická plodina s menší výrobní energetickou náročností, druhotnou zpracovatelností a 100 % biodegradabilitou použitého materiálu.

Průmyslová využitelnost konopí setého spočívá v následujících vlastnostech.

- vysoký obsah celulózy i hemicelulózy a ligninu,
- velmi pevná, kvalitní lýková vlákna (až 30 %),
- semena s vysokým obsahem oleje,
- pazdeří.

### **1.2.3 PĚSTEBNÍ PLOCHY**

V České republice se konopí pěstovalo do roku 1956. Důvodem byla vysoká náročnost na ruční práci při sklizni, posklizňové úpravy stonku a nedostatečné strojové vybavení. V letech 1996 až 1999 bylo zahájeno společností Agritec Šumperk v rámci projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum MZe ČR s názvem „Pěstování konopí pro průmyslové využití“ jeho opětovné pokusné pěstování. Množství pěstebních ploch se pohybovalo do 2 ha. V roce 2000 bylo konopím oseto 129 ha, sklizňová plocha činila 58 ha. V roce 2001 bylo oseto konopím pro textilní zpracování 29 ha, pro energetické využití 20 ha, v roce 2002 pro textilní zpracování 91 ha a pro energetické využití 2 ha, v roce 2003 pro zpracování na vlákno 115 ha a pro energetické využití 11 ha. V roce 2004 činila osevní plocha konopí 307 ha, z toho pro tíremské zpracování cca 230 ha se sklizní 1 400 t suchých stonků. Pro produkci osiva bylo určeno 37 ha. V roce 2005 bylo oseto konopím 156 ha, z toho pro energetické využití 21 ha. Pěstování konopí setého se postupně rozšiřovalo, v roce 2006 bylo dle údajů SZIF oseto 1 155 ha, v roce 2007 celkem 1 538 ha. Důsledky hospodářské krize se promítly do snížení ceny krátkého vlákna, což ve svém důsledku znamenalo i snížení plochy konopí. v roce 2008 na 518 ha, v roce 2009 se konopí pěstovalo pouze na 228 ha, v roce 2010 na 240 ha. Příčiny snížení pěstování konopí jsou celosvětová hospodářská krize, pokles cen krátkého vlákna na světových trzích a s tím související problém s odbytem. V současné době je v ČR v provozu pouze jediný závod, který je před odebráním akreditace. Přitom poptávka po druhotných konopných surovinách převyšuje nabídku, např. pro potřeby papírenské výroby a stavebních tepelných izolačních materiálů je surovina dovážena ze zahraničí. Pěstování konopí setého je poměrně finančně nákladné, náročné na sklízecí agrotechnologii a zpracování a problémovou legislativu.

### **1.2.4 ODRŮDY PĚSTOVANÉ V ČR**

Od roku 1999 byly v ČR k pěstování povoleny dvě odrůdy polská odrůda BENIKO a ukrajinská odrůda JUSO – 11. V roce 2006 byly vysety tři odrůdy – polská BENIKO a BIALOBRZESKIE a francouzská FERIMON. V současné době se v České republice pěstuje několik odrůd, nejčastěji jsou to polské odrůdy BENICO a Bialobrzeskie a francouzská odrůda FERIMON. K pěstování jsou povoleny i další odrůdy podle společného katalogu odrůd EU. Certifikované osivo dováží dva licencovaní dovozci.

### **1.2.5 LEGISLATIVA V ČR**

Roku 1996 byl přijat zákon č. 92/1996 Sb. o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, který omezuje pěstování konopí tím, že stanoví požadavky na rozmnožovací materiál uváděný do oběhu. V současné době existuje od 1.1.1999 nový zákon č. 167/98 zákon „O návykových látkách“, který upravuje pěstování konopí. § 24a zákona zakazuje pěstovat druhy a odrůdy konopí (rod *Cannabis*), které mohou obsahovat více než 0,3 % látek ze skupiny THC (tetrahydrokanabinolů). § 29 nařizuje ohlašovací povinnost osob pěstujících konopí na ploše větší 100 m<sup>2</sup>. Pěstitel je povinen dle tohoto zákona ohlásit pěstování konopí setého na příslušném celním úřadě dle místa pěstování.

### **1.2.6 DOTAČNÍ POLITIKA**

Pěstování a zpracování konopí setého je u nás podporováno z prostředků EU v rámci jednotné platby na plochu zemědělské půdy, tzv. SAPS (Nařízení vlády č. 144/2005 Sb.), dále je podporováno pěstování konopí setého pro vlákno z národních zdrojů v rámci doplňkových plateb, tzv. TOP – UP na ornou půdu (Nařízení vlády č.145/2005 Sb.). Od roku 2007 je možné čerpat novou podporu na pěstování energetických plodin včetně konopí setého i z tzv. uhlíkového kreditu ve výši až 45 eur na ha. Dotaci plně hradí EU. Rovněž z národních zdrojů bylo podporováno i pěstování bylin (konopí setého) pro energetické využití z dotačního programu 1. U – Podpora pěstování bylin pro energetické využití (v roce 2007 to bylo 3000 Kč/ha, v současné době je tento dotační titul pro nesoulad s právními předpisy EU zrušen). Další podpory na zpracování lnu a konopí na krátké vlákno jsou vypláceny pro schválené první zpracovatele. Administraci podpory pěstování i zpracování konopí provádí Státní zemědělský intervenční fond, viz [www.szif.cz](http://www.szif.cz).

Vydáno : 18.1. 2011 Konopářský svaz České republiky

Konopářský svaz České republiky přijímá objednávky na certifikované osivo průmyslového konopí pro rok 2011. Ceny i odrůdy budou velmi pravděpodobně stejné jako v roce předešlém. V roce 2010 mohli zemědělci získat na konopí seté kromě dotací v rámci plateb SAPS a TOP UP i dotaci na uznané osivo konopí setého odrůd registrovaných na základě užitné hodnoty v ČR a uvedených ve Společném katalogu odrůd EU pro osev produkčních ploch (dle vyhlášky č. 384/2006 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu). (Dostupné z <http://www.konopi.info>)

### **1.2.7 NÁROKY NA STANOVIŠTĚ**

Konopí je možno pěstovat ve všech úrodnějších oblastech ČR. Jižní formy pěstované na semeno potřebují sumu teplot 2 200–2 800 °C. Mladé rostliny však snášejí slabší mrazíky, doporučuje se vysévat v době po „ledových mužích“. V první době růstu vyžaduje konopí dosti vody, později je schopné odolávat přechodnému suchu. Na půdu má značné nároky. Nejvhodnější jsou úrodné, hluboké a zpracovatelné půdy hlinité a písčitohlinité s nízkou spodní vodou, dobře vyhnojené a bohatě zásobené humusem. Nesnáší kyselé půdy a nejlépe se mu daří na půdách neutrálních až slabě zásaditých. Na vytvoření 1 kg sušiny potřebuje za dobu růstu 1,5–2 krát více vody, než obiloviny, to je až 700 l vody na 1 kg sušiny.

### **1.2.8 OSEVNÍ POSTUP**

Nejvhodnější předplodinou pro konopí jsou plodiny, které zanechají půdu v dobrém strukturním stavu, pokud možno nezaplevelenou jako jsou okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška. Konopí je možné pěstovat i po obilninách. Snáší i pěstování po sobě. Je dobrou předplodinou i pro náročné polní plodiny, protože zanechává půdu v dobrém stavu.

### **1.2.9 AGROTECHNIKA**

Technické konopí se pěstuje buď na vlákno, nebo na semeno, nebo tzv. kombinovanou metodou. Podle toho se řídí i způsob pěstování. Většina pěstitelů v ČR pěstuje technické konopí tzv. kombinovanou metodou, tzn. jak na vlákno, tak i pro semeno.

Na podzim se zaorává zralá chlévská mrva na hloubku 0,25–0,30 m. Na jaře před setím se povrch půdy pečlivě připraví. Seje se v druhé polovině dubna nebo začátkem května. Konopí pěstované pouze na vlákno (nebo na hmotu) se seje do řádků 0,20–0,25 m širokých, konopí pěstované pouze na semeno se seje do řádků 40–60 cm širokých. Konopí pěstované kombinovanou metodou se seje do řádků 12,5–15 cm širokých. Hloubka setí 2–3 cm (v hluboké půdě i hlouběji) s výsevkem:

na vlákno 100 kg.ha<sup>-1</sup>,

na semeno 20–30 kg.ha<sup>-1</sup> semene

a na vlákno i semeno se vysévá 40 kg.ha<sup>-1</sup>,

při této tzv. kombinované metodě se doporučuje 200 semen na 1 m<sup>2</sup>.

Po zasetí se válí, pokud možno jen v řádcích, aby semeno brzy vzešlo, ale záleží na struktuře půdy, protože se může vytvořit krusta, která znemožní vzejití rostlinek. V širokých řádcích je možno během vegetace plečkovat. Při pěstování na semeno nesmí být v okolí porosty s jinými odrůdami, aby nedošlo k nežádoucímu sprášení. Je možné použít i bezorebný systém hospodaření. Na podzim, po sklizni předplodiny, se pozemek vyhnojí chlévskou mrvou a zpodmítá diskovým podmítačem. Na jaře se odplevelí Roundupem (glyphosátem) a poté následuje hnojení pozemku a zapravení hnojiva předset'ovou přípravou pozemku. K setí se používají běžné secí stroje. Konopí roste zpočátku rychle, vzchází za 5–7 dní, brzy vytváří tzv. zápoj a při hustějším výsevu potlačuje plevele. Minimální prostorová izolace u certifikovaného osiva je u konopí minimálně 1 000 m. Časová pauza od posledního pěstování téhož druhu na semeno je minimálně 5 let. Vegetační období trvá 100–120 dní, na 1 ha pěstební plochy během této doby naroste minimálně dvaapůlkrát více dřevité hmoty, než na 1 ha lesa, který navíc roste několik desítek let.

Konopí na produkci stonků (vlákna) je sklízeno v okamžiku, kdy jsou samčí rostliny v plném květu a zbavují se pylu nebo po pylovém spadu, když začnou opadávat listy. Konopí se nedá sklízet, pro své houževnaté stonky běžnými sklízecími mechanizmy.

Ze sklízecích řezaček vyrobených v ČR se osvědčila při sklizni konopí řezačka SŘ 01 z Agrostroje Pelhřimov. Pro průmyslové využití vláken byly vyvinuty kombinované stroje, které oddělují semeno a stonky spolu s listím vracejí na pole k doschnutí. Oddělené vlákno se potom lisuje do balíků.

V Nizozemí se sklízí konopí upravenou sklízecí řezačkou na kukuřici firmy KEMPER. Upravená řezačka konopí odřezává a zároveň je řeže na délku 500-600 mm a odkládá je na strniště do řádku, který se po třech dnech po dobu 14 dní obrací obracečem do 20 % vlhkosti. Ušchlá hmota se sbírá sběracím lisem na obří balíky.

Výnosy v našich podmínkách u nadzemní fytomasy se pohybují kolem 5,0-7,0 t.ha<sup>-1</sup> (13,0 t.ha<sup>-1</sup>). Výnosy dosažené v pokusech kolísaly v rozmezí 2,5-13,0 t.ha<sup>-1</sup> sušiny.

Průměrná produkce vlákna je kolem 1,4 t.ha<sup>-1</sup>, špičkové výnosy dosahují až 5 t.ha<sup>-1</sup>.

Výnos semene se při dvojím užitku pohybuje kolem 1 t.ha<sup>-1</sup>.

Odběr živin pro výnos: Odběr živin pro výnos

1 t suchých stonků	1 t semene
19 kg N	64 kg N
5 kg P	17 kg P
12 kg K	42 kg K
15 kg CaO	62 kg CaO

### **1.2.10 HNOJENÍ**

Konopí vyžaduje velké množství živin. Půda by měla být dobře vyhnojena statkovými a průmyslovými hnojivy. Čím je odrůda vzrůstnější, tím je náročnější. Při hnojení hnojem je možno aplikovat dávku 30 t.ha<sup>-1</sup> i více. Dobře působí i zelené hnojení. Důležité je i draselné hnojení, neboť má spolu s dusíkatým hnojením největší vliv na výnos stonků a jakost vláken. Draslík je dobré dodávat v draselné soli nebo síranu hořečnatodraselném, který nepozměňuje půdní reakci a půda po nich nekornatí. Konopí pěstované na vlákno nepotřebuje tolik fosforu jako konopí pěstované na semeno. Průmyslová hnojiva P a K se mohou zčásti zapravit již při orbě do větší hloubky, z části při předset'ové přípravě půdy. Není-li dostatek Ca v půdě, zaorá se na podzim, nebo dokonce k předplodině vápenaté hnojivo, neboť konopí vyžaduje neutrální až zásaditou půdní reakci. Během vegetace se aplikuje ledek vápenatý na list, dříve než rostliny dosáhnou výšky 10–15 cm. Při podzimní orbě obvyklá jarní příprava s přihnojením 70–100 kg N.ha<sup>-1</sup> a doplnění 30–60 kg K.ha<sup>-1</sup> se zapravením. Při pěstování na semeno je účelné přihnojení 30–60 kg P.ha<sup>-1</sup>. Pod konopí je možná aplikace chlévského hnoje na podzim, při střední zásobě živin 30t.ha<sup>-1</sup>, současně s 1/3–2/3 PK hnojiv, zbytek PK hnojiv a N hnojiva na jaře. Celou dávku PK hnojiv je možné zapravit i na jaře s důkladným zapravením do půdy.

### **1.2.11 OCHRANA ROSTLIN**

Konopí nepoléhá a je poměrně odolné proti chorobám a škůdcům. Konopí může škodit dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata* Koch.), housenky můry gama (*Autographa gamma* L.), mšice konopná (*Phorodon cannabis* Pass.) a zavijech kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübn.). Z chorob se nejčastěji vyskytuje plíseň šedá (*Botrytis cinerea* Pers.) fusariosa (*Giberella pulicaris* (Fr.) Sacc.), rakovina a některé choroby virového původu. Někdy porosty na semeno

při dozrávání navštěvují semenožraví ptáci. Nejnebezpečnější chorobou je asi bílá (sklerociová) hniloba, jejíž původcem je hlížečka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Masse). V současné době se u nás tyto choroby, nebo škůdci, prakticky nevyskytují, je to ale otázka času a množství pěstebních ploch, jak se budou rozšiřovat, je i předpoklad, že se některé choroby, nebo škůdci objeví. (Šíroká, 2008)

### **1.2.12 SKLIZEŇ**

Speciální sklizňové stroje zatím nejsou sériově vyráběny nikde v Evropě, sériová výroba je podmíněna potřebným nárůstem pěstebních ploch. Největším problémem při pěstování konopí zůstává sklizeň a lisování konopných stonků. Zkoušejí se různé způsoby sklizně a používají se různě upravené sklízecce. Nejvíce se osvědčily bezprstové žací lišty s protiběžnými kosami. Ve většině států EU se osvědčily takové úpravy žacích strojů na konopí, které nakrátí konopné stonky na délku 60 cm.

Z nových prototypů sklízecích strojů kombajn zn. DEUTZ-FAHR dokáže za den sklidit 10–15 ha konopí. Sklízí najednou jak semínko, tak i stonek.

Žací lišty české výroby, které se zavěšují na traktor, dokáží za den sklidit až 50–60 ha konopí.

Při pokusného pěstování technického konopí na v roce 2004 na Úsovsku první část sklizně proběhla v polovině srpna, konopí se sekalo speciální dvouúrovňovou protiběžnou nesenou kosou AKE INNOTECH (Německo), zavěšenou na traktoru John Deere 6920. Přední kosa poháněná hydraulicky dělila rostliny ve 130 cm úrovni. Zadní kosa, poháněná vývodovým hřídelem, kosila zbytky stonků na 15 cm vysoké strniště. Stonek se po posečení nechal zavadat na pozemku na široko tak, jak padal při sečení za kosou. Následně se 2x obracel a poté se nahrnoval do řádků širokozáběrovým jednomotorovým horizontálním shrnovačem pícnin zn. STOLL. Osvědčilo se řádek obrátit 1 x až 3 x, vždy po několika dnech a zejména den před sběrem a lisováním do balíků.

Při sklizni byla předvedena i sklizňová linka pro systém dělené sklizně semene a stonku. Proběhlo sečení a výmlat vrchní části rostlin běžnou sklízecí mlátičkou, dosečení zbytku protiběžnou kosou, otáčení roseného konopí a lisování. Byly zkoušeny následující typy mlátiček Claas 208 a 218 bez speciálních úprav, část pozemku (cca 3 ha) se podařilo vymlátit, poté však došlo k opakovanému namotání rostlin na všechny rotující části, které byly v kontaktu se stonkem a k ukončení pokusu. Dále byl zkoušen kombajn New Holland TX 69 bez speciálních úprav. Sklizeň probíhala lépe, oproti strojům Claas. Po menších úpravách, například zakrytování, lze tímto strojem konopné semeno sklidit.

HILL MASTER je bez úprav použitelný jen s obtížemi, po úpravách se dá předpokládat, že by byl schopen konopné semínko vymlátit. Posledním kombajnem, který se zde zkoušel, byl John Deere 2264.

Poté následoval sběr a lisování konopného stonku, zde byly odzkoušeny následující lisy. Stroj Unibal se ukázal jako málo vhodný – lisoval, ale s obtížemi), Claas 1200 lis na hranolové balíky byl absolutně nevhodný, John Deere 578 kulaté balíky, variabilní komora, byl vhodný pouze na dokonale narosený a suchý stonek, při vlhčích podmínkách absolutně nevhodný, John Deere 500 kulaté balíky, absolutně nevhodný, Vicon RF 121 kulaté balíky, pevná válcová komora, lisoval bez problémů – ze zkoušených lisů jako jediný vhodný.

*(přílohy, obr.3: Vicon RF 121)*

*(Dostupné z <http://www.haydayinc.com>)*

Následný odvoz a stohování balíků byl proveden pomocí traktorů s vleky a návěsu s hydraulickou rukou.

Na dalších místech, kde se v ČR pěstovalo konopí, se používaly i další sklízeče, např. upravený kombajn zn. FORTSCHRITT E 516, FIAT E 5112, FIAT E 514 atd. Ve spolupráci VÚZT Praha a ZD Žichlínek byla odzkoušena upravená řezačka KEMPER CHAMPION 3000, která vtáhne rostlinu do řezacího ústrojí a zkrátí ji na 60 cm. Z lisů byl vyzkoušen další vhodný lis zn. VICON RF 119, osvědčily se i lisy na válcové balíky zn. Welger, DEUTZ-FAHR a CHAMPION.

Ve Francii se začíná sklízet až počátkem září, kdy jsou konopnému porostu uřezána zralá květenství asi v 1/3 výšky stonku obyčejnou sklízecí mlátičkou, seřízenou na výšku 1,5 m a následně vymláceny. Potom je porost posečen u země. Nejsou potřebné speciální jednoúčelové sklizňové stroje. Poté následuje krátkodobý rosící proces s následným nabalováním nebo lisování stonku do balíku.

V některých zemích, např. ve Švédsku, Francii a Německu, se sklízí i tak, že se porostu v době zralosti semene odřežou palice a stonek se nechá přes zimu nastojato na polích, kde ho zima a mráz vysušuje – narušuje stonek a ten se pak sklízí na jaře před dalším setím. Je to tzv. rosení stonku mrazem.

V Německu bylo vyvinuto velké množství jednoúčelových strojů, ale v praxi se prosazují především nástavby na traktory. Například Firma Kranemann z Blücherhofu (SRN) patentovala sklizňový postup pomocí konopářského sklizňového stroje „Blücher 02“ s kolmými bubny v provedení pro traktor s otočným řízením. Sklízňový postup zaručuje vysoký, načechraný řádek pro optimální podmínky rosení i zasychání s nahoře ležící semennou částí stonku. Nedochozí přitom k tvorbě námotků i při nejobtížnějších sklizňových podmínkách. Konopné stonky jsou speciálním bubnovým zařízením přidrženy ve vertikální poloze a v tomto stavu několikrát děleny a odkládány na řádek.

V současné době pocházejí konopná vlákna pro textilní výrobu většinou z východní Evropy, z Rumunska a Maďarska, ale také z Asie – z Číny. Tam všude se konopné vlákno získává tradičním způsobem: máčením (rosením) snopků, sušením, lámáním, vytíráním a vochlováním (vyčesáváním). Na konci této technologie, která je náročná na ruční práci a často

v rozporu s ekologií, se dostává vysoce kvalitní dlouhé vlákno, které se dobře spřádá ve speciálních přádelnách a ze kterého se dobře tkají látky. V Číně se ovšem zavádějí i nové technologie mechanicko-chemické, jejichž produktem je konopné vlákno podobné krátkému vláknu bavlněnému. Kvalitu příze z tohoto vlákna však bude nutno ještě zlepšovat, aby bylo docíleno vyšší pevnosti a trvanlivosti, i když sice zdánlivě byly nežádoucí látky jako jsou pektiny a ligniny z vláken odstraněny  
(Šíroká, 2008)

"Blücherho 02" s patentovaným principem vertikálních bubnů. Sbírá konopné stonky ve svislé poloze. Tento princip umožňuje průběžné sečení i v dešti a sečení dřevnatých porostů. Příznivé podmínky pro sklizeň osiva. Vyžaduje minimální údržbu.

(přílohy, obr.4: Konopářský sklizňový stroj „Blücher 02“)

(Dostupné z <http://www.kranemann.org/eng/hemp.html>)

### **1.2.13 SKLIZENÉ KONOPÍ SETÉ OBSAHUJE:**

Rostlinnou buničinu – dřevitou část – vhodnou pro výrobu biopaliv – peletek, briket, benzínu, dřevěného uhlí, methanolu i elektřiny.

Celulózu i hemicelulózu ve dřeni lze přeměnit na alkoholová paliva – dále pak na metanol, etanol a plynný metan.

Olej, získaný lisováním z konopných semen, lze využít též jako motorové palivo.

Ve světě se z něj vyrábí desítky tisíc rozličných ekologických materiálů a výrobků.

(Dostupné z <http://konopi.info/>)

### **1.3 LEN SETÝ (*LINUM USITATISSIMUM*)**

Středně vysoká jednoletá nebo ozimá bylina, pěstovaná v mnoha odrůdách. Ze stonků se vyrábějí textilní vlákna a ze semen se tlačí olej. Kvete: červen – srpen, patří do třídy dvouděložné, čeledi lnovitě.

(přílohy, obr.5: Len setý)

(Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Len\\_setý](http://cs.wikipedia.org/wiki/Len_setý))

Rod *Linum* -Len zahrnuje na 200 druhů rostlin, z nich praktický význam má druh *Linum usitatissimum* -Len setý, užitkový, označovaný také za souhrnný druh, protože má mnoho různých forem. Len je rozdělený podle délky vegetační doby na:

a) vytrvalý nebo dvouletý - *Linum angustifilium* (nemá praktický význam)

b) len trvale jednoletý - *Linum usitatissimum* (pěstuje se)

A) len s tobočkami pukavými -len prahlý *Linum crepitans*

B) len s tobočkami nepukavými -len mlatec *Linum vulgare*

Forma ozimá (biennis) a jarní (typicum) - je hospodářsky nejvýznamnější. Podle velikosti semen se dělí na len olejný (makrospermum) HTS 5,4 g a více a na len přadný (mikrospermum) HTS do 5,3 g. Kořenový systém je křovitý, má velké množství jemných postraních kořínků, při trhání lnu se má přetrhnout. Hypokotyl je u přadných lnů dlouhý asi 2,5 cm. U přadného lnu vyrůstá z kořene jeden stonek, štíhlý a dlouhý, pokrytý voskovou vrstvou. Jsou na něm umístěny spirálovitě kopinaté listy. V horní asi 1/5 se rozvětňuje ve

vrcholíkové květenství. Ideotyp stonku přadného lnu má mít tyto parametry: celková délka - 80 a více cm, technická délka - (od děložních lístků k nejnížší větvi) 70 a více cm, tloušťka stonku - (v polovině technické délky)-0,8-1,5 mm, štíhlost stonku - (poměr technické délky k tloušťce stonku) 600 a více, délka větvení- 5 - 8 cm, počet tobolek – 3 - 5 ks. Stonek tvoří kutikula (vosková vrstva), která kryje pokožku. Pod pokožkou (epidermis) je lýková část stonku složená: z primární kůry, korového parenchymu, škrobové vrstvy, svazků vláken, sekundární lýkové kůry, sítkovic. Lýková část stonku tvoří 40 -50 % jeho hmotnosti. Dřevní část stonku-tvoří 50 - 60 % celkové hmotnosti stonku, tvoří podstatnou část pazdeří. Obsah vlákna ve stonku kolísá kolem 25-30 % hmotnosti stonku. Jakost vlákna se vyjadřuje v TEX ech . Jeden TEX je hmotnost 1 km vlákna v gramech. TEX 100 znamená, že 1 km vlákna váží 100 g. Čím je hodnota TEX nižší, tím je kvalita lepší a naopak. Květ lnu je obojaký, pětičetný,složený z květních obalů tvořených pěti lístky kališními a pěti lístky korunními. Len se opyluje převážně vlastním pylem. Plod lnu je pětipouzdrá tobolka různé velikosti a tvaru. Celkem může být v tobolce 10 semen. Semena jsou hnědé barvy, na povrchu porcelánově lesklá.

### ***1.3.1 NÁROKY NA STANOVIŠTĚ***

Len je citlivý především na zásobování vodou a proto by měl být pěstován v oblastech, kde je úhrn srážek větší jak 600 mm ročně, ve vegetaci potřebuje asi 250 mm srážkové vody. Menší nároky má již na půdu, kterou vyžaduje odplevelenou a tzv. ve staré půdní síle. Z půdních druhů nejlépe vyhovují půdy hlinité a hlinitopísčité, s dobrou zásobou humusu. Půdní reakce neutrální až mírně kyselá( pH 5,5 do pH 7,0). Podle délky vegetační doby (85-110 dní) rozdělujeme odrůdy na rané, středně rané a pozdní. Optimalizace výběru odrůdy předpokládá vždy setí alespoň dvou odrůd a testování odrůdy třetí (mikrorajonizace). Len se pěstuje asi ze 70 % ve výrobní oblasti bramborářské a 30 % ve výrobní oblasti horské. Rozsah pěstování a počet pěstitelů se značně mění. Jestliže bylo v 70 . a 80 letech v ČR oseto lnem mezi 20-25 tisíci hektarů, tak v roce 1998 to bylo jen 2 tisíce ha. Cílem je dosáhnout rozlohy pěstování asi o 10 tisích ha. Rovněž počet pěstitelů kolísá.V roce 1960 pěstovalo len 10 213 pěstitelů v rozloze 3,9 ha. V roce 1983 bylo 220 pěstitelů s průměrnou výměrou lnu 104 ha. V roce 1998 bylo 162 pěstitelů s výměrou 26 ha.

### ***1.3.2 OSEVNÍ POSTUP***

Do osevního postupu se nemá sám po sobě zařazovat dříve jak za 6 let. Předplodina lnu velmi ovlivňuje jak výnos tak i jakost stonku. Na chudých půdách v horské výrobní oblasti je dobrou předplodinou pro len jetel nebo brambory, v bramborářském výrobním typu je nejvhodnější předplodinou ozimé žito nebo ozimá pšenice. Nevhodnými předplodinami pro len jsou: kukuřice ošetřené triazinovými herbicidy, jarní obiloviny, ozimé směsky, vyzimovaná řepka. Sám len je předplodinou dobrou, je dobrým přerušovačem mezi dvěma obilovinami.

### **1.3.3 AGROTECHNIKA**

Provádí se podmítka do hloubky 10 cm, která umožní vzházení plevelů, jejich ničení a také šetření vodou. Hloubku podzimní orby určuje hloubka ornice. Len je citlivý na podorniční "mrtvinu", která nesmí být vyorávána. Na hrubou brázdou je možná aplikace herbicidů proti pýru. Povrch urovnat a přiměřeně nakypřit (smykování, vláčení).

### **1.3.4 SETÍ LNU**

Doba setí má být volena tak, aby nejdůležitější růstové a vývojové fáze (tvorba vlákna a kvetení) se odehrávaly v podmínkách dlouhého dne. Pozdní setí, kdy je dlouhý den již ve fázi stromečku, prudce klesá výnos semene i vlákna, rosení se posunuje do méně příznivého období a len má sklon k poléhání. Včasné setí pro len znamená v příznivých oblastech asi první dekádu dubna, v horských oblastech to může být později. Optimální hloubka setí je 2 cm, při používání preemergentních herbicidů 3 cm. Hloubka setí výrazně ovlivňuje počet vzešlých rostlin. Při hloubce 2 cm je počet vzešlých rostlin snížen asi o 10 % stoupne-li hloubka setí na 4 cm, sníží se počet vzešlých rostlin až o 60-65 %. Rané setí nemá jít na úkor kvality předsebnové přípravy. Šířka řádků má být co nejmenší, jak to konstrukce secího stroje dovolí (7,5-10,5 cm). Při šířce řádků 12,5 cm již klesá výnos stonků. V těchto řádcích se pěstuje len pro osivo. Kromě setí do řádků, je možné u lnu použít i pásové setí, kdy se osivo rozstříkuje do širších pásů a rostliny jsou na ploše lépe rozmístěny. Žádoucí počet jedinců na ploše je u stonkového lnu mezi 25-30 miliony klíčivých semen na 1 ha a u mžitelských ploch 14-16 milionů. V praxi se vysévá na stonky asi 25 milionů a na množení kolem 20 milionů. Protože zejména u větších honů nelze zasít len v jednom dni, doporučuje se rozdělit pozemek na záhony odpovídající kapacitě sklizňové mechanizace tak, aby jednotlivé záhony mohly být sklizeny v optimální zralosti. Pásky oddělující záhony se osejí směskou. Záhonové setí přichází v úvahu na honech větších jak 10 ha. Při rosení na lništi jsou nutné do lnu podsevy trav. Nejvhodnější jsou trávy ozimého charakteru, které v době výsevu tvoří pouze vegetativní orgány (bohatě olistěné druhy) a tak nahrazují louku. Tráva nesmí v žádném případě vytvořit generativní orgány, protože by stonky lnu zaplevelila a znehodnotila. Po zasetí je vhodné za sucha pozemek válet (zakořenění) za mokra vláčet napříč směru řádků (odstranit škrálop).

### **1.3.5 HNOJENÍ**

Před nakypřením je vhodná aplikace hnojiv. Optimální výživa lnu je ze "staré síly", tedy volíme dosycování půdy živinami v celém OP. To platí především pro fosfor, draslík, ale i pro úpravu pH, (přímé vápnění ke lnu se doporučuje jen na půdách velmi kyselých). Orientačně se dávky živin stanoví podle výnosu předplodiny, výrobní oblasti a agrochemického rozboru půdy. Fosfor si len osvojuje obtížně jak ze zásoby, tak z hnojiva. Využitelnost P je solně ovlivněna vlhkostí půdy. Při nízké vlhkosti je pouze 9-16 %, při vyšší vlhkosti 15-25 %. Při nedostatku vody v půdě je P blokován, rozšiřuje se poměr mezi P : N, poruší se metabolismus lnu a výsledkem je nízký výnos. Len přijímá fosfor do fáze stromečku z fosforečných hnojiv, později z půdní zásoby. Nedostatek P působí zakrnělý růst, slabé a opožděné kvetení. Přes dobré zásoby draslíku v našich půdách je hnojení ke lnu nutné, protože má vliv jak na výnos tak i na jakost vlákna. Draslík ovlivňuje napětí v obvodových vrstvách buněčných stěn a tím

ovlivňuje tloušťku pravláken. Při dostatku K je vlákno hladké a jemné. Dávka dusíku nesmí být příliš velká, protože blokuje příjem dusíku z půdy a zeslabuje kořenový systém. Nejlepší jsou malé dávky dusíku a příjem ze "staré síly". Využití dusíku lnem kolísá kolem 15,70 % podle dávky formy hnojiva a půdní vlhkosti. Běžné dávky jsou v horské oblasti kolem 30-40 Kg N /ha, v horší bramborářské oblasti kolem 20 kg N /ha. Dávky P a K se pohybují kolem 100 kg ha (úhrnem), při předzásobním hnojení k předplodině se snižují asi o 20 %. Dobrou účinnost mají pro len granulovaná kombinovaná hnojiva NPK. Kapalná hnojiva (DAM-390, polyfosforečnan amonný, polyfosforečnan draselný) je možno použít společně s preemergentními herbicidy. Organickými hnojivy se ke lnu nehnojí.

### **1.3.6 SKLIZEŇ LNU**

Pro sklizeň stonkového lnu je důležité správné stanovení doby sklizně. Doba se stanovuje fenologicky, kdy je vlákna nejvíce a je nejkvalitnější, tedy v raně žluté zralosti. U nevyrovnaných porostů je vhodné porosty před sklizní defoliovat (Purivel Harvade) a tak zralost stonků částečně sjednotit. Při defolializaci je vhodné volit takové defolizační prostředky, které nejsou selektivní k mikroorganismům zajišťujícím rosení lnu. Stonkový len se zásadně vytrhává i s kořenem, aby bylo zabráněno předčasnému rosení a aby sklizeň dlouhého vlákna byla co největší. Vlastní sklizeň má několik fází: vytrhání lnu, odsemenění a usušení (obracení). Trhání a odsemenění může být v jedné operaci nebo trhání a odsemenování může být odděleno. K této fázi sklizně ještě patří odvoz a sušení výčesků (tobolek se semeny). Vysušené výčesky se mlátí na stacionární mlátiče a získaná semena se ošetří podle zásad platných pro olejnatá semena.

Vysušený a odsemeněný stonk je připraven k další operaci kterou je rosení lnu. To je jedním ze způsobů jak oddělit lněné vlákno od dřevoviny (pazdeří). Kromě biologického způsobu je možno oddělovat vlákno mechanicky, chemicky nebo enzymaticky.

(Dostupné z [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len\\_sety.htm](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len_sety.htm))

### **1.4 RÁKOS OBECNÝ (*PHRAGMITES AUSTRALIS*)**

Patří do říše rostliny (Plantae), podříše cévnaté rostliny (Tracheobionta), oddělení krytosemenné (Magnoliophyta), třídy jednoděložné - (Liliopsida), řádu lipnicotvaré (Poales), čeledi lipnicovité (Poaceae), rodu Rákos (Phragmites).

(přílohy, obr.6: Rákos obecný)

(Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Rákos\\_obecný](http://cs.wikipedia.org/wiki/Rákos_obecný))

Rákos obecný je velmi statná vytrvalá tráva dorůstající 1 - 4 m, někdy až 6 m. Rákos má podzemní, větvené, až 4 m dlouhé oddenky, které v bahnitě půdě vyhánějí až 10 m dlouhé kořenující výhonky. Z nich v uzlinách vyrůstají silná vzpřímená stébla s široce čárkovitými až 0,5 m dlouhými listy. Na vrcholu stonku vyrůstá velká mnohokvětá lata dlouhá až 50 cm. Větve latic jsou chlupaté, klásky kopinaté, tmavohnědé, 3 - 7květé. Dolní květy jsou prašníkové, ostatní oboupohlavné. Květy mají na bázi s dlouhými chloupky, s nimiž jsou spojeny malé ochmýřené obilky, které se mohou dále šířit větrem či vodou. Kvete od června do září. Po dozrání mají poměrně dobrou klíčivost, kterou rychle ztrácejí. Na sušších půdách

převládá vegetativní způsob rozmnožování. Svými rychle rostoucími bohatě větvenými oddenky vytváří husté souvislé porosty. Rákosiny (lat. Phragmitetum) jsou porosty tvořené buď jen rákosem obecným, nebo spolu s ostřicemi, například s ostřicí štíhlou (*Carex gracilis*), ostřicí zobánkovou (*Carex rostrata*) a bezkolencem modrým (*Molinia coerulea*). Rákos se vyskytuje na všech kontinentech kromě Antarktidy a je proto těžké říci, kde je původní a kam byl zavlečen. Rákos je extrémně invazivní rostlina v mokřadech a podél vodních těles, kde díky podzemním oddenkům (rhizoidům) vytváří husté porosty. Rákos také dokáže vypařit více vody než je schopno se nahromadit během dešťů. Tato vysoká spotřeba vody a hustý listový odpad společně znesnadňují klíčení původních druhů pod podrostem rákosu. Husté stonky také brání ptákům v pohybu mezi hnízdy a vodou. Jako příměs v pícninách zhoršuje jejich kvalitu pro tvrdost listů a stébel, která obsahují mnoho kysličníku křemičitého a brzo dřevnatí. Na drenážových pozemcích ucpávají trubky, což vede k lokálnímu zamokření. Rákosiny jsou významnou složkou zazemňovacích pásem stojatých vod, kde se mezi hustou spleť oddenků v mělkých pobřežních vodách ukládá bahnitá půda zaplňující vodní nádrže. Rákos se po svou čistící schopnost často využívá v rybnících a zahradních jezírkách.

#### **1.4.1 STANOVIŠTĚ**

Rákos je rozšířen po celém světě na březích tekoucích i stojatých vod, v bažinách, vodních příkopech, ale též jako velmi úporný plevel na vlhkých polích od nížin do teplejších podhorských oblastí zapleveluje všechny plodiny. Nebezpečné nejsou na polích obilky, jelikož se na obdělávaných plochách většinou rozšiřuje vegetativně.

*(přílohy, obr.7: Stanoviště rákosu)*

#### **1.4.2 AGROTECHNIKA**

Rákos obecný vytváří velké množství zelené hmoty. Kosí na podzim v říjnu a listopadu. Místy například v severním Německu se vysazuje uměle, a to odřezky kořenů, nebo se vysévají obilky, zralé teprve v zimě. Mísí se s jílem a v podobě malých koulí se sází do měkké bahnité půdy. Klíčí během jednoho měsíce.

*(Naučný slovník zemědělský . Praha : SZN, 1977. 626 s. ISBN 07001770411.*

*Rostliny. Praha : Knižní klub, 2006. 512 s. 8024215799. )*

### **1.5 RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY**

#### **1.5.1 ZPŮSOBY ZÁMĚRNÉHO PĚSTOVÁNÍ DŘEVINNÉ BIOMASY**

- dřevinné plantáže s krátkým obmýtím – energetická dřevitá štěpka
- dřevinné plantáže se střednědobým obmýtím – papírenská štěpka, energetická
- biomasa (polínkaření)
- dřevinné plantáže s dlouhým obmýtím – výroba dendromasy pro pilařský průmysl

### ***1.5.2 PODMÍNKY NA STANOVIŠTĚ***

Pro průmyslové pěstování biomasy pro vlastní nebo cizí zdroj (elektrárnu, teplárnu, briketárnu), musíme pěstovat na rozsáhlejších plochách plantáží (desítky až stovky hektarů). Nepravidelná dodávka malých množství suroviny je pro provozovatele zdroje nezajímavá a to má nepříjemný odraz do výkupní ceny. Zakládání a obhospodařování rozlehlých plantáží rychle rostoucích dřevin vyžaduje vysoký podíl mechanizovaných prací (95%) a mechanizace vyžaduje pro svůj provoz určité podmínky. Mechanizace se využívá při výsadbách, pro obhospodařování plantáží i při sklizni. Všem potřebným strojům vyhovují velké ucelené a pravidelné pozemky více než rozdrobené menší plochy s delšími přejezdy. Svažitost pozemků má jisté limity, dané především typem mechanizace použité pro sklizeň. Přístupnost ploch i v zimních podmínkách, kdy obvykle probíhá sklizeň pro velkou mechanizaci. Dalším nezanedbatelným parametrem je vzdálenost plantáží od místa spotřeby biomasy, která by neměla být větší než 100km. Při delší odvozní vzdálenosti prudce klesá rentabilita a také dotace, dnes cílené do výkupní ceny vyrobené energie jsou v případě větších vzdáleností znatelně nižší. Dopravní optimum je do 60 km. Při masivní produkci je důležitá také možnost dlouhodobého skladování.

### ***1.5.3 SKLIZEŇ***

Sklizeň plantáží se provádí v době, kdy nejsilnější kmínky rostlin v plantáži nepřesahují tloušťku 15 cm. Se sklizní není v ČR dosud dostatek zkušeností. Celkově nevýznamné rozlohy produkčních plantáží neumožňují z ekonomického hlediska nákup drahé a jednoúčelové mechanizace, proto se u nás sklízí obvykle křovinořezy nebo motorovými pilami. Pořezané kmínky se nechávají zaschnout na místě (2-3 měsíce), následně se hmota vyvozí a seštěpkuje na centrálním místě. V Evropě se velké plochy plantáží sklízí mechanizovaně. Specializovaná mechanizace se vyskytuje v několika typech a je poměrně drahá, proto se vyplatí pouze velkým pěstitelům, pěstitelům sdruženým do odbytových družstev nebo spolků nebo specializovaným firmám, které sklizně nabízejí jako službu. Sklízecí mechanizace se dělí na upravené zemědělské stroje, sklízecí kukuřice se zesíleným žacím a sekacím ústrojím, např. Claas a specializované stroje vyrobené jako kombinace odřezávacího ústrojí se štěpkovačem nesené na univerzálním traktoru vpředu nebo vzadu, například Bodini nebo Sapperi. Ve většině případů jsou stroje vybaveny fukarem, kterým se štěpka nasypá na souběžně pojíždějící vlek za traktorem. Čerstvá štěpka se poté vyváží na překladiště, kde se skladuje v co nejvyšších, často i uježděných hromadách, často také překrytých speciálním nepromokavým papírem. Zde se prosušuje do obchodovatelné vlhkosti, tedy 3-6 měsíců, během kterých bez převrstvování štěpka ztratí vlhkost z původních 55% na zhruba 30%. Skládka musí být přístupná pro běžná těžká silniční vozidla, musí mít prostor pro nakládku a musí být rozměrově odpovídající předpokládané sklizni.

### ***1.5.4 DŘEVINNÉ PLANTÁŽE SE STŘEDNĚDOBÝM OBMÝTÍM***

Princip spočívá v pěstování řídkých porostů topolů s obmýtím mezi pěti až deseti roky. Zhruba 20m vysoký porost se sklízí harvestorem se speciální hlavicí, která dokáže uchopit několik kmenů po sobě. Takto odřezané stromky harvestor vyveze přímo k pojízdě obří štěpkovače,

kteřá dokáže svazek kmenů najednou seštěpkovat. Vzhledem k vyššímu obsahu dřeva ve štěpce („bílá“ štěpka) ji lze využít v papírenství. Velké plantáže jsou například v Oregonu, USA. v Evropě nejsou obvyklé.

### ***1.5.5 PĚSTOVÁNÍ DŘEVINNÉ PLANTÁŽE S DLOUHÝM OBMÝTÍM***

Pěstování zrychleně rostoucího lesa. Porosty se zakládají výsadbou jednoletých sazenic šlechtěných topolů, které takto mají výšku od jednoho do dvou metrů. Hustota výsadby se volí od 4 x 4 m do 6 x 6 m v různých kombinacích (5 x 4 apod.). Cílem je vypěstovat zdravý, rovný vzrostlý strom s co nejdelším „cenným“ výřezem. Proto se topoly pravidelně vyvětvují a třeba i hnojí. V optimálních českých podmínkách lze les topolů dopěstovat do mýtní velikosti za 25 let, na horších stanovištích se délka pěstování prodlužuje, nicméně i tak je nepoměrně kratší než při klasickém lesnickém cyklu. Kromě závlivky po výsadbě, ochrany před zvěří (nebezpečné je především vytloukání srnců) a vyvětvování není potřeba žádné speciální péče, těžba a odvoz hmoty se provádí specializovanou firmou. Tyto typy plantáží jsou četné v Itálii nebo ve Francii. V Maďarsku se například pěstují plantáže akátů (rychle roste a má velmi odolné dřevo na výrobu lodí), ve Španělsku eukalypty, na Novém Zélandu borovice montereyská.

*(přílohy, obr.8: Sklizeň výmladkové plantáže)*

*(Rychle rostoucí dřeviny. Dostupné z <http://www.less.cz/r139-cz-rychle-rostouci-dreviny>)*

### ***1.5.6 SCHVÁLENÉ A DOPORUČENÉ KLONY VRB A TOPOLŮ***

Jedná se o klony vybrané z domácích sbírek, testované Výzkumným ústavem Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v.v.i. – VÚKOZ od roku 1994. Nejsou chráněné šlechtitelskými právy a je s nimi založeno 98 % českých plantáží. Seznam obsahuje 25 klonů vrb a 19 klonů topolů. Přehled klonů rychle rostoucích dřevin schválených Ministerstvem životního prostředí ČR (MŽP) pro zakládání výmladkových plantáží pro energetické využití byl poprvé vytvořen v roce 1999. Důvodem byla nutnost posouzení druhů a klonů RRD potenciálně vhodných pro výmladkové plantáže dle podmínek zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb, § 5 - zejména z hledisek jejich původnosti a rizik invazního šíření v krajině. Seznam klonů byl naposledy aktualizován na základě zadání MŽP v roce 2008 a jeho aktuální verze - Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny - je umístěn na stránkách oddělení fytoenergetiky VÚKOZ, v.v.i.

**Švédské vrby** registrované odrůdy ‘Tora’, ‘Inger’, ‘Tordis’ a další vyšlechtěné záměrným křížením převážně z druhu *S. viminalis*, ale i jiných druhů keřovitých vrb. Odrůdy jsou chráněné šlechtitelskými právy. V ČR jsou vysazeny asi na třech hektarech.

**Italské topoly** registrované odrůdy ‘AF2’, ‘AF1’, ‘Sirio’, ‘Monviso’ aj. převážně ze skupiny tzv. kanadských topolů (*P. × canadensis*), získané záměrným křížením v italských firmách a ústavech zaměřených na problematiku pěstování topolů. Odrůdy jsou chráněné šlechtitelskými právy a v ČR se pěstují v jen pokusných a poloprovozních porostech.

*(Weger, 2009)*

### **1.5.7 PRODUKCE BIOMASY Z ENERGETICKÝCH PLODIN**

Potenciálním a přímo klíčovým, ale zatím nevyužívaným zdrojem biomasy pro energetické využití jsou plantáže tzv. pěstovaných energetických plodin, které mohou být pěstovány na zemědělské půdě, uvolněné z využití pro pěstování potravinářských plodin, nebo na tzv. antropogenních půdách jako jsou rekultivované plochy v průmyslových oblastech, rekultivované skládky odpadů, haldy atd. V České republice doposud takové komerčně používané plantáže nejsou a rekultivované plochy antropogenních půd se zatravnějí nebo zalesňují bez energetického využití. Biomasa z plantáží energetických plodin je určena zejména pro přípravu tuhých biopaliv. Aby energetické využití biomasy z plantáží bylo ekonomicky efektivní, musí se pěstovat takové rostliny, které produkují velké množství biomasy. Jsou to tzv. rychle rostoucí rostliny, a to buď jednoleté, nebo vytrvalé, tj. energetické dřeviny. Zákon č. 252/1997 Sb. o zemědělství stanovuje dvě základní funkce zemědělství, a to:

A - funkce produkční

výživa obyvatel (zajištění potravinové bezpečnosti),  
výroba potřebných nepotravinářských surovin,

B - funkce mimoprodukční

činnosti za účelem podpory ekologických kvalit krajiny,  
ekologické efekty z produkční činnosti (údržba půdního fondu,...).

Produkce biomasy pro energetické využití je činnost, která patří jak do produkční funkce zemědělství (výroba nepotravinářských surovin), tak i do funkce mimoprodukční (podpora ekologické kvality krajiny a udržování půdního fondu v kulturním stavu). Materiály Komise EU ukazují, že v budoucí společné zemědělské politice EU bude alternativnímu (tj. nepotravinářskému) využití zemědělské produkce poskytována velmi významná podpora. Od roku 1990 dochází každoročně k úbytku zemědělské půdy a k přírůstku půdy nezemědělské. Skladba zemědělské půdy se neustále mění - plochy orné půdy se značně zmenšují, plochy luk a pastvin se rozšiřují. Dosavadní plochy pěstování energetických plodin jsou zanedbatelné. Současné ekonomické, fiskální a legislativní podmínky neumožňují cílevědomé pěstování energetických plodin. Do roku 2010, za předpokladu překonání uvedených dosavadních překážek a zachování současných trendů růstu objemu pěstování technických plodin a trendů změn struktury zemědělské i nezemědělské půdy, nelze očekávat založení plantáží energetických plodin na větší rozloze než 200 000 ha. Předpokládaný průměrný výnos biomasy z této plochy nepřesáhne 8 tun z hektaru. Na základě odhadů bylo provedeno ocenění dostupného potenciálu biomasy z plantáží energetických plodin: předpokládaný objem 1 600 000 tun ročně s energetickým obsahem cca 22,5 PJ.

### **1.5.8 PŘÍKLAD RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY JAPONSKÝ TOPOL**

Japonský topol je za tři roky schopen vytvořit výmladky o tloušťce 5-7 cm, což je výborné z hlediska výnosu, ale žádá si to inovaci ve sklizení. Má i řadu dalších předností. Dovede obrážet mnohokrát za sebou. Mnohé jiné klony topolů již po dvou až tří sklizních ztrácejí na síle, japonský topol nikoli. Je velmi odolný, nesnese jen trvalé zamokření nebo naopak sucho. Jedná se o křížence topolu maximovičova a topolu černého. Nevýhodou je nesouměrný a nepohledný vzrůst, to ale u výmladkových plantáží nevádí.

### **Podmínky na stanoviště**

Orá se na podzim, neboť jarní naruší kapilaritu půdy. To při suchém jarním počasí může zapříčinit vyschnutí až 20cm silné povrchové vrstvy, pro kořenící řízky právě zásadní. Pokud je jarní orba nutná, měla by proběhnout co nejdříve. Způsob úpravy záleží i na pozemku a půdě. Výmladkové topoly a vrby lze pěstovat i ve velmi těžkých jílovitých půdách, tady se ale vyplatí rok předem hluboká orba, čímž se půda provzdušní na několik let. Pokud se plantáž zakládá na louce, je vhodné odstranit svrchní, tenkou drnovou vrstvu.

### **Agrotechnika**

Pro výsadbu stačí řízky větví, ujímají se výborně. Odebírají se z každoročně seřezávaných porostů – matečnic, nejlépe v únoru či březnu. Pruty je nutné skladovat v chladu a při vysoké vzdušné vlhkosti, zrovna tak řízky (vydrží i půl roku, ovšem při teplotě 0 až -4°). Řízky se poté řezou 18-22 cm dlouhé, ideální průměr je 0,5-2,5 cm. Delší, avšak dražší řízky se vyplatí do sušších oblastí či zaplevelených ploch. Řízky řezeme nejlépe pásovou pilou, cirkulárka je nežádoucím způsobem třepí, zahradnické nůžky pletiva poškodí méně, ale je to postup velmi namáhavý.

(přílohy, obr.9: Sklizeň Japonského topolu, obr.10: Plantáž prvním rokem, obr.11: : Japonský topol , obr.12: : Plantáž japonského topolu )

## **1.6 KORKOVÝ DUB (*QUERCUS SUBER*)**

(přílohy, obr.13: Korkový dub)

Dub korkový dosahuje výšky až kolem 20m, kmen a větve jsou různě pokřivené. Listy jsou střídavé, oválné a nepravidelně vykousané, veliké až 10 cm. Borka je tlustá až 10 cm a odlupuje se ve velkých plátech ze kterých se získává přírodní korek. Květenství jsou jehnědy. Plodem jsou žaludy velké až 3 cm. Domovina dubu korkového je v oblasti Středomoří, na Pyrenejském poloostrově a v severní Africe. Dub korkový se pěstuje na plantážích na otevřených světlých plochách. Využívá se pro získávání přírodního korku olupováním borky v intervalech 6 až 12 let. První sklizeň se může provést po cca 25 letech od výsadby poté, co dosáhne kmen minimálně 70 cm v obvodu, ale kvalitní korek pro výrobu zátek se získá až po třetí sklizni tedy až po 75 letech. Korek z prvních sklizní se zpracuje převážně na dekorativní účely. Nejvhodnější doba pro loupání je červenec. Korková sklizeň ale začíná obvykle v červnu a trvá asi 3 měsíce. Strom umožní minimálně 17 sklizní korku. Pěstují se na korkovníkových plantážích, které jsou podobné alejím ovocných stromů. Plantáže těchto stromů jsou přísně střeženy a jsou chráněny a kontrolovány ministerstvy jednotlivých států. Největším pěstitelem korkového dubu je Portugalsko, které se považuje za zemi dodávající na trh korek nejvyšší kvality. Mezi další pěstitele a zpracovatele korku patří Španělsko, Itálie, v menší míře potom Francie, Sardinie, Itálie, Jugoslávie. Světová produkce kůry se pohybuje kolem 320.000tun ročně, z toho více než 50 procent se sklídí v Portugalsku. Několik korkových dubů je možné najít i v České republice. Ty ovšem neslouží k získávání korku.

(Dostupné z <http://drevo.celyden.cz/charakteristiky-drevin/dub-korkovy/>,

Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Dub\\_korkový](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dub_korkový))

## **2 ZPRACOVÁNÍ ROSTLINNÝCH MATERIÁLŮ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ.**

### **2.1 ZPRACOVÁNÍ KONOPÍ**

*(přílohy, obr.14: Tírna vyroseného konopí)*

#### **2.1.1 ZPRACOVÁNÍ KONOPNÉHO STONKU, NEBOLI KONOPNÉ SLISOVANÉ SLÁMY**

Vyrosené, slisované balíky konopné slámy jsou ze skladového prostoru dopraveny k tírenské lince. Zde se vkládají na posuvný příjmový dopravník, následně se na rozvolňovači balíků odstraní provazy a uvolněné, rozbalené balíky postupují k zařízení, které se nazývá kalandr, kde dochází k rozvolňování stonku, dále pak následuje zařízení, zvané „vytřáska“, která odstraňuje dřevitý odpad stonku, tzv. pazdeří, dále pak následuje „lamačka“, kde probíhá tzv. lámání stonku a opět následuje „vytřáska“. Na konci této tírenské linky je zařízení, tzv. Charlie buben, kde dochází k rozvolňování konopného vlákna a uvolnění zbytkového pazdeří. Tato tzv. tírenská linka se staví dle požadavku na čistotu vlákna pro další zpracování, zmíněných strojů může být za sebou více.

*(přílohy, obr.15: Postup zpracování konopí)*

Ve většině zemí EU se hledají nové způsoby využití a zpracování konopí. Kromě známých klasických technologií, využívaných především v oblastech Číny, Indie, jižní Ameriky a v Evropě na Ukrajině a Rumunsku se nové technologie rozvíjejí dvěma základními směry. Jednak mechanickým způsobem dekortikace vlákna a jednak fyzikálně – chemickými způsoby. Systémy čistě mechanických zařízení na dekortikaci vlákna používají Temafa GmbH, Bergisch Gladbach, SRN

*(přílohy, obr.16: Čištění konopných vláken)*

*(překlad: [http://www.temafa.com/Hemp\\_Fibers.html#unten](http://www.temafa.com/Hemp_Fibers.html#unten))*

Pěstování konopí vyžaduje velmi dobře promyšlenou spolupráci jak pěstitelů v jednotlivých regionech, tak i prvotního a koncového zpracovatele. Celý hospodářský rozvoj konopí závisí na odbytu a s tím spojenou ekonomikou. V zahraničí bývá iniciátorem poslední uživatel, který si u svých dodavatelů objednává a často i finančně i mechanizací předem pro sebe zajišťuje potřebný rozsah pěstování. V České republice je situace jiná. V rámci projektu „Konopí jako alternativa pro zemědělství i průmysl České republiky“, kterým se od počátku roku 2005 snaží v jednotlivých krajích iniciovat zájem o budování malých průmyslových konopných zpracovatelských center, pro která by se v okruhu 70 až 100 km pěstovalo konopí seté a zde se pak následně zpracovávalo, se v České republice pomalu, ale jistě, díky vytrvalé činnosti zájmových organizací, několika desítek zemědělců a pár technicky zdatných nadšenců z oblasti strojírenství, kteří se někdy doslova na koleně pokoušeli vyrobit funkční technologie na pěstování, sklizeň a zpracování konopí, rozšiřuje zájem o pěstování a následné využití technického konopí. Konopný stonek pro další průmyslové využití se dnes tedy zpracovává v tzv. konopných zpracovatelských centrech na tírenských linkách, což je soustava za sebou řazených strojírenských zpracovatelských technologií, které se postupně budují v jednotlivých regionech ČR. Vůbec první zpracovatelské centrum vzniklo na Rakovnicku, přesněji v Chlumu u Rakovníka, kde se již několik let zpracovává technické

konopí na malé farmářské tírenské lince systém Benedikt – Hevr, která zpracuje cca 500 kg slisovaného konopného stonku za hodinu. Předpokládá se dvousměnný provoz, který zajistí několik pracovních míst a zpracování konopné suroviny ze zhruba 300 ha pěstebních ploch, tedy průměrné zpracování cca 2 000– 2 500 tun konopného slisovaného stonku za rok v daném regionu. V současné době zde běží už i přidružená výroba, lisují zde jako první v republice konopné ekobrikety, které mají výhřevnost jako bukové dřevo a dá se s nimi topit jak v krbech, tak v běžných kamnech. Jsou dnes již běžně na trhu a je o ně poměrně velký zájem. Další tírenská linka na konopí a len byla za podpory státu vybudována v roce 2003 v tehdejší státním podniku Lenka Kácov na Vysočině, ale vzhledem k nedostatku pěstebních ploch konopí setého vlastně konopí nezpracovávala, sloužila hlavně pro zpracování lnu. Objevily se nové české sklízecí technologie a za účasti státu se v rámci projektu „Konopí“ společnosti Canabia, a. s., vybuvovala další zpracovatelská linka v Hodoníně na Moravě. Předpokládá se, že bude zpracovávat surovinu z cca 5 000 ha pěstebních ploch. Právě zde se již uplatňuje model, který je běžný v zahraničí, provozovatel si pro své potřeby smluvně zajišťuje s pěstiteli potřebné množství pěstebních ploch a z druhé strany má již smluvně zajištěný odbyt. I zde již běží přidružená výroba ekopeletek z konopného pazdeří, vhodné hlavně pro automatické kotle. Stěžejní je ovšem pěstování konopí na výrobu vlákna. Dále se zde zaměřili na lisování konopného oleje, výrobu podestýlky pro hospodářská zvířata a domácí zvířata a na prodej sklízecích technologií pro konopí seté. Ve spolupráci OAK Most-Vtelno a Konopářského svazu České republiky v Ústeckém kraji, přesněji v Bukovicích na Teplicku, v rámci pilotního projektu s názvem „Konopí jako alternativa pro Ústecký kraj“ akreditována další, v pořadí už čtvrtá, tírenská linka na zpracování technického konopí. Zde se předpokládá zpracování cca 3 000 tun konopného stonku za rok. I zde už nastavili podobný model, jako provozovatel tírenské linky na Moravě, a zaměřili se i zde mimo jiné na lisování konopných ekobriket. Konopné vlákno ze všech současných provozuschopných konopných zpracovatelů odebírají ke zpracování papírny. Další pěstitelské a zpracovatelské centrum má vyrůst v Chrašticích na Příbramsku. Zde se investor zaměřil na vlastní produkci, poskytování služeb, zpracování a výrobu zaměřenou na využití konopí v potravinářství.

## **2.2 ZPRACOVÁNÍ LNU**

### **2.2.1 STONEK LNU**

Stonek lnu se skládá zhruba z 5 vrstev (viz. obrázek):

1. slabá vnější pokožka (kutikulum)
2. vrstva lýková
3. lýko prostoupené dřevinou
4. vrstva dřevitá
5. 5.dřeň(duše)

*(přílohy, obr.17: Stonek lnu)*

Zhruba 84% stonku tvoří póry a dutiny, takže v 1 metráku stonků lnu je cca 66,5 litrů vzduchu. Na pevné části připadá jen 16% objemu stonku. Z něj tvoří lýko 20-25%, z nich pouze 58% jsou upotřebitelná vlákna. Délka vláknitého lýka nebývá stejná, pohybuje se v rozmezí cca 65-125 cm. Rozhoduje o tom odrůda, klimatické a půdní podmínky, ale i způsob zpracování. Nejlepší vlákna jsou ze středu stonků (bráno výškově), u kořene jsou hrubší, podobná konopným, vrchní části stonků mívají vlákna jemnější, ale nevyzrálá. V moderní době byly zkoušeny různé fyzikální a chemické metody izolování vláken od zbytků stonků, ale neosvědčily se buď pro malou výtěžnost nebo pro potřebu drahého a složitého chemického zařízení. Proto se pro oddělení vláken stále používají osvědčené biologické metody rosení a máčení.

### 2.2.1 ROSENÍ LNU

Je nejdůležitější z přípravných prací, dá se provést všude, protože nevyžaduje žádné zařízení ani odborné znalosti. Nejlépe se pro něj hodí žitné strniště, protože je vysoké, takže chrání len od zahlinění a při delším vlhku i před zahníváním. Ovesné strniště je méně vhodné, protože je měkké a bývá v něm jetel, který děle ležící len podrůstá. Ze stejné příčiny se k rosení nehodí ani louky nebo pastviny, zde navíc vítr len příliš suchá a slimáci a hlemýždi překusují vlákna.

Len se na strniště rozprostře v tenké stejnoměrné vrstvě, ale tak, abychom ho mohli obracet, jakmile se na jedné straně temně zbarví. Někdy stačí obrátit jednou, jindy vícekrát, pokud rosení není na obou stranách stejně rychlé. Pro rosení se nejlépe hodí září a říjen, kdy je rosa dostatek a přitom je dosti teplo, aby bakterie ve stoncích mohly vykonat svou práci. V listopadu již bývá příliš chladno, naopak v létě len během dne vlivem vyšších teplot opět vysychá. Chceme-li rosit na jaře, nejvhodnější doba je od konce března po začátek května. Podle počasí trvá rosení v nejlepším případě 2 až 3 týdny, za nepříznivých podmínek 1 až 2 měsíce. Při rosení dochází k rozpouštění a rozkladu rostlinného pojiva (klí), které jednak slepuje vlákna mezi sebou, jednak je spojuje s dřevovinou. Podílí se na něm bakterie a plísně. Len se nesmí přerosit, protože jinak by se samotná vlákna rozpadla na malé kousky. Přerosený len je už na poli silně vlnovitý, měkký a tmavé barvy. Za příznivého počasí se rosením dostane vlákno velmi dobré jakosti, měkké a dobře přadné, barvy stříbrošedé s nádechem do hnědá nebo popelava, někdy červenavě skvrnitě. Lny nedorosené mají barvu rezovitou či liškovitou, u nich nelze dobře vlákno ze stonků izolovat, je hrubé a jeho výtěžek menší. Ze lnu přerosených má vlákno tmavou barvu, není lesklé, je nepevné a při předení se trhá; přetrhne-li se nezazvučí, dobré vlákno při přetržení vydává jasný zvuk.

*(Dostupné z <http://www.wold.ekovesnicky.cz/>)*

Biologický způsob je laciný a relativně kvalitní. Nejprve je třeba zbavit lněný stonk vegetační vody a vysušit jej na cca 25 % vlhkost. Při dalším vlhčení stonku (rosou, vodou) se s vodou přijatou dostávají do stonku příslušné mikroorganismy, které zahajují takzvaný rosicí proces. Lněný stonk obsahuje 10-15 % vody a 85-90 % sušiny. Sušina stonku je složena z 94-95 % organických látek a 5-6 % látek minerálních. Rosicí proces je třeba kontrolovat a včas jej zastavit, aby nedošlo k poškození pevnosti vlákna (přerosení lnu). Jak dlouho tento proces trvá je závislé na druhovém složení mikroorganismů proniklých do stonku a na podmínkách prostředí (teplota, voda) ve kterém rosení probíhá. Jakmile je lýko dostatečně odděleno od dřeva, musí být rozkladný proces zastaven vysušením stonků, jejich obracením

na rosišti. Když klesne obsah vody na 15-18 % stonky je možné svinout do balíků a odvézt přímo do tírny lnu a nebo je skladovat. Stanovení třídy jakosti, a tím ceny roseného lněného stonku se provádí na základě výsledků výrobní zkoušky. Při zpracování stoku se stanoví:

1) výdajnost třeného lnu a třené koudele v %

2) číslo jakosti třeného lnu a koudele v TEX.

(Dostupné z [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len\\_sety.htm](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len_sety.htm))

(přílohy, obr.18: Zpracování lnu)

---

## **2.3 ZPRACOVÁNÍ RÁKOSU**

Tradiční použití ve stavebnictví jako střešní krytina, nosiče omítky, izolační desky. Používá se pouze jednoleté rákosí, zpracovává se do desek, rolí nebo rohoží. Rákosové desky jsou strojově lisovaná rákosová stébla. Slouží jako stavební desky i jako nosič omítky pro vnitřní použití. Rákosové pletivo se používá pro omítku stěn i stropů.

## **2.4 ZPRACOVÁNÍ RYCHLEROSTOUCÍCH DŘEVIN**

(přílohy, obr.19: Adaptér New Holland pro slizeň rychle rostoucích dřevin)

Z výzkumy leibnitzkého institutu pro zemědělskou techniku Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB) vyplývá, že skladovací možnosti štěpky jsou často omezené. Jemná štěpka je za neodvětrávaného skladování silně napadána houbami a plísněmi a ztrácí až 30 % sušiny ročně. U kmenové či svazkové metody, stejně tak u hrubší štěpky, jsou tyto nežádoucí vlivy výrazně méně patrné.

### **2.4.1 METODA KMENOVÝCH VÝŘEZŮ**

Získání kmenových výřezů vyžaduje minimálně 10letou obmýtní dobu, neboli desetiletý těžební interval, a porosty nejčastěji topolů nazýváme lignikulturami. V tomto případě je nasazována klasická těžební lesnická technika. Jedná se o ruční motorové pily a harvestory. Těžební technika kácí, odvětvuje a připravuje kulatinové výřezy požadovaných délek. Koruny a větve se dle potřeby buď odvázejí, nebo jsou mobilním štěpkovačem zpracovány přímo na místě.

### **2.4.2 SVAZKOVÁ METODA**

Při svazkové neboli sběrací metodě jsou jednotlivé stromy nebo výhony dřevin jedním pracovním úkonem skáceny a sesbírány. Vznikají volně ložené nebo drátem či svazkovou přízí ovíjené svazky. U porostů s delším obmýtím je nasazován harvester s kácecí (stříhací) a svazkující hlavicí. U řadových porostů s kratším obmýtím se využívají tzv. sekací svazkovače. Ty v jednom plynulém pracovním úkonu stromy pokácí a na ložné ploše svazkují. Takto vznikající svazky jsou následně vyskladňovány většinou na okraji porostu. Tam mohou být uskladněny neomezeně dlouhou dobu a podle potřeby štěpkovány či odváženy.

(přílohy, obr.20: Plantáž rychle rostoucích dřevin)

### **2.4.3 METODA ŠTĚPKOVÁNÍ**

U metody štěpkování je třeba rozlišovat mezi jednofázovou a dvoufázovou těžbou. U dvoufázového způsobu těžby, který byl zatím zkoušen jen místně, navazuje na kácení a štěpkování proces nakládání. Prvním pracovním krokem jsou stromy pokáceny. Ve druhém pracovním kroku jsou v řadách ležící stromy pomocí sběracího bubnu sbírány a mobilním štěpkovačem s nebo bez mechanické ruky štěpkovány. Nevýhodou této dvoufázové těžby je, že při běžných rozestupech řad může být vždy kácena jen jedna řada a následně protisměrně štěpkována a až poté může být zpracována další řada. Při jednofázové těžbě sekacím štěpkovačem jsou používány samojízdné stroje s nastavnými agregáty, které stromy v jednom pracovním úkonu sekají i štěpkují. Tento velmi efektivní pracovní postup byl na celém světě použit ve více než dvaceti vývojových programech, ale jen zřídka je zaveden do praxe. Slibně vypadají upravené stroje na sklizeň zemědělských plodin od firmy Austoft/Case (Austrálie) a speciální sklízecí řezačky německých firem Claas, HTH a čelní sekací štěpkovač, který je společným vynálezem Franze Wienekera a Karla Döhrera. Jak sklízecí řezačky, tak štěpkovače dosahují vysokých plošných výkonů. Na základě horizontálně umístěných vtahovacích válců a systému úřezu kmenů jsou jasně určeny pro vrbové a pro velmi mladé topolové porosty, především do řezného průměru cca 70 mm.

*(Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>)*

## **2.5 ZPRACOVÁNÍ KORKU**

### **2.5.1 SKLIZEŇ KORKU**

*(přílohy, obr.21: Sklizeň korku)*

Korkový dub vyrostе do výšky 10 - 20 metrů, roste i v oblastech okolo 1600 metrů nad mořem. Největším vývozcem korku je Portugalsko, kde se za sezónu získá až 160 tisíc tun korku, což odpovídá polovině světové produkce. Korek se ale pěstuje také v několika dalších zemích. Korkový dub má schopnost regenerovat svoji kůru a tím umožňuje loupání kůry bez poškození stromu. Syrový korek se tedy získává loupáním kůry korkového dubu. Při loupání je používán speciální typ sekery, u které čepel nástroje slouží k vytvoření záseku a konec rukojeti je vytvarován pro odtržení kůry. Vlastní loupání kůry má pět částí – otevření, odchlípení, dělení, odtržení a odebrání.

*(přílohy, obr.22: Loupání kůry)*

Po sklizni je kůra nejdříve volně uložena ve velkých hromadách na 6 až 12 měsíců. Teprve potom se začínají provádět jednotlivé fáze výroby korkové zátky. Ze všeho nejdříve se kůra asi hodinu vaří ve velkých nádobách s vodou, čímž se vyloučí třísloviny a případné přítomné mikroorganismy. Přitom jsou jednotlivé kusy drženy pod hladinou a postupným utahováním se lisují. Kůra tak ztratí své přirozené zakřivení a dostane tvar desky, která je potřebná a vhodná pro další zpracování.

*(přílohy, obr.23: Uložení oloupané kůry)*

*(Dostupné z <http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://www.spunty.eu>)*

*(přílohy, obr.24: Korkové izolace)*

*(Dostupné z: <http://www.korek-jelinek.cz/cz/produkty/korek-ve-stavebnictvi>)*

## 2.6 ZPRACOVÁNÍ SLÁMY

Hlavní surovinou pro výrobu slaměných panelů je pšeničná sláma. Jádro desky tvoří slisovaná sláma. Povrch panelů je opatřen kartonem z recyklovaného papíru pojeným k slaměnému jádru přírodním lepidlem. Do lisované slámy se přidávají přísady proti hlodavcům a zlepšující další vlastnosti panelů. Lisování slámy do kompaktní podoby desky probíhá ve speciálním tvářecím lisu za vysokého tlaku a teploty. Všechny materiály používané k výrobě desek jsou 100% hygienicky nezávadné, ekologicky čisté a mají svůj původ v obnovitelných přírodních zdrojích.

(přílohy, obr.25: Slaměná deska, obr.26: Slaměný panel)

## 3 SPALOVÁNÍ, SPALNÉ TEPLA A VÝHŘEVNOST RŮZNÝCH ROSTLINNÝCH MATERIÁLŮ.

### 3.1 VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

#### 3.1.1 SPALNÉ TEPLA

Takové množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva. Předpokládá se, že voda, uvolněná spalováním, z kondenzuje a energii chemické reakce není třeba redukovat o její skupenské teplo. Tím se spalné teplo liší od výhřevnosti, kde se předpokládá na konci reakce voda v plynném skupenství. Proto je hodnota spalného tepla vždy větší nebo alespoň rovna hodnotě výhřevnosti. Spalné teplo se značí  $q$ . Jednotky závisí na volbě jednotkových množství látky a energie. Obvykle je to J/kg, ale používají se i J/mol nebo J/m<sup>3</sup>.

(Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Spalné\\_teplo](http://cs.wikipedia.org/wiki/Spalné_teplo))

Spalné teplo je celkové množství tepla ve vzorku paliva včetně energie ve vodní páře, která je vytvořena v průběhu spalovacího procesu.

#### 3.1.2 VÝHŘEVNOST

množství tepla ve vzorku paliva minus energie ve vodní páře. Výhřevnost je vždy menší než spalné teplo. V tradičních spalovacích zařízeních nebyvalo možné využít teplo vodní páry ve výfukových plynech. Proto se většinou používala výhřevnost. Většina současných spalovacích komor je schopna "kondenzovat" vodní páry ve výfukových plynech, získat energii z vodních par. Proto je vhodnější uvádět spalné teplo.

(přílohy, tab.2: Spalná tepla a výhřevnosti pro paliva)

Výrobci kotlů a kamen často upřednostňují použití výhřevnosti při výpočtu účinnosti jejich vybavení, protože účinnost bude vyšší, pokud použijete hodnotu výhřevnosti místo spalného tepla. Při výpočtu účinnosti tímto způsobem, je dokonce možné mít krbová kamna s

jmenovitou účinnost větší než 100%. Když porovnáváme spalovací zařízení, je důležité vědět, zda výrobcem udaná účinnost je založena na spalném teple nebo výhřevnosti. Jinak nejde systémy přesně porovnat.

*(Překlad z <http://www.extension.org/pages/30472/how-much-heat-does-biofuel-have>)*

### **3.1.3 BIOMASA VHODNÁ PRO SPALOVÁNÍ A ZPLYŇOVÁNÍ**

Například zemědělské odpady (sláma, odpadní zrno atd.), speciálně pěstované energetické dřeviny a rostliny. Biomasy této skupiny lze nejjednodušeji využít prostým spálením v kotlích vyrábějících teplou či horkou vodu, popřípadě páru. Termodynamicky dokonalejší způsob energetické transformace biomasy představují různé formy zplyňování, pomocí nichž se organické části biomasy přemění v kvalitnější plynné nebo kapalné palivo. Takovéto palivo lze použít v energetických zařízeních vyrábějících teplo nebo kogeneračně elektřinu a teplo.

*(Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-1-zdroje>)*

## **3.2 Podíl obnovitelných zdrojů energie**

*(přílohy, obr.27: Podíl obnovitelných zdrojů energie)*

## **3.3 ENERGIE Z BIOMASY**

Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Pro energetické účely se využívá odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní produkce nebo cíleně pěstovaných rostlin. Biomasa se rozlišuje podle obsahu vody na suchou (dřevo, dřevní odpady, sláma a další odpady), mokrou (hnůj, kejda atd.), speciální (olejiny, škrobové a cukernaté plodiny). Suchou biomasu lze spalovat přímo, případně po mírném vysušení. Působením vysokých teplot je možno ze suché biomasy uvolnit hořlavé plynné složky-dřevoplyn, který se spaluje obdobně jako ostatní plynná paliva. Mokrý biomasa se využívá zejména v bioplynových technologiích. Speciální biomasa se využívá k získávání energetických látek, zejména bionafty nebo lihu. Pro spalovací proces je důležitým vlivem vlhkost a výhřevnost biomasy, v tabulce 3 jsou uvedeny příklady. *(přílohy, tab.3: Obsah vody, výhřevnost a objemová měrná hmotnost biomasy)*

Výhřevnost dřeva je srovnatelná s hnědým uhlím. Objemová měrná hmotnost pevné biomasy je 3 až 10 krát vyšší než je tomu u fosilních pevných paliv, (vztaženo na výhřevnost). Velikost skladovacích kapacit může být limitujícím faktorem. V ČR se využívá biomasa také ke spalování v klasických elektrárnách spalující uhlí.

*(Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/zahrada/uzitkova-zahrada/rychle-rostouci-dreviny-na-topeni-ii/>)*

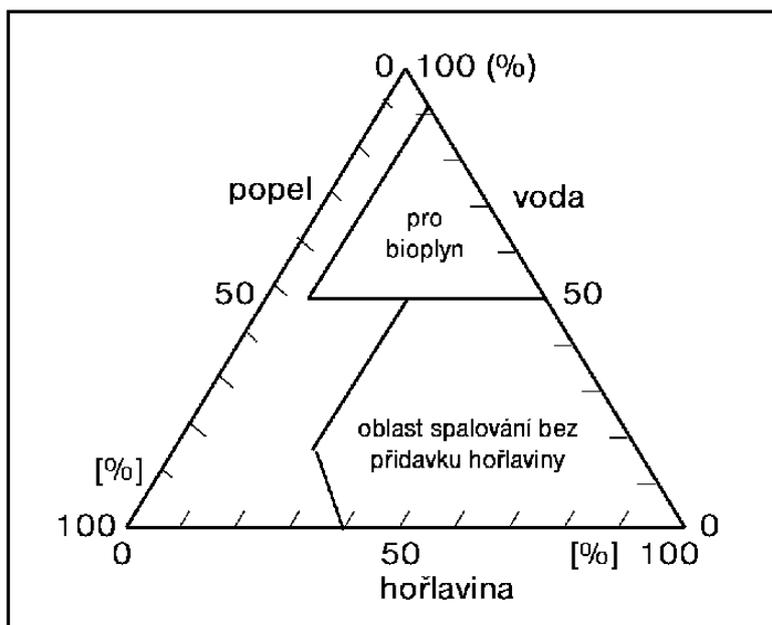
Biomasa - dřevo, traviny a zemědělský odpad jsou čtvrtým největším zdrojem energie na světě a pokrývají okolo 14 % celkové poptávky. Energetická hodnota jedné tuny v peci vysušeného dřeva je kolem 19 GJ. Pokud je dřevo mokré, hodnota klesá na asi 15 GJ/t. Energetická hodnota uhlí je 26 GJ/t, topný olej má 45 GJ/t. Spalováním dřeva a travin se vyprodukuje o jednu třetinu méně emisí oxidů síry a dusíku než spalováním fosilních paliv. Emise oxidu uhličitého ze spalování dřeva jsou považovány z hlediska životního prostředí za neutrální, protože se rovnají množství oxidu uhličitého, které je absorbováno rostlinami během fotosyntézy. Dřeviny vhodné pro pěstování jako pařeziny (topol, vrba) dosahují

výnosu v sušině kolem 15 t/ha za rok a nejkvalitnější odrůdy se blíží hranici 29 t/ha za rok. Pro všechny způsoby energetického využití je možné dodávat dřevo ve formě tzv. štěpek. Z rozdrčeného a vysušeného dřeva stromů, které poměrně rychle rostou, ale nehodí se příliš k průmyslovému zpracování (vrby, topoly, osiky, olše), je možné lisovat dřevěné brikety s výhřevností až 21 GJ na tunu. Sláma, stébelniny a dřevo se svou výhřevností podobají hnědému uhlí, v suchém stavu dosahují 12 až 15. Mají však více zplyňujících látek - až 80 % a podstatně méně popele - 1 až 6 %. Obsahují asi 100krát méně síry než hnědé uhlí, velmi málo těžkých kovů a chloridů. Biopaliva mají však značně rozmanité formy, tvary, objemové hmotnosti a netvoří jednotné druhy paliva jako paliva fosilní. Objemová hmotnost se pohybuje od cca 40 až 50 u řezané slámy, přes 150 u lisované slámy a pilin, 250 u dřevní štěrky, 450 až 700 u plenového dřeva až k hodnotám přes 1 000 u briketových paliv. Předpokladem tržního uplatnění biopaliv je jejich nezbytná standardizace. U dřeva od formy polínek a štěrky, u slámy do formy obřích balíků, briket a pelet. Každá úprava biopaliv značně zvyšuje jejich cenu a musí se proto omezit na nezbytnou míru a provádět na výkonných strojích s vysokým ročním využitím. U briketovacích lisů je např. limit kolem 2 000 tun paliva za rok.

*(přílohy, obr.28: Rozdělení energetického potenciálu biomasy)*

### 3.3.1 ZVLÁŠTNOSTI BIOPALIV

Všechna pevná paliva rostlinného původu mají podobné chemické složení se 44-46% obsahem uhlíku, 6 % vodíku a několika procenty dalších spalitelných látek. Kyslíku obsahují asi 36 až 44 %. U stébelnin je významnou vlastností z hlediska spalování rychlá a energeticky málo náročná zplynovatelnost. Už při teplotách kolem 200°C snadno dosažitelných v keramikou obložených spalovacích prostorách nastává zplyňování cca 80 až 85 % hmoty stébelnin, pokud jsou vkládány ve volném stavu. U briketované slámy je zplyňování mnohem pomalejší a trvá několik desítek minut. Na rozdíl od topenišť na koks, kde probíhá prakticky bezplynné spalování a postačuje jeden přívod spalného vzduchu do žhnoucího koksu, musí být topeniště na spalování stébelnin vybaveno několikastupňovým přívodem vzduchu: primárním a sekundárním a u větších topenišť i terciálním, s nezbytným systémem dokonalého promíchávání spalných plynů se vzduchem a dostatečným prostorem pro dohoření plynů. Topeniště na slámu a dřevo jsou často vybavena dlouhými dohořivajícími komorami, meandry, případně i žhnoucími přepážkami s katalyzačními účinky před vlastními teplosměnnými plochami. Bioplyn vzniká působením vhodných skupin mikroorganismů na organické zbytky rostlinného i živočišného původu v anaerobním prostředí. Jestliže materiál obsahuje dostatečný podíl sušiny a hořlaviny, je výhodnější jeho přímé energetické spálení. Při vysokém obsahu vody je výhodnější zpracování na bioplyn. Při zhodnocování skládkového plynu, tj. bioplynu vznikajícího z kvašením organického podílu ve skládce dochází ke spalování materiálu spalným teplem vlastní hořlaviny.



Materiál	Poměr C/N
lidské fekální odpady a vepřová kejda	6 až 8
seno, slepičí trus, kuchyňský odpad, hovězí hnůj	12 až 18
koňský hnůj	25
obilné slámy	50 až 150
dřevěné piliny	200 až 500

Plynový výnos kejdy a hnoje za jeden den	
jedna kráva	1,1 m <sup>3</sup>
jedna prasnice	0,3 m <sup>3</sup>
jedno krmné prase	0,13 m <sup>3</sup>
200 kuřat	1,5 m <sup>3</sup>

Tabulka č.4

Energie 1l bioplynu odpovídá energii asi 0,6 litrů topného oleje

### 3.3.2 MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ NA TRHU ELEKTŘINY A TEPLA

Na rozdíl od přímého energetického využití sluneční a větrné energie není využití biomasy zatíženo kolísáním nabídky, tzn. biomasu je možno bezprostředně začlenit do infrastruktury energetického hospodářství jako nové palivo. Na základě zkušeností z několikaletého pěstování a využívání biomasy se dospělo k závěru, že při zcela realistickém hodnocení nákladů na výrobu elektřiny a tepla v zařízeních spalujících biomasu je tato výroba 2 až 3krát dražší ve srovnání s výrobními náklady při využití fosilních paliv. Jak Francie, tak Spojené státy nyní získávají více než 15 % své celkové energie z biomasových paliv. Švédsko, které z nich běžně získává 14 %, doufá, že zdvojnásobí využívání biomasy. Spalování slámy je rozšířeno především v Dánsku, kde je sláma spalována buď samostatně nebo v kombinaci s

uhlím. Samostatně je sláma spalována v ohništi kotlů na slámu díky speciálnímu řešení kontinuálního podávání a spalování celých balíků slámy tzv. "doutníkovým spalováním". Kombinované spalování slámy a uhlí je aplikováno především ve fluidních kotlích, které umožňují spalování paliv s proměnlivým složením a také poměr uhlí/sláma je možno volit v dostatečně širokém měřítku.

### 3.3.3 VYUŽITÍ BIOMASY V ČR

Sláma je již dnes dosažitelným energetickým potenciálem, který by mohl být relativně rychle využíván. Odhad produkce slámy v ČR činí kolem 6,2 miliónu t/rok. Po odečtu slámy, která musí zůstat v zemědělství (produkce humusu, chov zemědělských zvířat), odhadu dalších ztrát i nemožnosti energetického využívání slámy z příliš vzdálených polí by pro ČR vedl k možnému energetickému potenciálu asi 16,5 PJ/rok. Počítáme-li s průměrnou roční účinností výtopny spalující slámu 70 až 75 %, byla by roční výroba tepla v těchto výtopnách 11,5 až 12,4 PJ/rok. Samotný obsah tepla v této slámě by představoval asi 6 % tepla v dováženém zemním plynu. Pokud by sláma měla sloužit jako palivo v parní elektrárně při průměrné účinnosti 30 %, byla by možná výroba elektrické energie ze slámy kolem 1,4 miliónu MWh/rok, tj. asi 2 % vyrobené elektrické energie v ČR.

(přílohy, obr.28: Schéma kotelny na spalování dřevní štěpky, obr.29: Bioplynová stanice na slamnatý hnůj)

### 3.3.4 VYUŽITÍ ŘEPKY OLEJNÉ ( *BRASSICA NAPUS L. VAR. NAPUS* )

Řepka je surovina pro výrobu oleje, kdy jejím odpadem jsou pokrutiny. Zbytková biomasa se může využít na zelené hnojení nebo jako zdroj obnovitelné energie např. spalováním. Zhruba 10 % produkce řepkového semene u nás se zpracovává v chemickém průmyslu v oboru oleochemii. Získává se zejména glycerol, vyšší mastné kyseliny a další produkty. Se zvyšujícím významem ochrany životního prostředí nabývá na významu výroba ekologického paliva, tzv. bionafty, metylesteru řepkového oleje a dalších biologicky odbouratelných maziv a kapalin.

(přílohy, obr.30: Zimní sklizeň rychle rostoucích dřevin pro energetické účely, obr.31: Sklizeň řepkové slámy)

(přílohy, tab.5: Výhřevnost kapalných a tuhých paliv)

(Dostupné z <http://biom.cz>)

### 3.3.5 OBILNÁ SLÁMA

Obiloviny zaujímají v ČR 51,5 % plochy zemědělské půdy. V roce 2000 byly sklizeny obiloviny z celkové plochy 1 580 000 ha a při uvažovaném průměrném výnosu 4 tuny slámy z hektaru bylo dosaženo celostátní produkce 6 324 000 t slámy. Největší množství slámy je vyprodukováno v jihomoravském a středočeském regionu. V horizontu roku 2005 se pohybuje sklizňová plocha na poměrně stabilní úrovni - výhled pro rok 2005 je 1 479 000 ha, což při zachovaném výnosu slámy přináší 5 916 000 t slámy. Při výhřevnosti slámy 14,4 GJ/t a roční produkci cca 6 000 000 tun, uvažované v dlouhodobém horizontu, a účinnosti spalování 80 %, je teoreticky možno z vyprodukované slámy získat 69 000 TJ energie. Tato hodnota reprezentuje teoretický potenciál energetického využití slámy. Celkový výnos slámy

není možno v plné míře využít. Z celkového množství vyprodukované obilní slámy lze pro nezemědělské (např. energetické) využití uvažovat maximálně 20-30 %. Zbývající sláma zůstává v zemědělských podnicích ke krmení a na stelivo, část slámy zůstává na polích k zaorání. Využitelný potenciál obilní slámy při 30% využití 1 800 000 tun slámy ročně s uvažovanou výhřevností 14,4 GJ/t je 25 920 TJ. Plnému využití dostupného potenciálu brání celá řada překážek souvisejících s nutností dopravy slámy na místo využití, ochotou zemědělců a zemědělských podniků poskytovat část vyprodukované slámy atd. Vzhledem k těmto překážkám není možno dostupný potenciál stoprocentně využít. Reálný potenciál se pohybuje od 7 % (v realistickém scénáři) do 20 % (v optimistickém scénáři) roční produkce slámy. Při realistických předpokladech použitých pro dlouhodobý horizont roku 2010 a využití 7 % vyprodukované slámy je využitelný potenciál obilní slámy 420 000 tun ročně, tj. 6 050 TJ.

*(přílohy, obr.32: Úprava zbytků sklizně (slámy) drcením)*

### 3.3.6 ŘEPKOVÁ SLÁMA

Řepka olejná patří z hlediska agroenergetiky k významným plodinám. Oproti obilní slámě, u které se počítá s výhřevností 14,0 -14,4 GJ/t, má řepková sláma vyšší výhřevnost - 15 až 17,5 GJ/t. Od roku 1989 se výměra sklizňové plochy řepky v České republice zdvojnásobila. Na výši hektarových výnosů řepky olejné má vliv průběh počasí během zimy, zvláště dlouhotrvající zima má zásadní vliv na přezimování porostů. Dalším významným faktorem je stav včelstev a jejich rozptýlení po krajině. Nepřízeň počasí a snížení stavu včelstev snižuje opylení řepky olejné a tím více se snižuje výnos semene. Narůstající spotřeba semene řepky olejné pro potravinářské a nepotravinářské (produkce bionafty) účely a efektivní zhodnocení na trhu umožňuje rozšiřování osevních ploch, ale za předpokladu dodržení zásad řádné agrotechniky a časového odstupu pro pěstování řepky ozimé. Podle těchto zásad je možné řepku olejnou pěstovat až do 12,5 % maximálního zastoupení na orné půdě a v běžném osevním postupu s minimálně čtyřletým časovým intervalem. Výnos řepkové slámy se v ideálním případě pohybuje kolem 4 t/ha, což by v ideálním případě, tj. při 100% využití slámy a osevní ploše 270 000 ha, přineslo roční produkci 1 080 000 tun slámy. Při výhřevnosti řepkové slámy 15 GJ/t je využitelný potenciál vyprodukované řepkové slámy 16 200 TJ. Vzhledem k tomu, že část slámy je zaorávána a řepka je pěstována i v oblastech, kde jsou dosahovány nižší výnosy slámy a vzhledem k různým dalším překážkám, souvisejícím s nutností dopravovat slámu na místo využití, ochotou zemědělců a zemědělských podniků poskytovat část vyprodukované slámy atd., bude možno využít 60 % vyprodukované řepkové slámy. Při osevní ploše řepky 270 000 ha tak činí využitelný potenciál řepkové slámy 648 000 tun, tj. 9 800 TJ.

### 3.3.7 *OSTATNÍ BIOPALIVA*

#### **Bioplyn**

Složení bioplynu:

Metan	40-75 %
Oxid uhličitý	25-55 %
Vodní pára	0-10 %
Dusík	0-5 %
Kyslík	0-2 %
Vodík	0-1 %
Čpavek	0-1 %
Sulfan	0-1 %

Energeticky hodnotný je v bioplynu metan a vodík. Problematickými jsou sirovodík a čpavek, které je často nutné před energetickým využitím bioplynu odstranit, aby nepůsobily agresivně na strojní zařízení..

#### **Kogenerační využití bioplynu**

Stejně jako u jiných zdrojů lze při zpracování bioplynu využít kogenerace. U některých bioplynových stanic je využívána i mechanická energie, čímž se dosahuje až 95% účinnosti přeměny energie. Asi 1/3 vyprodukované energie bývá ale spotřebována na vlastní provoz bioplynové stanice. U většiny bioplynových stanic se používají pro kogeneraci naftové motory. Bioplyn se nečistí, a proto se k němu musí přidávat asi 8 % nafty (5 - 10 %) kvůli mazání a chlazení. Právě díky kogeneraci je možné dosáhnout u bioplynové stanice ekonomické rentability, jelikož výnos za odběr odpadů a prodej kompostů je doplněn výnosem z prodeje energie. Pro kogeneraci je možné využít i starší motor, který však vyžaduje repasaci a úpravu. Je samozřejmě rovněž nutné počítat s častějšími poruchami, a tudíž je vhodné mít zálohu. Největší kogenerační stanice v Evropě využívající bioplyn je v provozu ve Velkém Karlově poblíž Znojma.

#### **Sušení bioplynu**

Sušení bioplynu znamená odstranění vlhkosti z bioplynu. Provádí se kvůli prevenci koroze zařízení pro využívání bioplynu (např. kogeneračních jednotek). Nepříliš hluboké sušení bioplynu je možné zabezpečit prostřednictvím tepelného čerpadla. Bioplyn je ve výměníku tepla ochlazen chladicím agregátem a odloučená voda (kondenzát) je z plynu odstraněna. Poté je plyn opět zahřát teplou (kompresní) částí chladicího agregátu. Tato technologie zabezpečí vzdálení vlhkosti bioplynu od rosného bodu, je relativně jednoduchá, má nízkou spotřebu energie a ve většině případů je dostačující. (Při ochlazení bioplynu na 20 °C dojde ke snížení obsahu vody při 100% nasycení na 17,3 g/m<sup>3</sup>, což odpovídá 2,3 % objemovým.) Hluboké sušení bioplynů je možné realizovat za pomoci tuhých sorbentů, jako je silikagel či molekulová síta, a nebo prostřednictvím kapalných sorbentů, kterými jsou zejména glykoly.

### **Výroba elektřiny z bioplynu**

Bioplynové stanice jsou moderní a ekologická zařízení, která se běžně provozují v ČR i ve světě. Zpracovávají širokou škálu materiálů nebo odpadů organického původu prostřednictvím procesu anaerobní digesce bez přístupu vzduchu v uzavřených reaktorech. Výsledkem procesu je bioplyn, který je zatím nejčastěji využíván k výrobě elektřiny a tepla, a dále digestát, který lze použít jako kvalitní hnojivo (obdoba kompostu). Statistika výroby bioplynu v EU dokládá rostoucí význam tohoto oboru např. z hlediska výroby obnovitelné energie. V roce 2006 bylo v rámci zemí EU z bioplynu, kalového plynu a skládkového plynu vyrobeno celkem 17,3 TWh elektrické energie (tedy 17,3 miliard kWh). Porovnání s rokem 2005 přitom ukazuje meziroční nárůst výroby elektřiny o takřka 29 % (celkem 13,4 TWh v roce 2005). Pro představu: množství elektrické energie, vyrobené z bioplynu v celé Evropě, převyšuje o 44 % výrobu elektrické energie české jaderné elektrárně Temelín (12,02 TWh v roce 2006). Bioplynové stanice zpracovávají mimo vedlejších zemědělských produktů i průmyslové a komunální bioodpady. Bioplynové stanice mohou být zemědělské, kde bývá nejčastěji provozovatelem větší zemědělský podnik, nebo stanice komunální a průmyslové související s čistírnami odpadních vod, kde bývá provozovatelem např. město či průmyslový podnik. Do kategorie bioplynových stanic se ještě řadí skládkový plyn, který je řízeně produkován a jímán ze skládek odpadů.

*(přílohy, obr.33: Bioplynová stanice)*

### **Biomasa vhodná pro anaerobní fermentaci**

Například speciálně pěstované trávy. Z biomasy této skupiny lze řízenými fermentačními procesy získat bioplyn a ten je pak možno uplatnit ve všech typech energetických zařízení obdobně jako zemní plyn.

### **Energetický potenciál biomasy**

V současné době je k dispozici několik oficiálních materiálů, popisujících klimatické, agronomické, technické a technologické podmínky pro využívání biomasy. Studie Teres II pro Českou republiku, která byla zpracována v rámci programu Altener pro EU. Studie energetické efektivity pro Českou republiku, která byla zpracována pro Světovou banku, MPO a MŽP, Britská studie CSMA, Studie CZ BIOM doc. Krbka a doc. Polesného.

### **Pro produkci bioplynu lze využít**

tuhých (chlévká mrva) i tekutých substrátů (kejda, odpady z potravinářského průmyslu aj.) vznikajících v živočišné výrobě. Bioplynové stanice svojí technologií (fermentační procesy) zajišťují zpracování takto produkováných organických odpadů do podstatně přijatelnějších forem pro skladování a následné využití za současné produkce bioplynu, který je možno využít k přímému spalování při vytápění, nebo jako palivo v plynových motorech kogeneračních jednotek uzpůsobených k jeho spalování. Při stanovení potenciálu je používán přepočítaný počet produkce organických odpadů jednotlivými druhy hospodářských zvířat na jednu VDJ (velká dobytčí jednotka), odpovídající dospělému kusu hovězího dobytka. Koeficienty pro přepočítaný počet VDJ jsou pro prasata 0,3; pro ovce 0,1; pro drůbež 0,0026. Průměrná produkce bioplynu z 1 VDJ je 1,2 m<sup>3</sup> za den. Při průměrné výhřevnosti bioplynu 22 MJ/m<sup>3</sup> je

využitelný potenciál produkce bioplynu v živočišné výrobě 32 000 TJ. Tento využitelný potenciál nebude možno v plné míře využít. Dále do bilance vstupuje bioplyn z čistíren odpadních vod a výroba bioplynu z energetických plodin (zelená biomasa), farmářských zbytků a agropotravinářských odpadů, které se stávají významnými zdroji pro anaerobní fermentaci. Potenciál bioplynu je v ČR odhadován na cca 7 000 TJ energie v palivu.

### **Shrnutí potenciálu**

*(přílohy, tab.6: Shrnutí potenciálu)*

*(Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-1-zdroje>)*

Vhodných technologií pro výrobu tepla a elektřiny z biomasy je mnoho. Výběr té nejvhodnější záleží na její dostupnosti, ceně, spolehlivosti, efektivitě, vlivu na životní prostředí a dalších kritériích. Nejjednodušší metodou pro termickou přeměnu biomasy je spalování za dostatečného přístupu kyslíku. Tato technologie je dokonale zpracovaná a pro investory představuje minimální riziko. Produktem je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie. Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy. Je přijatelná i vyšší vlhkost suroviny. Vzhledem k charakteru biomasy a jejímu proměnnému složení je nutno věnovat značnou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin, kde je nutno především kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek. Spalování biomasy je v současnosti technicky dostatečně vyřešeno a to jako spalování na roštu nebo spalování na fluidní vrstvě.

*(Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-2-technologie>)*

## **4 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ Z ROSTLINNÉ BIOMASY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ VE STAVEBNICTVÍ. ZPRACOVÁNÍ A ÚPRAVA BIOMASY PRO VÝROBU STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A KOMPONENT**

### **4.1 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI**

#### **4.1.1 TEPELNÁ VODIVOST**

Nejdůležitější vlastností tepelné izolace je její tepelná vodivost, respektive součinitel tepelné vodivosti. Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] je schopnost látky vést teplo. Je to tepelný výkon ve W přenesený plochou  $1\text{m}^2$  do vzdálenosti 1m při rozdílu teplot o 1K. Vyjadřuje rychlost, s jakou se šíří teplo ze zahřáté části látky do částí chladnějších. Čím je menší, tím lépe materiál izoluje. Tepelný odpor izolační vrstvy se získá jako podíl součinitele tepelné vodivosti a tloušťky izolantu. Výsledný tepelný odpor ovlivňuje jeho tloušťka. Převrácená hodnota je součinitel prostupu tepla, který má být například u stěny podle současné normy v lehké konstrukci  $0,3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Pokud budeme chtít splnit podmínky pro

nízkoenergetický dům, pak by to měla být hodnota ještě nižší, pro pasivní domy nižší než 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K). Součinitel tepelné vodivosti se u izolantů pohybuje mezi 0,02 až 0,05 W/(m·K). Nejlépe jsou na tom polyuretanové izolace s 0,02 W/(m·K), trochu horší extrudované a expandované polystyreny 0,038 až 0,043 W/(m·K). U kvalitní minerální izolace se součinitel pohybuje mezi 0,036 až 0,043 W/(m·K). Konopná izolace disponuje součinitelem od 0,04 až 0,042 W/(m·K), což ji řadí mezi nejlepší běžné izolanty.

#### **4.1.2 TEPELNÁ AKUMULACE, MĚRNÉ TEPLŮ**

Tepelná akumulace je schopnost materiálu přijímat, zadržovat a postupně vydávat teplo či naopak. Tuto vlastnost popisuje tepelná kapacita. Hodnota měrné tepelné kapacity vyjadřuje, kolik tepla přijme 1 kg hmoty, aby se jeho teplota zvýšila o 1°, neboli množství tepelné energie, kterou se ohřeje 1kg hmoty o 1K. Závisí na vlhkosti materiálu. Jednotkou měrné tepelné kapacity „c“ je J·K<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>. Pokud dojde ke zvýšení teploty uvnitř domu, materiály přijímají teplo. Při poklesu teploty teplo vydávají. Tím způsobují určitou setrvačnost neboli zpoždění nárůstu či poklesu teplot při změnách, vyvolaných zvenčí, což je vlastnost velmi příznivá. Množství tepla je tady dáno vztahem  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$  Konopné izolace mají hodnotu  $c = 1600 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ , znamená to, že kilogram této izolace pojme 1600 J při rozdílu teplot o 1°C. Objemová hmotnost  $\rho$  [kg·m<sup>-3</sup>] – čím je vyšší, tím lépe materiál izoluje. Při měrné hmotnosti  $m = 35 \text{ kg/m}^3$  izolace CANABEST PLUS přijme 1m<sup>3</sup> tohoto materiálu teplo  $Q = 56 \text{ kJ}$ . Minerální izolace mají hodnotu  $c = 840 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ , při měrné hmotnosti  $m = 40 \text{ kg/m}^3$  pojmu teplo  $Q = 33,6 \text{ kJ}$ . Konopné izolace tedy přijmou téměř dvojnásobné množství tepla, čímž dvojnásobně efektivněji ovlivňují tepelnou pohodu v interiéru, což zejména u lehkých dřevostaveb hraje významnou roli.

#### **4.1.3 DIFÚZE VZDUŠNÉ VLHKOSTI**

Vysoká difúzní propustnost izolace znamená, že je prodyšná, snadno odvádí a odvětrává vlhkost. Faktor difúzního odporu  $\mu$ [-] je schopnost materiálu propouštět vodní páru difuzí. Jako srovnávací hladina se používá difúzní odpor vzduchu ( $\lambda=1$ ). Čím je menší, tím lépe materiál dýchá a umožňuje vodní páře a plynům pohyb konstrukcí. Například faktor difúzního odporu konopné izolace  $\mu=1$  až 2, což je parametr velmi propustného materiálu.

## **4.2 VLASTNOSTI VYBRANÝCH PŘÍRODNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ POROVNANÉ S JINÝMI MATERIÁLY**

*Viz. (přílohy, tab.7: Vlastnosti vybraných přírodních stavebních materiálů porovnané s jinými materiály)*

*(CHYBÍK, Josef. Přírodní stavební materiály. Praha : Grada Publishing, 2009. 272 s. ISBN 978-80-247-2532-1.*

*MOHAPL, Martin. Přírodní nebo průmyslové?. Dřevo&stavby. 2010, 1, s. 46-50.*

*MORÁVKOVÁ, Jana. Tajemství přírodních vláken. Dřevo&stavby. 2009, 4-5, s. 42-45. )*

### **4.2.1 PEI**

Množství vázané primární energie PEI, tzv. šedá energie. Vypovídá o primární energii v materiálu. Je to energie vynaložená na získání suroviny, její výrobu a dopravu.

### **4.2.2 GWP**

Potenciál globálního oteplování GWP (Global Warming Potential) zahrnuje emise látek přispívajících ke skleníkovému efektu. Za srovnávací ekvivalent se považuje emise CO<sub>2</sub>. Uvádí se, kolik kg CO<sub>2</sub> bylo uvolněno při výrobě materiálu. Rostoucí suroviny během svého růstu absorbují více CO<sub>2</sub>, než se uvolní při jejich přípravě a zabudování ve stavbě, mají znaménko -.

### **4.2.3 AP**

Potenciál zakyselení životního prostředí AP (Acidification Potential), Jako ekvivalent se používá emise SO<sub>2</sub>, ale týká se i jiných plynů, které se podílejí na acidifikaci. Především oxidu dusíku a amoniaku. Poskytuje informace o nezvratném procesu zasíření přírody průmyslovou produkcí. Plyny reagují a váží se v atmosféře s vodou a dopadají na Zemi ve formě kyselých dešťů.

Hodnoty podílu energetické složky PEI a míra vlivu produktu na kvalitu životního prostředí vyjádřená parametry GWP a AP.

*Viz. (přílohy, tab.8: Hodnoty podílu energetické složky PEI a míra vlivu produktu na kvalitu životního prostředí vyjádřená parametry GWP a AP)*

*(CHYBÍK, Josef. Přírodní stavební materiály. Praha : Grada Publishing, 2009. 272 s. ISBN 978-80-247-2532-1.*

*MOHAPL, Martin. Přírodní nebo průmyslové?. Dřevo&stavby. 2010, 1, s. 46-50.*

*MORÁVKOVÁ, Jana. Tajemství přírodních vláken. Dřevo&stavby. 2009, 4-5, s. 42-45. )*

Poptávka po tepelněizolačních materiálech na materiálovém trhu ČR v posledních letech enormně rychle roste. Tuto skutečnost má za následek zpřísnování legislativních požadavků v oblasti tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí, proces revitalizace a zateplování bytových i rodinných domů a v neposlední řadě také růst ceny energií. Nedostatek tepelněizolačních materiálů na našem trhu vyvolal enormní zvýšení jejich cen. Čeští prodejci se zvýšenou poptávkou snaží vykompenzovat dovozem materiálů ze zahraničí, především z Polska, Německa, Ukrajiny a v poslední době dokonce i z Číny. Vzhledem k tomu, že česká surovinová základna je relativně omezená, je trendem posledních let snaha najít další snadno obnovitelné zdroje vhodné pro výrobu tepelněizolačních materiálů.

## 4.3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ VHODNÝCH PLODIN PRO VÝROBU TEPELNĚ IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ.

### 4.3.1 MATERIÁLY Z KONOPÍ

Konopí má v Evropě již několikatisíciletou tradici. Jedná se o jednoletou rostlinu poměrně náročnou na vodu, půdu i agrotechniku. V České republice ji lze pěstovat do nadmořské výšky 450 m. Výhodou konopí je jeho krátké vegetační období – v některých oblastech lze konopí sklízet až dvakrát do roka. Pro technické účely se využívá konopí seté, což je robustní bylina se vzpřímenou, řídce větvenou lodyhou, dorůstající výšky 2–6 metrů. Na příčném řezu je lodyha v bazální části stlačeně válcovitá, v horní je hranatá a uvnitř dutá. Konopí je tvořeno převážně, celulózu (44–55 %), hemicelulózu (16–18 %), ligninem (4–28 %), pektiny (4–18 %), pryskyřicemi, popelovinami a proteinem (6–7 %). Obsah ligninu ve stonku se během vegetačního období mění. Největší obsah ligninu rostlina obsahuje v době zrání semene. Konopí seté si v posledních letech nachází uplatnění i ve stavebním průmyslu. Z konopných rostlin se pro stavební účely získávají vlákna a pazdeří. Konopné vlákno se získává na speciální lince, kde dochází k odstranění pazdeří ze stonků.

#### Možnosti uplatnění technického konopí při výrobě tepelně izolačních materiálů

Tepelné a zvukové stavební izolační materiály, omítky, podlahy, cihly, tvárnice, OSB desky, překližky, kompozity.

**konopná vlna** – tepelná izolace, do jílových omítek

**konopné pazdeří** – tepelná izolace, zásyp

**konopné tepelně izolační desky** – tepelná izolace

**konopný filc** – kročejová izolace

**konopné těsnicí provazce** – izolace oken (*přílohy, obr.34: Konopné těsnicí provazce*)

**konopná vata** (koudel) – izolace spojů

**celá konopná stébla** (jako snopy) – tepelná izolace

(*Akad. arch. HOZMAN, Oldřich. Studio ARC, dostupné z [www.alterstav.cz](http://www.alterstav.cz)*)

Z konopných rostlin se pro stavební účely získávají vlákna a pazdeří. Konopné vlákno se získává na speciální lince, kde dochází k odstranění pazdeří ze stonků.

#### Desky z konopného vlákna

Vyrábějí se na speciální výrobní lince, kde je konopné vlákno kráceno na požadovanou délku, smícháno s cca 15% přídatkem polyesterových vláken a dalších příměsí (především soli kyseliny borité), které mají zaručit požární odolnost a odolnost vůči biologickému napadení. Přídavek polyesterových vláken dává konopným izolačním deskám požadovanou pružnost a stabilitu. Konopné desky se lisují za tepla na požadovanou objemovou hmotnost, která se většinou pohybuje v rozmezí od 30 do 100 kg.m<sup>-3</sup>. Součinitel tepelné vodivosti desek z konopných vláken se pohybuje v rozmezí hodnot 0,035– 0,050 W.m–1.K–1 v závislosti na objemové hmotnosti. Hodnota součinitele tepelné vodivosti klesá spolu se vzrůstající objemovou hmotností materiálu, protože dochází k omezení přenosu tepla vlivem proudění vzduchu v pórové struktuře materiálu. Vlákenné konopné desky jsou velmi dobře propustné

pro vodní páru. Faktor difuzního odporu konopných desek se pohybuje v rozmezí 2–6 v závislosti na objemové hmotnosti materiálu a jeho vlhkostním obsahu. Schopnost materiálu absorbovat vzdušnou vlhkost přispívá k udržení optimální hladiny relativní vlhkosti v interiéru stavebních konstrukcí, což má pozitivní účinek na lidské zdraví. Požární odolnost izolačních desek je většinou zvýšena přidávkou solí, reakce těchto izolačních desek na oheň je nejčastěji klasifikována třídou E. Tepelně izolační desky vykazují velmi dobré akustické vlastnosti. Vysoká hodnota zvukové pohltivosti je dána zvýšenou pórovitostí konopného vlákna oproti např. vlákně skleněnému nebo minerálnímu. Tepelně izolační desky je možné aplikovat v exteriéru i interiéru stavebních konstrukcí. Desky se nejčastěji osazují do lehkých ocelových nebo dřevěných rámců nebo je možné při vyšší objemové hmotnosti aplikovat přímo na povrch stavební konstrukce.

*(přílohy, obr.35: Použití desek z konopného vlákna)*

*(Jiří Zach, Ph.D., Ing. Ivana Sedlářová, archiv firmy CANABIA, a.s., archiv firmy IZOLACE KONOPÍ CZ, s.r.o.)*

### **Tepelné izolace z odpadního pazdeří**

*(přílohy, obr.36 Tepelné izolace z odpadního pazdeří)*

Pazdeří vzniká jako odpad při získávání konopného vlákna. Svojí povahou je odpadní pazdeří velmi podobné dřevěným pilinám a hoblinám, proto je i využití pazdeří ve stavebnictví velmi podobné využití dřevěných pilin a hoblin. Částice odpadního pazdeří se pojí nejčastěji klasickými anorganickými pojivy – cementem a vápnem. Vzhledem k tomu, že pazdeří obsahuje vysoký podíl ligninu, který zpomaluje tvrdnutí cementu, využívají se často alkalicky aktivovaná pojiva, jako je například vysokopecní struska aktivovaná vodním sklem. Samotné pazdeří se před použitím krátí na požadovanou délku a dále se čistí od velmi jemných podílů, prachových částic a různých dalších nečistot. Ze zavhlé směsi se lisováním a vibrolisováním vyrábí izolační desky, případně tvarované výrobky, tepelně izolační tvarovky pro zdění. Součinitel tepelné vodivosti desek z pazdeří se pohybuje v rozmezí hodnot 0,05–0,015 W.m–1.K–1 v závislosti na objemové hmotnosti, která se pohybuje v rozmezí 250–500 kg.m–3. V případě desek z pazdeří se tepelná vodivost materiálu spolu s objemovou hmotností zvyšuje. Vzhledem k přidávku anorganického pojiva jsou desky z pazdeří odolné vůči biologickému napadení. Co se týče vlhkosti, lze desky z pazdeří označit jako citlivější na prostředí se zvýšenou relativní vlhkostí vzduchu. Jejich výhodou lze vidět především při použití v interiérech objektů, kde fungují jako vlhkostní zásobník v zimním období. V období, kdy je relativní vlhkost zvýšená, dokáží tyto materiály přebytečnou vlhkost absorbovat, a naopak v době, kdy je vnitřní relativní vlhkost nízká, dokáží absorbovanou vlhkost zpětně uvolnit, a relativní vlhkost prostředí tak zvýšit. Faktor difuzního odporu desek z pazdeří se pohybuje v rozmezí 3–8 v závislosti na objemové hmotnosti. Desky z pazdeří lze podobně jako desky z konopného vlákna použít pro vnější i vnitřní zateplení. Vzhledem ke skutečnosti, že tyto desky vykazují oproti deskám z konopného vlákna lepší mechanické vlastnosti, dají se tyto výrobky velmi dobře použít při kontaktním zateplení. Speciální skupinu tvoří tvarované výrobky – tvarovky pro zdění, kde konopná hmota plní funkci ztraceného bednění. Vzhledem ke skutečnosti, že konopná izolační hmota vykazuje až o 60 % lepší tepelně izolační vlastnosti oproti dřevocementu srovnatelných mechanických vlastností, dochází při použití konopí k eliminaci tepelných mostů ve zdivu, které tvoří žebra a stěny tvarovek.

## Konopná vlna

Je vhodná pro vyplnění volných prostor, např. jednostranně uzavřené dřevěné konstrukce, která se po izolování uzavře (nosné stěny, příčky, podlahové dutiny, stropy, střechy). Aplikace konopné vlny se provádí tak, že se konopná vlna se den před použitím rozbálí a dostatečně načechrá. Poté se pěchuje do instalačních míst v hustotě cca 50 kg/m<sup>3</sup>.

(přílohy, obr.37: Použití konopné vlny)

## Technické konopí představuje

velmi zajímavý surovinový zdroj, který je na území ČR relativně dostupný, snadno obnovitelný, finančně nenáročný a zajímavý z environmentálního hlediska. Konopí se pěstuje bez použití herbicidů a pesticidů. A konopné vlákno se získává pouze mechanickým procesem bez použití chemických látek. Proces zpracování konopí lze považovat za bezodpadový a nezatěžující životní prostředí. Rostliny konopí během svého růstu spotřebovávají CO<sub>2</sub> z ovzduší, tím redukuje CO<sub>2</sub> a snižují globální oteplování.

(Výzkumný záměr MSM 0021630511 Progresivní stavební materiály s využitím druhotných surovin a jejich vliv na životnost konstrukcí. JIŘÍ ZACH, IVANA SEDLÁŘOVÁ)

## Hlavní výhody a přednosti tepelné izolace z konopí

**Nižší náklady na vytápění.** V zimě udržuje teplo, během léta příjemný chládek. Účinnost tepelné izolace je stejná jako u běžně používaných materiálů. **Cenová dostupnost.** Přírodní izolace z konopí se vyrábí v České republice. **Vytváří příjemné prostředí.** Regulují vzdušnou vlhkost, a vytváří tak v interiérech zdravé mikroklima bez bakterií, plísní a mikroorganismů. **Jednoduchá a rychlá instalace.** Nejsou třeba ochranné pomůcky. Instalaci bez problémů zvládnou i kutilové. **Ekologická výroba.** Vyrábí se z přírodních surovin, výroba je energeticky nenáročná, dají se recyklovat a nezatěžují životní prostředí. Izolace z konopného vlákna dosahují vynikajících tepelně izolačních, akustických i hořlavostních parametrů a tím se plnohodnotně vyrovnávají na trhu běžně dostupným konvenčním izolacím. Na druhé straně však mají jedinečné přirozené vlastnosti, které je naprosto odlišují od konkurenčních výrobků a stavějí je na mnohem vyšší úroveň. Tepelně-izolační parametry konopné izolace dosahují stejných hodnot jako běžně používané izolanty (součinitel tepelné vodivosti = 0,040 W/(m.K)) Schopnost tepelné akumulace u izolace z konopí je dvojnásobná v porovnání s minerálními izolacemi (c = 1600 J/(K.kg)) Konopné vlákno má jedinečnou schopnost absorbovat vlhkost a opět ji uvolnit, to je největší deviza konopné izolace oproti jiným materiálům. Díky vysoké prodyšnosti a vlhkostní vodivosti zachovává konopná izolace zdravé mikroklima domu bez množících se bakterií, plísní a jiných mikroorganismů, které způsobují alergie a jiné zdravotní problémy. Konopná izolace je pro svou vysokou schopnost teplotní a vlhkostní akumulace ideálním materiálem do difúzně otevřených konstrukcí. Vysoká difúzní propustnost, snadnost odvádění a odvětrávání vlhkosti a schopnost redistribuce vlhkosti, předávání vlhkosti celým objemem, jsou důvodem, proč konopná izolace i za vlhkých podmínek zachovává svůj tvar, nebortí se a hlavně neztrácí izolační schopnosti ani při objemové vlhkosti dosahující až 20 %. Konopná izolace nabízí široké využití v krovech, střepech, podlahách, vnitřních i vnějších stěnách.

(Ing. Jan Škopek, člen ČKAIT)

Konopná izolace má na rozdíl od minerální velkou výhodu, je schopna **redistribuce vlhkosti**. Materiál je schopen vyrovnávat se a předávat vlhkost celým svým objemem. Díky tomu nedochází ke vzniku lokálních koncentrací vlhkosti. Vlhkost je materiálem předávána do celého objemu, čímž je vytvořena násobně větší plocha povrchu pro snadné odvětrání. Konopná izolace je navíc schopna pojmout a vyrovnat se s velkým množstvím vlhkosti. Objemová vlhkost může narůst až na 20%, aniž by byla snížena účinnost izolačních schopností. Pro srovnání u minerální izolace dochází ke ztrátě tepelně izolačních schopností již při 2% objemové vlhkosti. Při současné minimální schopnosti redistribuce se tento materiál stává velice rizikovým při vnikání již velmi malého množství vlhkosti, zejména při lokálních netěsnostech a poruchách parotěsné bariéry, kde je vlhlostní tok soustředěn do velmi malé plochy. Hrozí, že minerální izolace začne lokálně navlhkat až do té míry, kdy koncentrovaná vlhkost není schopna omezeným povrchem odvětrat a začne se vlastní vahou posouvat ke spodním partiím. Tam může dojít k navlhání přilehlých konstrukcí, doprovázených vznikem plísní a v případě dřevěné konstrukce k zásadnímu poškození dřevěných prvků vlivem zvýšené vlhkosti, zahnívání dolních konců sloupků nebo krokví, zakládacích prahů, vaznic. Konopná izolace díky schopnosti redistribuce těmito důsledkům velmi dobře čelí. Účinně tak brání lokálnímu zavodnění a chrání zejména dřevěné konstrukční prvky před zvýšenou vlhkostí a následnou degradací.

### **Porovnání dvou konkrétních podobných výrobků**

Termoizolační rohož CANABEST BASIC a Isover ORSIK

*(přílohy, tab.9: Porovnání dvou konkrétních podobných výrobků)*

*(Dostupné z katalogů výrobců)*

### **Difúzně otevřená skladba obvodové stěny budovy**

Díky vysoké tepelné a vlhlostní akumulaci působí konopná izolace příznivě na vnitřní klima, zejména pokud se použije do difúzně otevřené skladby obvodové konstrukce. Difúzně otevřená skladba má řádově vyšší propustnost než skladba s parozábranou, čímž umožňuje vyšší účinek předávání naakumulované vlhkosti zpět do interiéru. K tomu dojde v opačném případě, kdy je relativní vlhkost uvnitř velmi nízká. V každém případě, tedy i u difúzně otevřené skladby, platí zásada vzduchotěsnosti a správné pořadí jednotlivých vrstev skladby. Skladba je při návrhu posouzena výpočtem, kdy celoroční bilance kondenzace vlhkosti uvnitř konstrukce nesmí vyjít kladná, tedy množství vlhkosti do konstrukce vstupující nesmí být větší, než množství odvětrané vlhkosti. Správnost skladby ovlivňuje řada dalších faktorů, jako jsou vlastnosti použitých materiálů jednotlivých vrstev, jejich pořadí, vzduchotěsné uzavření vnitřního povrchu a naopak propustnost vnějšího povrchu, účinnost odvětrání ventilačních dutin apod. jak při návrhu, tak zejména při realizaci stavby. Konopná izolace je díky svým vlastnostem ideální k použití do difúzně otevřených skladeb.

### **Hořlavost**

Podle s ČSN EN 13501-1:2007 je konopná izolace podle reakce na oheň klasifikována do třídy E, což znamená hořlavou hmotu v kontaktu s plamenem. S touto obtíží se lze vyrovnat uzavřením požárně odolným obkladem s příslušným atestem, u nosných prvků dřevostaveb je nutno použít certifikovanou skladbu s odpovídající požární odolností. Tyto certifikované

skladby a systémy nabízí výrobci různých stavebních materiálů a je věcí správného návrhu určit tu nejvýhodnější. Jistá omezení pro použití konopné izolace plynou na základě požární normy pro významnější stavby, jako například nemocnice, školy apod., kdy je předepsáno použití nehořlavých materiálů pro požárně odolné konstrukce. Konopné izolace lze bez obtíží použít u naprosté většiny běžných staveb.

### **Vlastnosti konopné izolace**

Je pružná, nesedá. Výborně tepelně izoluje a současně výborně akumuluje teplo při vysoké difúzní propustnosti. Redistribuuje vlhkost. Je houževnatá a stálá. Po kontaktu s vodou nebo vodními párami se dokáže vrátit do původního stavu. Má výborné akustické vlastnosti. Udržuje přirozené a zdravé vnitřní klima. Zpracování a manipulace jsou snadné a zdraví neškodné, umožňuje pracovat bez ochranných pracovních pomůcek. Je odolná proti plísním a škůdcům, odpuzuje hmyz. Ekologicky prospěšný tradiční materiál. Jedinou nevýhodou je snadnější hořlavost. Konopná izolace s ohledem na velmi příznivou cenu tuzemského výrobku má předpoklady významného uplatnění v moderním stavebnictví.

*(Ing. Jan Škopek, OMEGA project s.r.o. konopné izolace)*

### **Konopí ve stavebnictví**

Konopná rostlina je vynikající alternativou dřeva pro stavební materiály (od stavebního řeziva po překližku a dřevotřísku), které navíc dřevo svými vlastnostmi v mnoha ohledech předčí. Z konopného vlákna lze zhotovit desky sendvičového typu, které jsou několikrát pružnější a pevnější než jejich dřevěné protějšky.

Konopná drť je obalena mineralizovanou směsí. Hotový produkt má tyto vlastnosti: výborně tepelně i hlukově izoluje, propouští páry, nehoří, je nepoživatelný pro hlodavce, termity a hmyz, odpuzuje a odvádí vodu, je lehký, je trvanlivý. Jako stavební materiál se používá ve směsi s vápnem a cementem pro podlahy, stropy a omítku. Jako izolační materiál se používá nesmíchané, hodí se pro podlahy, vnitřní izolaci a izolaci střech.

V Německu se výrobou termoizolačních konopných rohoží zabývá firma Thermo-Hanf, která vlastní na své výrobky certifikát ekologické nezávadnosti, pro svou produkci využívá i konopí z ekologického zemědělství. Současný materiál od zmíněné firmy se kromě konopí skládá z 15% polyesterových vláken pro kompaktnost a 3,5% sody jako ochrany před ohněm. Vyrábí se rohože v tloušťkách od 3,5 do 16cm.

Francouzská firma Chenevotte Habitat postavila ve Francii a v Belgii již přes 300 domů ze stavebnin z konopí. Firma produkuje konopnou drť pod obchodním názvem "Isochanvre" (izolační konopí), která může být použita jako stavební nebo izolační materiál. I firmy z Německa a Švýcarska začali konopí ve svých stavbách používat. Německá firma TEXBIS, která pro stěny i podlahy používá nepálené cihly z rozdrčených konopných stonků a hlíny. Konstrukce konopných domů další francouzské firmy jsou hrázděné. Vnější stěny jsou vyplněny směsí sypké hmoty na jemno rozdrčených konopných stonků, písku a vápna. Střechy jsou izolovány konopnými rohožemi, podlahy kryjí nejemno rozdrčené hurdy obalené v přírodním asfaltu. Sypký materiál se neboří. Na této vrstvě

leží konopné linoleum. Vnitřní stěny jsou tvořeny deskami z lisovaných nahrubo drcených konopných stonků. Tyto desky mají kromě dobrých tepelně izolačních vlastností i vysokou certifikátem potvrzenou ohnivzdornost.

### **Proč izolovat konopím**

Konopí je obnovitelná strategická plodina s tradicí pěstování v našich klimatických podmínkách s vysokými výnosy z hektaru. Z HEKTAROVÉ SKLIZNĚ KONOPÍ LZE VYROBIT AŽ 8 TUN PLNOHODNOTNÉHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU, KTERÝ V MODERNÍ EKOLOGICKÉ ARCHITECTUŘE STAČÍ NA POSTAVENÍ MENŠÍHO DOMKU. Konopné vlákno vyniká svou pevností, trvanlivostí a přirozenou ochranou proti škůdcům. Zpracování konopí na konopné vlákno a pazdeř je prováděno mechanicky bez procesů znečišťujících životní prostředí. V materiálu je zabudováno s minimum zabudované energie. Tvarová stálost izolačních desek se zaručuje přibližně 10% podíl dvousložkového BIKO vlákna. Proti hoření je izolace ošetřena retardantem jedlou sodou. Konopné izolace se uplatňují v difúzně otevřených konstrukcích s parobrzdnými systémy. Konopí izoluje v zimě a v létě klimatizuje, zajišťuje fázový posun vnikání tepla do objektu. Tepelně izolační a akustické vlastnosti konopí jsou srovnatelné s konvenčními izolacemi, ale odolnost proti vlhkosti a kapilární vlastnosti při odvádění vody zaručují stabilitu i v podmínkách, kdy konvenční materiály podléhají destrukci nebo dochází ke značnému snížení jejich izolačních schopností. Konopné izolace již mají provedeny zkoušky a certifikace s jasnými parametry pro projektanty a jejich navrhování do staveb je analogické s konvenčními izolacemi, aplikace v konstrukcích a pracovní postupy jsou totožné s konvenčními materiály. Manipulace s konopím je příjemná, bez nebezpečí poškození kůže nebo dýchacích cest. Nachází uplatnění v široké škále konstrukcí v novostavbách i starších domech. Zajišťuje dobré mikroklima s přirozenou ochranou proti plísním, hnilobám a škůdcům. Dokonale izoluje a vytváří zdravé prostředí v interiérech domů. Cenová úroveň konopné izolace je vyšší jen o pár desítek procent než cena minerální vlny.

Termo-konopí® PREMIUM je dodáváno ve formě rohoží nebo rolí a hodí se jako izolace střech, stropů, podlah, vnitřních příček i jako fasádní izolace ( do roštu ). Termo-konopí® PREMIUM je jakostní produkt a vyznačuje se vynikajícími technickými vlastnostmi podle platných evropských norem. Evropské technické osvědčení bylo uděleno Německým institutem pro stavební techniku, Berlin, pod evidenčním číslem ETA-05/0037, německé doplňující osvědčení pod číslem Z-23.16-1577. Výroba je sledována a certifikována Výzkumným institutem pro tepelnou izolaci v Mnichově. Již od malého množství rohoží nebo rolí se zhotovuje na míru v požadované šířce bez přírážky. Díky zhotovení na míru mohou být konopné rohože nebo role ihned vkládány do roštů nebo mezi krokve, a tak odpadá zdlouhavé a zdržující řezání.

Lidé se snaží vrátit k přírodním obnovitelným zdrojům, být šetrní k přírodnímu bohatství, k přírodě a ke všem živým organismům, snažit se navázat na trvale udržitelný rozvoj. Hledat alternativy. Jednou z těchto alternativ je i konopí seté.

Lokálně zakotvené zpracovatelný využívají energeticky nenáročných malokapacitních technologií plně naplňují kritéria ekologicky šetrné a díky uzavřenému cyklu výroby (omezení dopravy odbytem v regionu, výrobou energie z odpadů z výroby) take konkurenceschopné produkce. Spolu s možností rozvinutí regionálních druhozpracovatelských provozů pak nabízejí perspektivu pro oživení hospodářské aktivity na venkově a tím i dlouhodobé zlepšování životní úrovně jeho obyvatel.

#### **Průměrné výnosy na 1 ha**

Stonk 6 – 7 t/ha (až 12 t/ha), z toho 0,5 – 1,2 t vláknů a 1,5 – 4,0 t pazdeří, semeno 0,7 – 1,4 t/ha. Cena rosených stonků se pohybuje od 2 700 Kč – 3000 Kč/t. Cena vláknů se pohybuje mezi 11 Kč – 17 Kč/kg. Cena volně loženého pazdeří se pohybuje mezi 1 500 Kč – 4 500 Kč/t. Cena semena se pohybuje od 19 Kč – do 25 Kč/kg.

(Dostupné z <http://www.biom.cz>)

#### **Cena rosených stonků, vláknů, pazdeří, osiva**

Cena rosených stonků se pohybuje od 2 700 Kč – 3000 Kč/t.

Cena vláknů se pohybuje mezi 11 Kč – 17 Kč/kg.

Cena volně loženého pazdeří se pohybuje mezi 1 500 Kč – 4 500 Kč/t. Cena semena se pohybuje od 19 Kč – do 25 Kč/kg.

Certifikované osivo dováží dva licencovaní dovozci, cena se pohybuje od 80,00 Kč/kg do 130,00 Kč/kg.

(Dostupné z <http://www.canabest.cz/>, <http://www.konopna-izolace.cz>, <http://www.prirodnizolace.cz>, 2010/)

### **4.3.2 MATERIÁLY ZE LNU**

Len je od přírody vybaven tím nejbezpečnějším systémem obrany proti molům, neobsahuje žádnou živočišnou bílkovinu, "základní potravinu" tohoto škůdce. Protože se lněná vlákna nemusejí prát, ochranný lněný vosk na vláknech zůstává. Póry izolačních desek v sobě uzavírají vzduch, který působí jako teplotní nárazník.

#### **Použití na izolace**

Ze lnu se vyrábí tepelná a zvuková izolace stěn a stropů, tepelná izolace pro výstavbu podkroví. Při výrobě izolačních materiálů se krátká lněná vlákna smíchávají s textilními polyesterovými vlákny. Pro větší odolnost ohni se přidávají sloučeniny amoniaku nebo boraxu či vodního skla. Len se používá jako plst' nebo deska, lze jím též vysypávat dutiny. Má dobré izolační vlastnosti, vlákna jsou pevná v tahu, snadno se však lámou. Při instalaci lněné izolace je nebezpečí přeříznutí či přetržení vláken lnu. Vlákna se spojují do desek po vrstvách přírodním lepidlem ze škrobu. Tyto izolační desky se vyznačují vysokou pružností, a lze je proto jednoduše a beze spár upnout mezi krokve, přičemž není zapotřebí je ve střeše, stěnách a stropu přitloukat - izolace na vysoké technické úrovni bez použití umělých vláken a jiných syntetických látek. Kompostovat lze jen len ošetřený amonnými solemi, len ošetřený boraxem kompostovat nelze. Vkládaná polyesterová vlákna netlejí. Lněné izolační desky

výborně zvukově izolují. Izolace lnem se používala již před staletími, dnes se nachází neporušené lněné izolace v historických budovách.

(Dostupné z <http://www.i-ekis.cz/>).

### **Lněná izolace**

(přílohy, obr.38: Lněná izolace)

Popis výrobku: Všechny izolační desky odpovídají ustanovením stavebního práva a jsou k dostání v běžných tloušťkách. Obchodní značky: Heraflax, Isoflachs. Viz. (přílohy, tab.10: Parametry lněné izolace)

(Dostupné z <http://www.abrako.cz/www/ekobydlo-len>)

### **4.3.3 MATERIÁLY Z RÁKOSU**

Rákosové desky jsou strojově lisovaná rákosová stébla. Slouží jako stavební desky i jako nosič omítky pro vnitřní použití. Rákosové pletivo se používá pro omítku stěn i stropů.

Zboží	rozměr
Rákosová rohož 5 cm	200 x 100 cm
Rákosová rohož 3 cm	200 x 100 cm
Rákosové pletivo,70-ti stéblové	200 x 600 cm role

Použití ve stavebnictví bylo tradiční (střešní krytina, nosiče omítky, izolační desky), dnes je vytlačeno jinými materiály. Používá se pouze jednoleté rákosí, zpracovává se do desek, rolí nebo rohoží. Rákos má průměrné izolační vlastnosti, ve srovnání s jinými přírodními materiály je tvrdší a netleje. Přirozeně obsahuje kyselinu křemičitou, která zabraňuje vznícení. Rákos lze kompostovat.

**Rákosové desky** vázané drátem, které se prodávají v tloušťkách 2 a 5 cm. Lze je využít jak na vnější, tak i vnitřní zateplení domů. U vnitřního zateplení je vhodné použít jako krycí vrstvu jílovou omítku, která dokáže případnou vlhkost transportovat z konstrukce ven. Tepelně výborně nahradí klasické polystyrénové desky. Montáž je pomocí talířových hmoždinek velice jednoduchá. Rákos má oproti polystyrénu velkou výhodu v tom, že hermeticky neuzavírá dům, ale nechává ho při zachování výborných tepelně-izolačních vlastností dýchat. Nedochozí pak k převlhčování vnitřních prostor, které pak nemají sklony k plesnivění. Navíc má rákos několikanásobně delší životnost než polystyren.

(přílohy, obr.39: Rákosové desky a rohože)

**Rákosové rohože** ve formě tenké rohože plní funkci nosiče omítek u nesavých konstrukcí, například při omítání dřevěné konstrukce nebo OSB desek jílovou omítkou. Kontaktní izolace pro difúzně otevřenou konstrukci. Používá se pro udržení nahazované omítky, výplně stěn RD i pro izolaci podkroví RD.

## Hliněnorákosové desky

Fyzikální vlastnosti:

Laboratorní hodnota 0,042 - 48 W/Mk

Ohnivzdornost: DIN 4102 1. - B2. Třída

Objemová hmotnost: 190 kg/ m<sup>3</sup>

Mechanické vlastnosti:

Hmotnost: 2 cm cca 4,5 kg/m<sup>2</sup>

5 cm cca 9 kg/ m<sup>2</sup>

Výhodami jsou nízká hmotnost, vynikající tepelná a zvuková izolace, odolnost proti hlodavcům.

## Došky

Pokládají se v tloušťce cca 30 cm a mají výborné tepelněizolační vlastnosti. Rákos nabízí difúzně otevřené řešení střechy z přírodního material. Rákosové střechy mají zdvojenou funkci, jsou esteticky hodnotnou krytinou a tepelnou izolací zároveň. Je možné obnovit střešní krytinu bez nutnosti odstranění původní vrstvy rákosu (doplňováním). Protipožární opatření: lapače jisker na komínech, ochranné nástřiky, hasící systémy střech (Holandsko, Belgie, Dánsko).

*(přílohy, obr.40: Rákosové střechy)*

Rákosová střecha stabilizuje teplotní poměry v domě a může nám tak nahradit klimatizaci. Z hlediska využití podkroví k obytným účelům je velmi přínosná tepelně izolační schopnost rákosového střešního pláště, který již nepotřebuje být dalšími způsoby zateplován. Z architektonického hlediska jsou rákosové střechy velmi zajímavé svou měkkou linií, objemem, jež nemá v ostatních krytinách (vyjma slaměné) konkurenci, i svou přirozenou barvou a strukturou. Uplatnění rákosových střešních systémů je velmi široké, vedle rekonstrukcí památkových objektů i při výstavbě rodinných domů, chat, chalup, garáží, přístřešků, zahradních altánů, stájí aj. Tyto střechy se dají dokonale skloubit se všemi moderními střešními prvky (např. střešními okny), splňují i ty nejnáročnější technické požadavky. Rákos je použitelný i na geometricky složitých a tvarově komplikovaných plochách a přitom vždy vypadá doslova pohádkově. Došková střecha měla řadu nesporných výhod, z nichž mnohé stále přetrvávají. Došky si každý hospodář vyráběl převážně sám. Oprava poškozených míst byla jednoduchá a levná. Navíc se rákosová krytina v rámci údržby pouze doplňuje další vrstvou bez nutnosti odstranění krytiny původní. Došková střecha ze všech krytin nejlépe tepelně izolovala půdní prostor a bránila rychlému střídání teplot. Na takových půdách bývalo v létě chladno a v zimě teplo. Došková krytina taktéž brání zavátí sněhu do půdního prostoru a oproti ostatním krytinám je vzdušná a prodyšná. Pokud je dobře provedena, pak její životnost je velmi dobrá.

Každá střecha je ve své podstatě originálem. Její zhotovení je technologicky dosti náročné. Pokládka rákosu se provádí ručně, rovnoměrným "přišíváním" a "nabíjením" rozpuštěných rákosových svazků k dřevěné střešní konstrukci. Původně se krytina se přivazovala vrbovým proutím nebo měkkým vypáleným, poměděným nebo pozinkovaným drátem k laťování. Výška střechy bývala půl až dvě třetiny výšky stavení a vzdálenost krokví cca 1 metr. Vzdálenost laťování se řídí délkou rákosu (vzdálenost jednotlivých latí od sebe se upravovala

tak, aby každý došek ležel na třech latích). Konečná tloušťka krytiny se pohybuje mezi 30 - 40 cm, což zaručuje jak dokonalou izolaci proti vodě a slunečním paprskům, tak i izolaci tepelnou. K dosažení potřebné tloušťky střechy je nutno na 1 m<sup>2</sup> plochy položit 12-14 rákosových snopů. Mnohaletými zkušenostmi bylo ověřeno, že při této tloušťce může rákosová krytina úspěšně odolávat působení všech atmosférických vlivů. Je však třeba počítat s tím, že nejvíce namáhané části střechy, kterými jsou především hřebeny, je nutno zhruba po 10 letech prohlédnout a eventuelně doplnit. Záruční doba na materiál je 10 let, životnost střechy dosahuje 25 i více let. Čím je střecha strmější, tím ale slabší může být vrstva krytiny. Sklon sedlové střechy, na kterou má být položena rákosová krytina, se doporučuje minimálně 37°, přičemž norma udává 45° (odtud pak pochází výraz úhlová střecha).

S pošíváním střechy se začíná od spodní okapové řady. Každá vrstva se stabilizuje a přitahuje ke střešní konstrukci, čímž je zajištěna vodotěsnost krytiny. Rákosové snopy se pomocí dusadla pěchují (nabíjejí) směrem k hřebeni, tak je dosaženo optimálně rovné střešní plochy. Po navrstvení rákosových svazků se povrch střechy sčese a dorovná do výsledné podoby. Exponovaná místa nebo místa se zmenšeným sklonem je možné doplnit pojistnými foliemi, vloženými mezi vrstvy rákosu. Střecha je zakončena hřebenem, styk střešních rovin ukončuje rákosový hřebenáč, případně měděný plech, hřeben ze štípaných dřevěných šindelů nebo prken, či "zelený hřeben" osázený netřesky a vřesem. Velmi záleží na sebemenším detailu. Ten totiž může významně ovlivnit konečný vzhled a především funkčnost střechy.

Proti vnitřnímu ohni se došková krytina chránila hliněnou mazaninou, vyplňující obdélníkové přihrádky mezi latěmi a krokve. Proti vnějšímu ohni naopak poskytuje ochranu přirozené zarůstání mech. Dnes můžeme navíc povrch střešní krytiny ošetřit vodním sklem a dalšími přípravky, které jej chrání i proti ohni i slunečním paprskům a zvětšuje odolnost vůči vodě. Nátěr je možné opakovat každých 5 až 10 let.

*(Dostupné z <http://www.rakosovestrechy.cz/>)*

#### **4.3.4 MATERIÁLY Z KORKU**

##### **Vlastnosti korku**

Korek je difuzně propustný s nízkým faktorem difuzního odporu. Má schopnost regulovat relativní vlhkost vzduchu ve vnitřním prostoru budov. Kvalitní tepelně izolační vlastnosti vyjadřuje nízký součinitel tepelné vodivosti. Korek se nesmršťuje, je tvarově stálý a elastický, což se projevuje tím, že po stlačení má schopnost nabýt zpět svůj původní tvar. Je houževnatý a odolává opotřebení. Dobře vzdoruje teplotám, přirozeným způsobem čelí ohni a zpomaluje šíření požáru. Z hlediska požární odolnosti je řazen do skupiny B1, tzn. materiálů těžce hořlavých. Hořlavost korku lze ještě omezit přísadou vodního skla. Po celou dobu životnosti nemění své složení, odolává chemickým vlivům a bakteriím. Lze jej snadno řezat, vrtat a probíjet. Nepropouští kapaliny, proto netrouchniví a nepodléhá hnilobě. Je odolný vůči vlivům plísní a hub. Jako tenký podklad přispívá ke zvýšení kročejové neprůzvučnosti dřevěných podlah, protože má schopnost pohlcovat hluk. Výrobky z korku se po jejich likvidaci mohou recyklovat, kompostovat nebo spálit. Korková drť má velikost zrn 0,5 mm až

2,0 mm. Menší frakce se nazývá korková moučka, která slouží jako zásypová izolace nebo jako přísada do asfaltových tmelů.

### **Všestranně aplikovatelný materiál v celém domě**

K izolaci domů se korek nejčastěji využívá ve formě tzv. expandovaných aglomerátů vyrobených z korkové drti, kde jsou jednotlivé granule vzájemně pospojovány, bez pomoci cizích pojidel, vlastní pryskyřicí, která je vytěsněna působením vysokého tlaku a teploty. Zatížení životního prostředí je při zpracování korku velmi nízké. Pro své jedinečné vlastnosti slouží korek k mnoha účelům. Rozlišují se dvě formy – homogenní korek a korková drť. Z něj vytvořené výrobky jsou všestranně aplikovatelné v celém domě. Práce s ním je snadná, používá se především k tepelným a zvukovým izolacím. V současnosti se používá také na úpravu kontaktně izolovaných větraných fasád. Je materiálem použitelným do plochých a šikmých střech. Zvukově izolační vlastnosti se využijí při výstavbě podlah, stěn, příček a stropů. Z korku se vyrábějí desky v tloušťkách od 20 mm do 100 mm v odstupňování po 10 mm. Pro potřeby energetických úsporných domů se vyrábí okna, která mají ve vlysech okenních křídel i rámu vrstvu z korku. Korek v nich sehrává roli tepelné izolační vrstvy. Z korkové drti, která je zatmelena do asfaltu, se vyrábí asfalto-korková plst'. Má dvě tloušťky 5 až 6 mm a 8 až 10 mm. Dodává se v rolích širokých 1 m a dlouhých 10 m. Používá se pro izolování zvuku u dřevěných podlah a pod deskovým obložení. Dále k tlumení zvuku v pevných konstrukcích mezi masivními částmi staveb. Plst lze použít i ve styku dřevěných a betonových stavebních konstrukcí.

### **Vlastnosti korkové podlahy**

Korková podlaha je teplá, pohodlná pro chůzi a tlumí hluk. Vhodným podkladem pro všechny druhy laminátových, dřevěných, korkových podlah, podlahových povlaků z koberců a linoleí jsou korkové izolační role. Role jsou široké 50 mm a 1000 mm a jejich délka dosahuje 8 a 10 m. V tloušťce 2 mm zlepšuje tepelně izolační vlastnosti, absorbuje energii nárazů a tlumí kročejový hluk. Role také zamezuje výskytu elektrostatického náboje a zvyšuje komfort chůze po podlaze. Korek nepřitahuje prach, nadržuje se na něm nečistota. Proto je vhodný i do prostor, kde pobývají alergici a v domácnostech se zvířaty. Broušené i nebroušené korkové desky ve formě dlaždic velikosti 300/300/4 mm lze použít pro finální podlahové krytiny, kterou jsou vnímány jako příjemně teplé povrchy. Na povrchu se upravují lazurou z tvrdého oleje a balzámem z tvrdého vosku. K podkladu se lepí pomocí přírodních lepidel. Korek se také lepí na podkladové lamely z aglomerovaných desek, s nimiž vytváří jeden celek. Jejich komponenty potom jsou tři uceleném, vzájemně trvale spojené vrstvy. V případě použití korku ve vlhkém prostředí koupelny nebo kuchyně se jeho povrch opatří tvrdým olejovým voskem. Korek je možno také barevně tónovat a sladit barvu podlahy s nábytkem. Výhodou korkové podlahy je jednoduchá údržba a možnost lokální renovace.

*(Dostupné z <http://hobbystranky.cz/hobby/korek-jako-netradicni-stavebni-material>)*

### **Antivibrační korkové desky**

Používají se pod stroje a zařízení (lisy, vzduchotechnika). Zabraňují přenosu otřesů z jejich zdroje do okolí.

*(Obr.41: Antivibrační korkové desky)*

### **Kročejevé izolační desky**

Zabraňují přenosu zvuku při chůzi, využívají se k odhlučnění podlah (např. pod dlažbu, parkety apod.).

*(Obr.42: Kročejevá izolační deska)*

### **Izolační korkové desky**

Používají se jako izolace obvodových plášťů budov. Uplatňují se jak ve stěnových, tak i střešních systémech. Zabraňují vzniku tepelných mostů i v extrémních podmínkách (mrazírny, pekárny).

*(Obr.43: Aplikace korkové izolační desky)*

### **Korkové izolační role**

Tepelně i zvukově izolují. Jsou vhodné pod všechny podlahové krytiny. Prodávají se po běžných metrech. Jsou vhodné pro výrobu korkových tabulí s menšími rozměry. Izolují se jimi podlahy i stěny.

*(Obr.44: Korková izolační role)*

*(Dostupné z <http://www.korek.cz/>)*

## **4.3.4 MATERIÁLY ZE SLÁMY**

Dříve vysoká vrstva slámy na půdě zajišťovala tepelnou ochranu spodních místností. Slámou se dobře izolují spáry mezi trámy, řezanka ze slámy se míchá s hlínou do nepálených vepřovic a přidává se do omítek. Po zavedení lisů do zemědělské výroby se sláma začala využívat i k výstavbě domů. V České republice se zatím sbírají zkušenosti s využitím slámy ve stavebnictví a chybí důvěra v tento obnovitelný materiál. Sláma je perspektivní materiál, v některých ohledech předčí běžně užívané suroviny. Slaměné balíky se mohou použít na stavbu skladů nebo hospodářských objektů, ale i ubytovacích nebo církevních staveb. I u nás bylo postaveno několik jednoduchých rodinných domků, které stojí již několik desítek let bez poškození. Díky nízké tepelné vodivosti a vláknitému charakteru slámy, mají materiály z ní vyrobené relativně nízkou tepelnou vodivost. Tepelná vodivost je silně závislá na objemové hmotnosti (míře slisování) slámy. Zabudováním slaměných materiálů do konstrukce vnějšího pláště staveb lze přispět ke zlepšení jejich tepelně izolačních vlastností. Zřídka se používá neupravovaná sláma přímo jako tepelná izolace. Sláma ve formě balíků se dá použít jako izolace mezi dřevěné nosné konstrukce. Z dostatečně slisovaných balíků slámy lze vytvořit samostatně nosnou konstrukci. Záleží na místní dostupnosti balíků, jejich slisování a velikosti. Vhodně slisovaná sláma se dá použít na dodatečné zateplení venkovní fasády.

*(Obr.45: Dům izolovaný slámou)*

### **Ekopanely**

V České republice se výrobky ze slámy pro stavebnictví zabývá firma Ekopanely Jedousov u Přelouče. Dvě výrobní linky vyprodukují ročně kolem 200 tisíc m<sup>2</sup> ekopanelů. Výrobce má vybudovanou síť montážních firem, stavby zajišťuje i v rámci vlastních zdrojů. Část produkce firma exportuje především do Německa, Francie, Holandska a do Polska. Základní surovinou

pro výrobu ekopanelů jsou vlákna obilné slámy, která se ve výrobní lince tlakem a vysokou teplotou mění na panel. Polotovár potažený recyklovanou lepenkou se formátuje na požadovanou délku. Variabilně mají panely otvory pro rozvody elektroinstalace. Panely jsou dlouhé maximálně 2600 mm, široké 800 nebo 1200 mm a silné 60 mm. Průměrná plošná hmotnost výrobku činí  $24 \text{ kg/m}^2 \pm 10\%$ , objemová hmotnost dosahuje  $399 \text{ kg/m}^3$  a průměrná hmotnost stavební desky 1200 mm - 2,6 m je 75 kg. Tepelná vodivost  $\lambda = 0,102 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , tepelný odpor  $R = 0,56 \text{ m}^2\cdot\text{kW}^{-1}$ , akustický útlum 100 – 3500 Hz je 27 dB a požární odolnost 30 minut. Hlavními přednostmi ekopanelů jsou především samonosnost v kombinaci s tepelnou a akustickou izolací. Díky ceně a rychlosti montáže úspěšně nahrazuje nebo doplňuje tradiční stavební systémy.

*(Obr.č.46: Použití slaměných ekopanelů)*

*(Dostupné z [www.ekopanely.cz](http://www.ekopanely.cz))*

### **Přírodní rostlinné materiály použité na izolace ve stavebnictví podporují naši psychiku.**

Neodebírají tělu teplo. Regulují poměr relativní vlhkosti vzduchu. Tyto materiály jsou porézní, mají výborné akustické vlastnosti. Jsou netoxické, velmi dobře pohlcují ze vzduchu pachy a obecně látky způsobující problémy alergikům. Vyžadují minimální průmyslové zpracování, takže omezují vliv lidské činnosti. Jsou recyklovatelné.

## **5. ZÁVĚR**

Přírodní materiály svými vlastnostmi umožňují rozmanité použití v ekoenergetice nebo jako alternativní materiály ve stavebnictví. Přírodní materiály se mnohdy vyrovnají nebo v určitých vlastnostech i předčí obecně používané komerční produkty vyrobené z neobnovitelných zdrojů. Lze předpokládat, že stejně jako rostoucí poptávka v České republice po produktech ekologického zemědělství bude stejně růst i poptávka po přírodních a alternativních materiálech ať již jako zdroje energie nebo ve stavebnictví. Zároveň s rostoucím trhem a soustavným zdražováním energií se tyto alternativy mohou stát pro mnoho spotřebitelů zajímavými.

## 6. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

CHYBÍK, Josef. Přírodní stavební materiály. Praha : Grada Publishing, 2009. 272 s. ISBN 978-80-247-2532-1.

Naučný slovník zemědělský . Praha : SZN, 1977. 626 s. ISBN 07001770411.

Rostliny. Praha : Knižní klub, 2006. 512 s. 8024215799.

Sladký, V.: Konopí, šance pro zemědělství a průmysl. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací 2004

Metodické zásady pro pěstování konopí setého – AGRITEC výzkum, šlechtění a služby s. r. o., ŠUMPERK, Tyto metodické zásady byly realizována na základě výsledků projektu EP 0960996298 podporovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum České republiky.

Ing. Zdeněk Stražil, CSc.; Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha; Pěstování a využití některých netradičních rostlin ve fytoenergetice, dostupný z <http://stary.biom.cz/mag/28.html>

PETŘÍKOVÁ, Vlasta, et al. Energetické plodiny. 1 vydání. Praha : Profi Press, 2006. 127 s. Dostupné z WWW: <[www.agroweb.cz](http://www.agroweb.cz)>. ISBN 80-86726-13-4.

MOHAPL, Martin. Přírodní nebo průmyslové?. Dřevo&stavby. 2010, 1, s. 46-50.

MORÁVKOVÁ, Jana. Tajemství přírodních vláken. Dřevo&stavby. 2009, 4-5, s. 42-45

<http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/cez-obnovitelne-zdroje-rostou-solarni-a-vetrna-energie-ne.aspx>

Www2.zf.jcu.cz [online]. 2010 [cit. 2011-03-12]. Len přadný (Linum usitatissimum -L.). Dostupné z WWW: <[http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len\\_sety.htm](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Len_sety.htm)>.

Less [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Rychle rostoucí dřeviny. Dostupné z WWW: <<http://www.less.cz/r139-cz-rychle-rostouci-dreviny>>.

DŘEVOcentrum [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Dub korkový. Dostupné z WWW: <<http://drevo.celyden.cz/charakteristiky-drevin/dub-korkovy/>>.

<http://www.konopa.cz/>

ŠIROKÁ, Marie. KS ČR [online]. 2008 [cit. 2011-03-12]. Konopí jako alternativa... Dostupné z WWW:

<[http://81.0.228.110/UserFiles/File/2007\\_03\\_87\\_Konopi\\_jako\\_alternativa\\_pro\\_zemedelstvi\\_i\\_prumysl\\_Ceske\\_republiky.pdf](http://81.0.228.110/UserFiles/File/2007_03_87_Konopi_jako_alternativa_pro_zemedelstvi_i_prumysl_Ceske_republiky.pdf)>. <http://www.konopi.info/>

Ekovesnický.cz [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Postup zpracování lnu . Dostupné z WWW:

<[http://wwwold.ekovesnický.cz/clanek.php?sekce=REMESLA&id=zpracovani\\_lnu\\_2](http://wwwold.ekovesnický.cz/clanek.php?sekce=REMESLA&id=zpracovani_lnu_2)>.

<http://www.abrako.cz/www/ekobydlo-len>)

<http://www.integrabp.cz/podlahy/korkove-podlahy/meister>

<http://www.korek-jelinek.cz/cz/produkty/korek-ve-stavebnictvi>

Špunty.cz [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Korkový dub. Dostupné z WWW:

<<http://www.spunty.eu>

<http://www.ireceptar.cz/zahrada/uzitkova-zahrada/rychle-rostouci-dreviny-na-topeni-ii/>

Canabest [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.canabest.cz/>>.

Konopná izolace [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW:

<<http://www.konopna-izolace.cz/>>.

Přírodní izolace [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.prirodnizolace.cz/>>.

I-ekis [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.i-ekis.cz/>>.

KYNCL, Jan. Abrako.cz [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Abrako.cz. Dostupné z WWW:

<<http://www.abrako.cz/www/ekobydlo-len>>.

Rákosové střechy [online]. 2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW:

<<http://www.rakosovestrechy.cz/>>.

Wikipedie [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Dub korkový. Dostupné z WWW:

<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Dub\\_korkov%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dub_korkov%C3%BD)>.

Wikipedie [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Rákos obecný. Dostupné z WWW:

<[http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1kos\\_obecn%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1kos_obecn%C3%BD)>.

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Spaln%C3%A9\\_teplo](http://cs.wikipedia.org/wiki/Spaln%C3%A9_teplo)

STARŠIL, Zdeněk; ŠIMON, Josef. Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2011-03-12]. Stav a možnosti využití rostlinné biomasy v energetice ČR. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>.

Biom [online]. 2002 [cit. 2011-03-22]. Biomasa pro energii (1) Zdroje. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-1-zdroje>>.

MOTLÍK, Jan; VÁŇA, Jaroslav. Biom [online]. 2002 [cit. 2011-03-22]. Biomasa pro energii (2) Technologie. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-2-technologie>>.

Biom [online]. 2002 [cit. 2011-03-22]. Biomasa pro energii (1) Zdroje. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-1-zdroje>>.

Biom [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>.

WEGER, Jan: Topoly a vrby k energetickému užití. Biom.cz [online]. 2009-08-10 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.

Akad. arch. HOZMAN, Oldřich. Studio ARC, dDostupné z WWW: <[www.alterstav.cz](http://www.alterstav.cz)>.

Jiří Zach, Ph.D., Ing. Ivana Sedlářová, archiv firmy CANABIA, a.s., archiv firmy IZOLACE KONOPI CZ, s.r.o., Výzkumný záměr MSM 0021630511 Progresivní stavební materiály s využitím druhotných surovin a jejich vliv na životnost konstrukcí.

Ing. Jan Škopek, člen ČKAIT, OMEGA project s.r.o. konopné izolace)

Překlad z <http://www.extension.org/pages/30472/how-much-heat-does-biofuel-have>

Překlad z <http://www.kranemann.org/eng/hemp.html>

Překlad z THYGESEN, Anders. Rispubl/bio [online]. 2006 [cit. 2011-03-20]. Properties of hemp fibre polymer composites -An optimisation of fibre properties using novel defibration methods and fibre characterisation. Dostupné z WWW: <<http://130.226.56.153/rispubl/bio/biopdf/ris-phd-11.pdf>>. ISBN 87-550-3440-3.

## 7. SEZNAM PŘÍLOH

### Obrázky

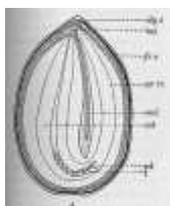
7.1 Výběr vhodných rostlinných kultur.....	62
7.2 Zpracování rostlinných materiálů pro energetické využití.....	69
7.3 Spalování, spalné teplo a výhřevnost různých rostlinných materiálů.....	75
7.4 Tepelně izolační vlastnosti materiálů.....	79

### Tabulky

7.5 Výběr vhodných rostlinných kultur.....	85
7.6 Spalování, spalné teplo a výhřevnost různých rostlinných materiálů.....	85
7.7 Tepelně izolační vlastnosti materiálů.....	88



Obr.č.1: Konopí seté



Obr.č.2: Konopné semeno



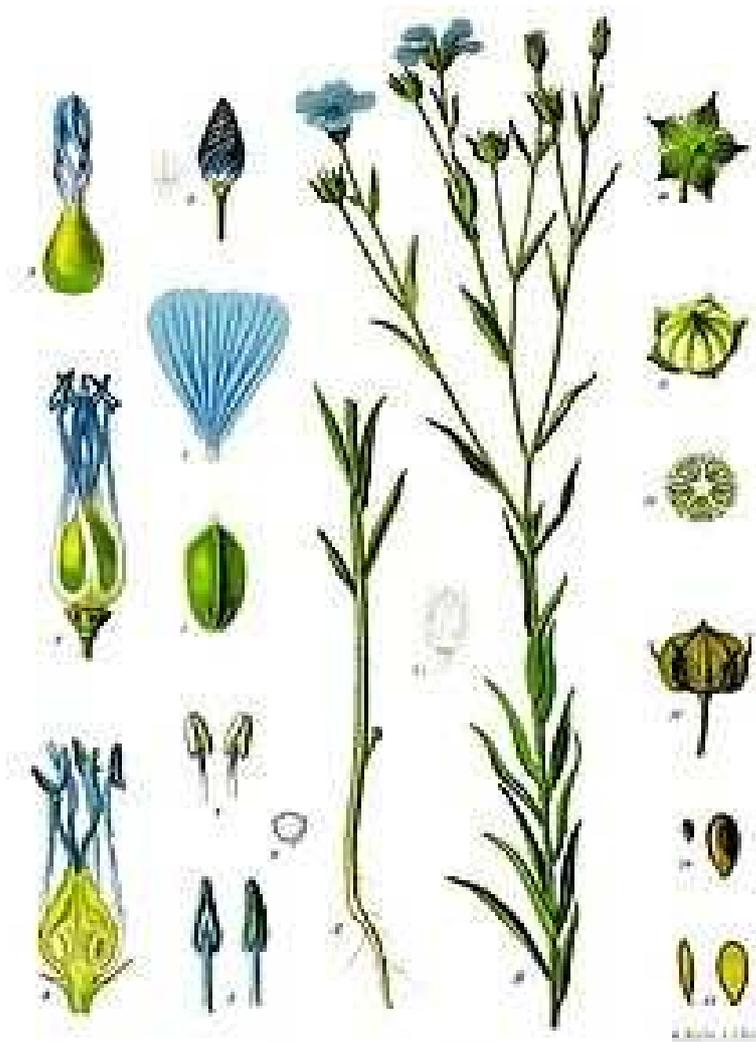
Obr.č.3: Vicon RF 121

(Dostupné z <http://www.haydayinc.com/images/2997553408.jpg>)



Obr.č.4: Konopářský sklizňový stroj „Blücher 02“

(Dostupné z <http://www.kranemann.org/eng/hemp.html>)



Obr.č.5: Len setý

(Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Len\\_set%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Len_set%C3%BD))





Oddenek



Stéblo

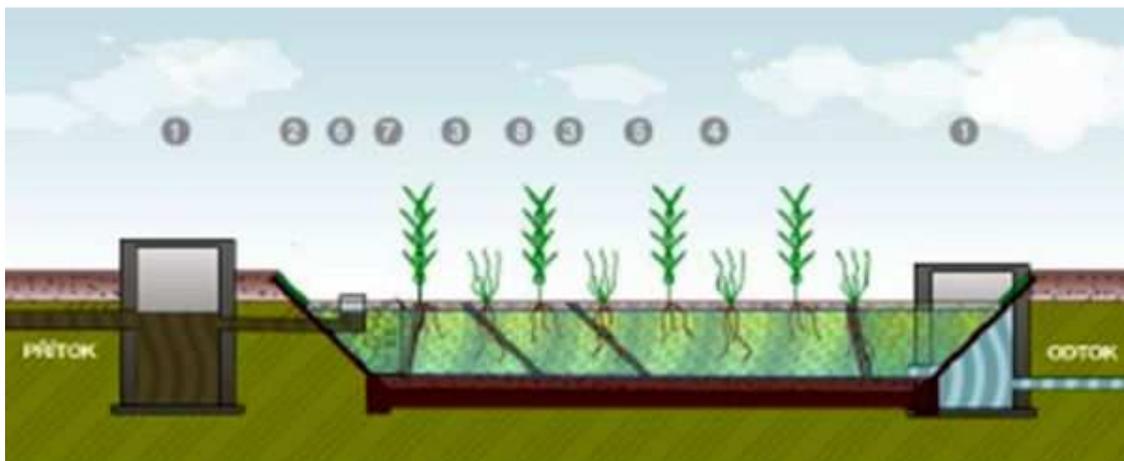


Rákosiny



Rákos svázaný do snopů a připravený na pokrytí střechy

Obr.č.6: Rákos obecný – pohled, nákres, oddenek, stéblo, rákosiny, snopy



Obr.č.7: Stanoviště rákosu

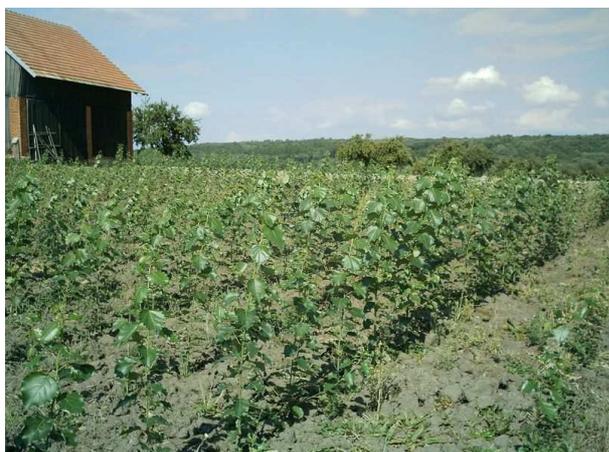
(Dostupné z [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/images/doc/schema2.jpg](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/images/doc/schema2.jpg))



Obr. č.8: Sklizeň výmladkové plantáže



Obr.č.9: Sklizeň Japonského topolu  
(Dostupné z WWW: <IReceptář [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Rychle rostoucí dřeviny na topení.)



Obr.č.10: Plantáž prvním rokem  
(Dostupné z [http://www.rrd-japonskytopol.cz/img/plantaz\\_prvnim\\_rokem.jpg](http://www.rrd-japonskytopol.cz/img/plantaz_prvnim_rokem.jpg))



Obr.č.11: Japonský topol

(Dostupné z [http://www.energeticky.cz/img/00415\\_japonsky\\_topol.jpg](http://www.energeticky.cz/img/00415_japonsky_topol.jpg))



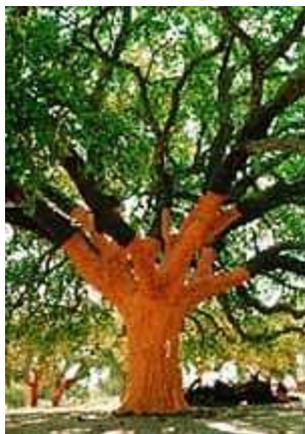
Obr.č.12: Plantáž japonského topolu

(Dostupné z [http://www.profizahrada.cz/images\\_data/1540-japonsky-topol-1.jpg](http://www.profizahrada.cz/images_data/1540-japonsky-topol-1.jpg))



Dub korkový - Algarve, Portugalsko

(Dostupné z [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Quercus\\_suber\\_algarve.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Quercus_suber_algarve.jpg))



(Dostupné z <http://krytosemennerostliny.xf.cz/dubk.jpg>)



borka před sloupnutím

(Dostupné

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Quercus\\_suber\\_aka\\_cork\\_oak.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Quercus_suber_aka_cork_oak.jpg))

z



(Dostupné

z

<http://gymtri.trinec.org/soubory/Biologie/2-rocnik/botanika/roslinna-pletiva/korek.JPG>)



Průřez kmenem

(Dostupné

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Cork\\_oak\\_trunk\\_section.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Cork_oak_trunk_section.jpg))

z

Obr.č.13: Korkový dub



Obr.č.14: Tírna vyroseného konopí  
(Dostupné z [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/obrazky/45-Tirna\\_vyroseneho\\_konopi.jpg](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/obrazky/45-Tirna_vyroseneho_konopi.jpg))

[http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/obrazky/45-Tirna\\_vyroseneho\\_konopi.jpg](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/obrazky/45-Tirna_vyroseneho_konopi.jpg)



Pěstování konopí



Starší rostliny konopí



Sklizeň usušeného konopí



Máčení ve vodě



Dekortifikace



Svazky konopných vláken



Rohože z konopných vláken



Lis



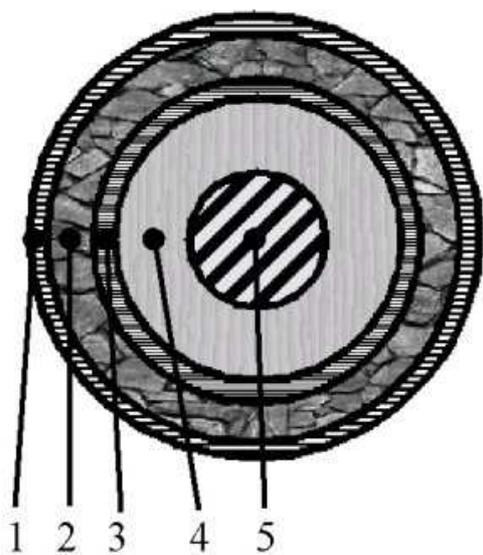
Konopný kompozit

Obr.č.15: Postup zpracování konopí

(Dostupné z WWW: <<http://130.226.56.153/rispubl/bio/biopdf/ris-phd-11.pdf>>. ISBN 87-550-3440-3.)



Obr.č.16: Čištění konopných vláken



Obr.č.17: Stonek lnu



Obr. č.18: Zpracování lnu

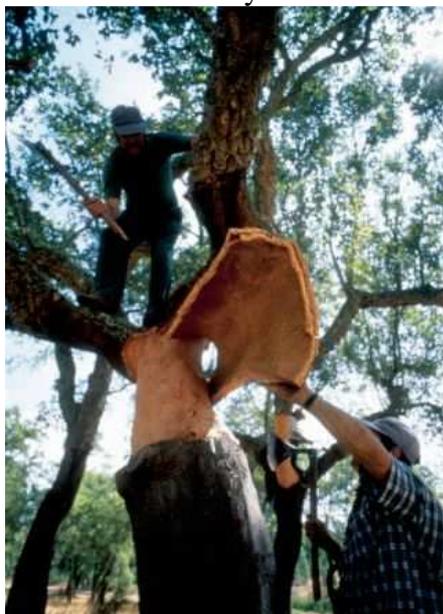
(Dostupné z [http://i3.cn.cz/14/1274613552\\_len.jpg](http://i3.cn.cz/14/1274613552_len.jpg))



Obr.č.19: Adaptér New Holland pro sklizeň rychle rostoucích dřevin



Obr.č.20: Plantáž rychle rostoucích dřevin



Obr.č.21: Sklizeň korku

(Dostupné z <http://www.integrabp.cz/podlahy/korkove-podlahy/meister>)



Obr.č.22: Loupání kůry



(Dostupné z <http://www.spunty.eu/images/suseni.jpg>)

Obr.č.23: Uložení oloupané kůry



(Dostupné z <http://www.korek-jelinek.cz/cz/produkty/korek-ve-stavebnictvi>)

Obr.č.24: Korkové izolace



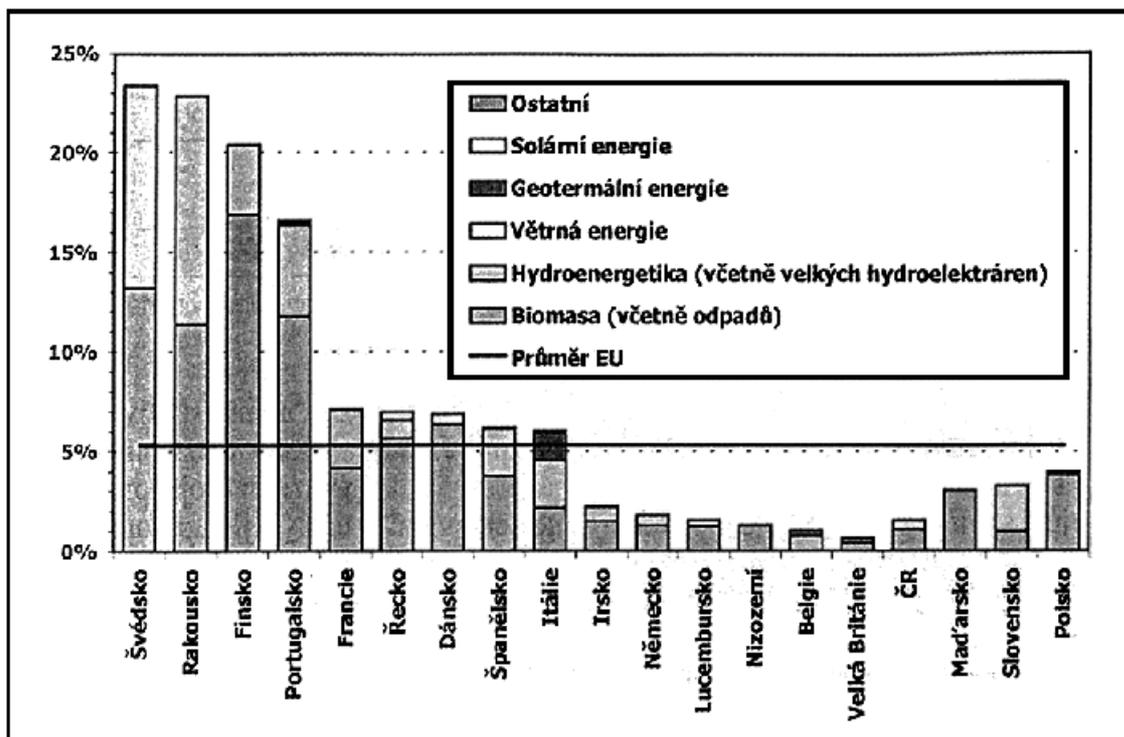
(Dostupné z [http://www.svet-bydleni.cz/Files/FckGallery/straw\\_panel.jpg](http://www.svet-bydleni.cz/Files/FckGallery/straw_panel.jpg))

Obr.č.25: Slaměná deska



(Dostupné z <http://www.tzb-info.cz/3233-slamene-desky-ve-stavebnictvi>)

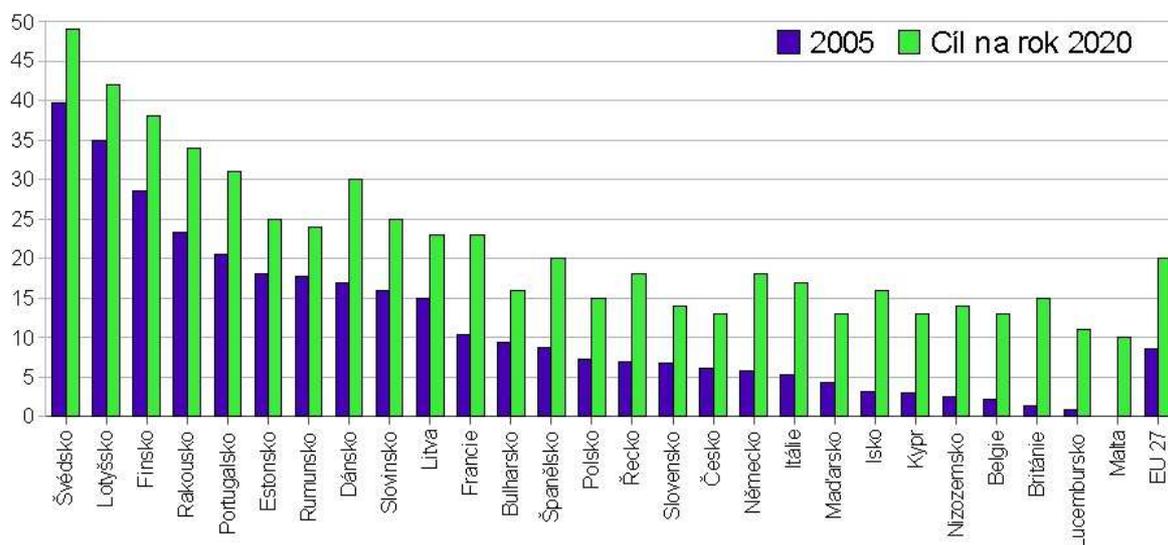
Obr.č.26: : Slaměný panel



Podíl obnovitelných zdrojů na tuzemské spotřebě primárních energetických zdrojů - 1995

biom

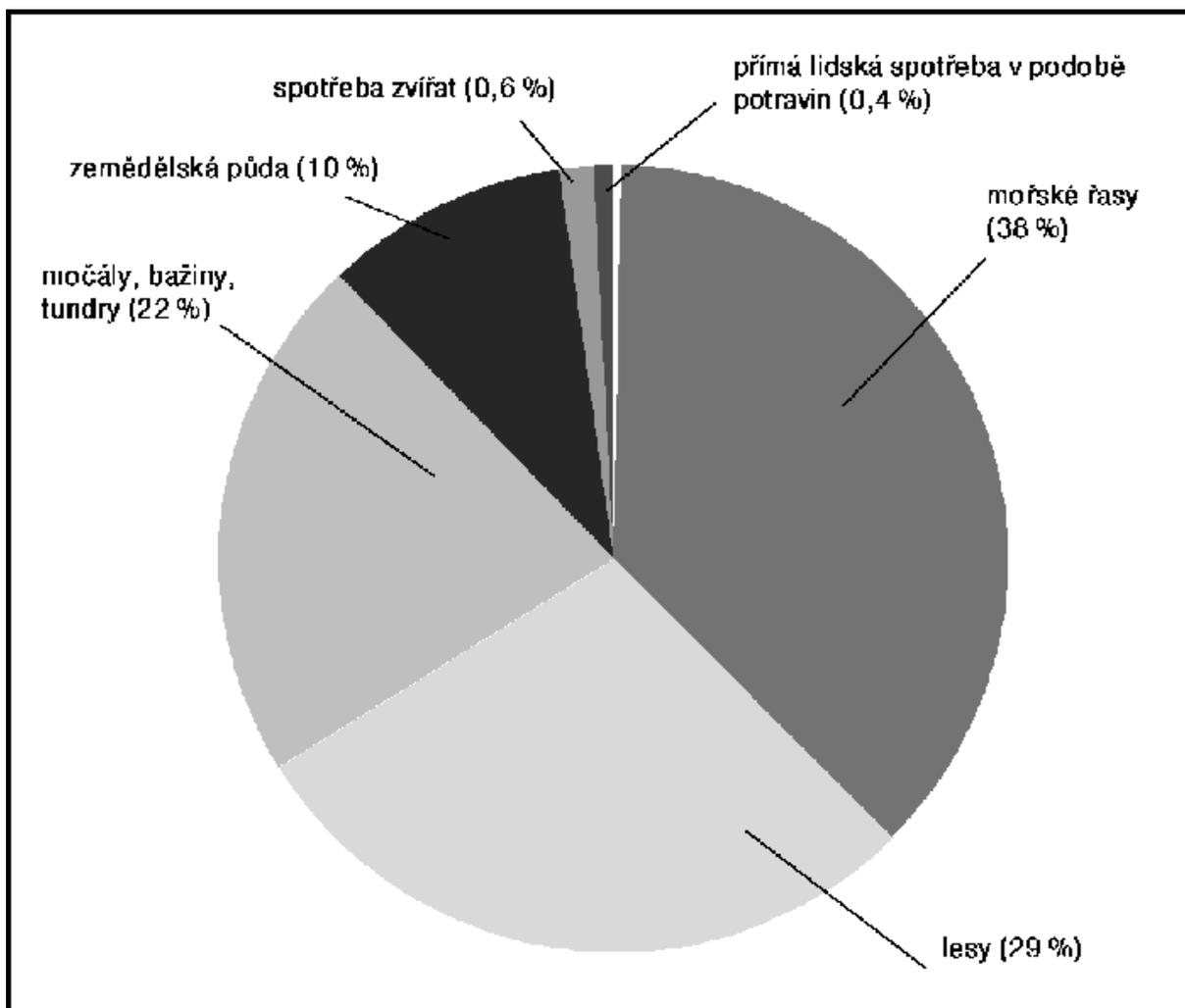
### Podíl obnovitelných zdrojů energie



Podíl obnovitelných zdrojů energie - plán EU na rok 2020

(Dostupné z <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/cez-obnovitelne-zdroje-rostou-solarni-a-vetrna-energie-ne.aspx>)

Obr.č.27: Podíl obnovitelných zdrojů energie



Obr.č.27: Rozdělení energetického potenciálu biomasy

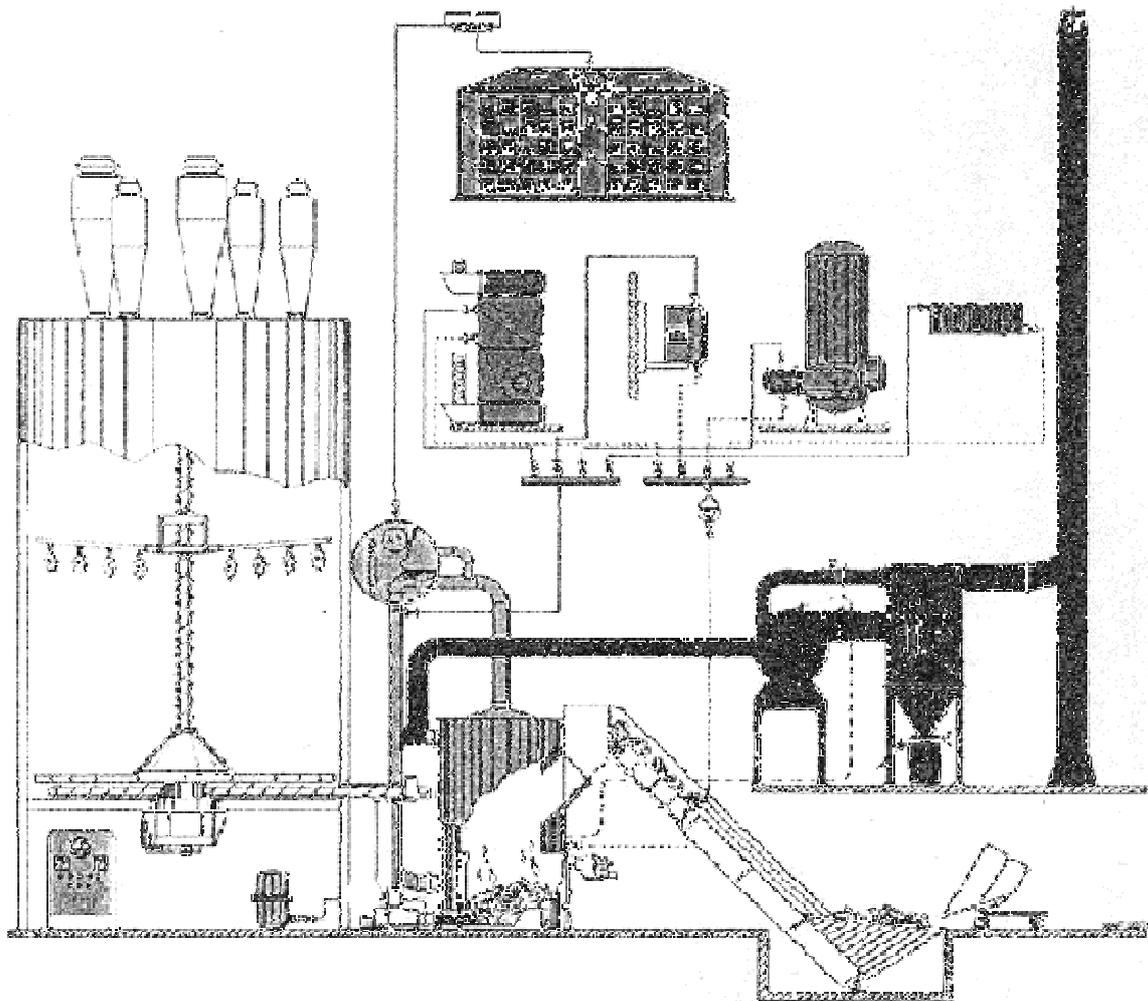
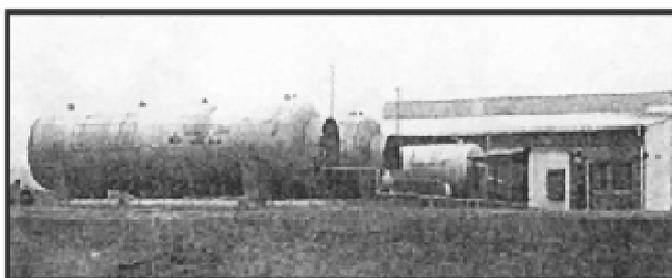
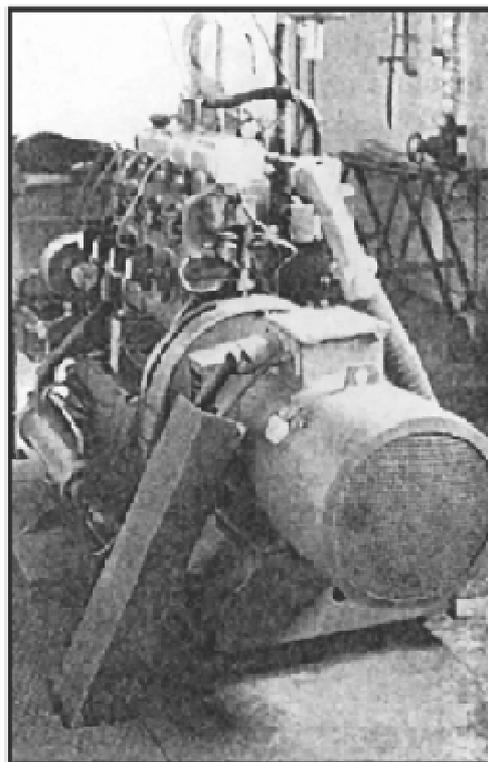
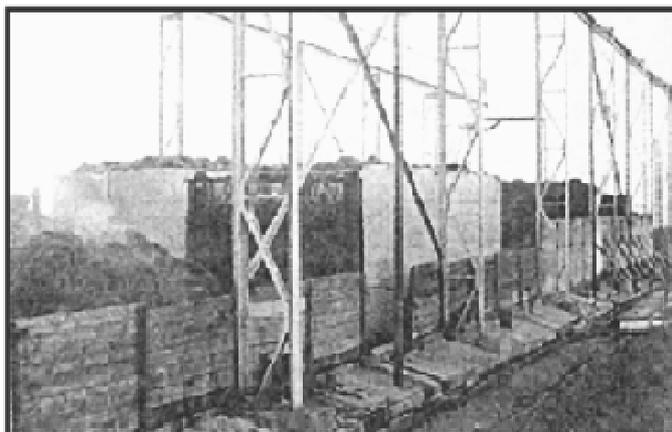


Schéma belgické kotelny na spalování dřevní štěpky (výkon 350 kW)

A1 - nízkotlaký parní kotel VIF LD, A2 - parní přehřívač, B1 - zásobník dřevního odpadu s vybíračem - systém VIMATIC, B2 - dávkovač paliva, B3 - pomocný hořák, B4 - dávkovač kusového dříví, D1 - expanzní nádoba, E1 - kolektor, E1 až E5 - odběr tepla (vytápění, ohřev vody a vzduchu, klimatizace, sušení)

Obr.č.28: Schéma kotelny na spalování dřevní štěpky



Obr. 7: Bioplynová stanice na slamnatý hnůj v Jindřichově. A - celkový pohled na zpracování slamnatého hnoje. Vlevo prefermentace, uprostřed plnění do mřížových košů, vzduchotěsné uzavření zvoncem a vpravo vzadu (černá hmota) je odplyněný hnůj, B - skladování bioplynu C - motorgenerátor na výrobu elektřiny a tepla

Obr.29: Bioplynová stanice na slamnatý hnůj



Obr.č.30: Zimní sklizeň rychle rostoucích dřevin pro energetické účely Obr.č.31: Sklizeň řepkové slámy



Obr.č.32: Úprava zbytků sklizně (slámy) drcením



(Dostupné z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn> 20.2.2011 )

Obr.č.33: Bioplynová stanice



Obr.č.34: Konopné těsnicí provazce



Obr.č.35: Použití desek z konopného vlákna



Obr.č.36: Tepelné izolace z odpadního pazdeří



Obr.č.37: Použití konopné vlny



OBR.Č.38: LNĚNÁ IZOLACE



Obr.č.39: Rákosové desky a rohože



(Dostupné z WWW: <<http://www.rakosovestrechy.cz/>>.)

Obr.č.40: Rákosové střechy



Obr.č.41: Antivibrační korkové desky



Obr.č.42: Kročejová izolační deska



Obr.č.43: Aplikace korkové izolační desky



Obr.č.44: Korková izolační role



foto: Ester Havlová

Obr.č.45: Dům izolovaný slámou



Obr.č.46: Použití slaměných ekopanelů

Spalování			
- chemické přeměny	- suché procesy	- pyrolýza	
		- zplyňování	
	- mokré procesy	- chemické	
		- biologické	- kvašení
			- fermentace

Tabulka č.1: Využití energie biomasy

Spalná tepla a výhřevnosti pro paliva		
Druh paliva	Spalné teplo (kJ / kg)	Výhřevnost (kJ / kg)
Dřevo suché	21	19.7
Tráva suchá	18.5	17.4
Uhlí	28	26
Zemní plyn	42.5	38.1
Topný olej	45.9	43
Benzín	47.9	43.8
Ethanol	29.8	26.9

Tabulka č.2: Spalná tepla a výhřevnosti pro paliva

Druh biomasy	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Objemová měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
Polena (měkké dřevo)			(volně ložená)
	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
Dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225
Sláma (obiloviny)	10	15,50	120 (balíky)
Sláma (řepka)	10	16,00	100 (balíky)
Tříděný komunální odpad	20 - 38	9 - 14	
Bioplyn		cca 25 MJ/m <sup>3</sup>	

Tabulka č.3: Obsah vody, výhřevnost a objemová měrná hmotnost biomasy

Palivo	Výhřevnost (MJ/kg)
nafta	42,6 MJ/kg <= 11,83 kWh
topný olej (těžký)	40,3 MJ/kg <= 11,19 kWh
zemní plyn	36,0 MJ/kg <= 10,08 kWh
koks (černé uhlí)	28,3 MJ/kg <= 7,86 kWh
bioplyn	25,0 MJ/kg <= 6,95 kWh
dřevo	15,5 MJ/kg <= 4,30 kWh
sláma	14,2 MJ/kg <= 3,90 kWh
hnědé uhlí	11,1 MJ/kg <= 3,08 kWh

Tabulka č.5: Výhřevnost kapalných a tuhých paliv

	dostupný potenciál	využívaný potenciál
dřevo	32,8	16,2
obilní sláma	6,1	0,04
řepková sláma	9,8	0,2
bioplyn	7	1
bionafta	9,2	2,3
bioetanol	9	0
energetické rostliny	22,5	0
celkem	97 PJ	19,7

Tabulka č.6: Shrnutí potenciálu

Vlastnosti vybraných přírodních stavebních materiálů porovnané s jinými materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Objemová hmotnost $\rho$ [kg·m <sup>-3</sup> ]	Měrná tepelná kapacita $c$ [J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Faktor difuzního odporu $\mu$ [-]
Len	0,037-0,045	20-80	1300-1600	1
Konopí	0,035-0,050	20-100	1300-1600	1-2
Rákos	0,045-0,055	190-225		1-2
granulované desky	0,055	190-240		10
rohože	0,055	155		2
Slaměné balíky	0,052-0,080	90-110		2
Sláma	0,046-0,060	90-150		1-2,5
balíky	0,052-0,080	85-115		2,5
panely	0,100	390		4
Seno	0,040	30-65	2196	1-2
Minerální vata	0,035-0,045	22-200	840	1-2
Skelná vata	0,035-0,045	20-150	840-1000	1-2

Tabulka č.7: Vlastnosti vybraných přírodních stavebních materiálů porovnané s jinými materiály

Hodnoty podílu energetické složky PEI a míra vlivu produktu na kvalitu životního prostředí vyjádřená parametry GWP a AP

	$\rho$ [kg·m <sup>-3</sup> ]	PEI [MJ·kg <sup>-1</sup> ]	GWP [kg CO <sub>2</sub> ekv ·kg <sup>-1</sup> ]	AP [kg SO <sub>2</sub> ekv ·kg <sup>-1</sup> ]
Lněné rohože bez PE vláken	30	34,000	0,121	0,00772
Lněné rohože s PE vlákny	30	38,000	0,364	0,00874
Konopné rohože bez PE vláken	30	27,100	-0,377	0,00437
Konopné rohože s PE vlákny	30	31,100	-0,133	0,00539
Minerální vata	33	23,300	1,640	0,01050
Skelná vata	25	49,800	2,260	0,01600

*Tabulka č.8: Hodnoty podílu energetické složky PEI a míra vlivu produktu na kvalitu životního prostředí vyjádřená parametry GWP a AP*

(*CHYBÍK, Josef. Přírodní stavební materiály. Praha : Grada Publishing, 2009. 272 s. ISBN 978-80-247-2532-1.*

*MOHAPL, Martin. Přírodní nebo průmyslové?. Dřevo&stavby. 2010, 1, s. 46-50.*

*MORÁVKOVÁ, Jana. Tajemství přírodních vláken. Dřevo&stavby. 2009, 4-5, s. 42-45.)*

Porovnání dvou konkrétních podobných výrobků Termoizolační rohož CANABEST BASIC - objemová hmotnost 24 kg/m<sup>3</sup>

tloušťka (mm)	rozměry (mm)	ks / bal	balení		paleta		Basic Kč / m <sup>2</sup>	Basic natur (pojivo z kukuřičného škrobu) Kč/m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>		
<b>40</b>	1200 x 600	12	8,64	0,346	69,12	2,765	<b>76 Kč</b>	<b>104 Kč</b>
<b>50</b>	1200 x 600	10	7,2	0,360	57,6	2,882	<b>95 Kč</b>	<b>130 Kč</b>
<b>60</b>	1200 x 600	8	5,76	0,346	46,08	2,765	<b>114 Kč</b>	<b>156 Kč</b>
<b>80</b>	1200 x 600	6	4,32	0,346	34,56	2,765	<b>152 Kč</b>	<b>208 Kč</b>
<b>100</b>	1200 x 600	5	3,6	0,36	28,80	2,880	<b>190 Kč</b>	<b>260 Kč</b>
<b>120</b>	1200 x 600	4	2,88	0,346	23,04	2,765	<b>228 Kč</b>	<b>312 Kč</b>
<b>140</b>	1200 x 600	3	2,16	0,302	17,28	2,419	<b>266 Kč</b>	<b>364 Kč</b>
<b>160</b>	1200 x 600	3	2,16	0,346	17,28	2,765	<b>304 Kč</b>	<b>416 Kč</b>

Isover ORSIK

$\lambda_D = 0,039 (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$

	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Balení (m <sup>2</sup> )	Balení (m <sup>3</sup> )	Tepel. odpor R <sub>D</sub> (m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> )	Cena bez DPH (Kč/m <sup>2</sup> )
	Do 48 hod. 40	1200 x 600	8,64	0,35	1,05	48
	50	1200 x 600	7,20	0,35	1,30	60
	60	1200 x 600	5,76	0,35	1,55	72
	Do 48 hod. 80	1200 x 600	4,32	0,35	2,10	96
	Do 48 hod. 100*	1200 x 600	4,32	0,35	2,60	120
	120*	1200 x 600	3,60	0,35	3,15	144
	140*	1200 x 600	2,88	0,35	3,65	168
	Do 48 hod. 160*	1200 x 600	2,88	0,35	4,15	192
	180*	1200 x 600	2,16	0,35	4,70	216
	200*	1200 x 600	2,16	0,35	5,25	240

Univerzální izolace do šikmých střech. \* Komprimované výrobky. Vyšší tloušťky je možné dodat na vyžádání.

Tabulka č.9: Porovnání dvou konkrétních podobných výrobků

Oblast použití	tepelná a zvuková izolace stěn a stropů, tepelná izolace pro výstavbu podkroví
Užitný typ:	W/WL
Objemová hmotnost:	30 kg/m <sup>3</sup>
Součásti:	lněná vlákna, škrob, borax
Tepelná vodivost:	max. 0,037 W/mK dle DIN 18 165, skupina teplené vodivosti 040
Hořlavost:	třída B2 dle DIN 4102 (roztok borové soli)
Difúzní odpor:	m = 1
Forma dodání:	pružná deska k upnutí
Tloušťka:	40 - 200 mm
Délka:	1.000 mm
Šířka:	625 mm
Odolnost:	odolný proti hnilobě, napadení plísněmi a působení hmyzu
Ekologická snášenlivost:	Je složen z obnovitelné suroviny, nízká spotřeba energie při výrobě a montáži, při zpracování nedráždí kůži, schopnost regulace vlhkosti, ekologická likvidace
Osvědčení:	osvědčení č. Z-23.11-1010 vydané Německým ústavem pro stavební techniku v Berlíně
Kontrola jakosti:	úřední kontrola jakosti FIW v Mnichově
Výrobní sortiment doplňují:	lněná plst' šířky 1 m v tloušťce 2, 5 a 10 mm, plstěné pásy šířky 5 a 10 cm v tloušťce 5 a 10 mm a výplňový materiál ze lnu

*Tabulka č.10: Parametry lněné izolace*