

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA**

**KATEDRA ROZVOJOVÝCH A ENVIRONMENTÁLNYCH ŠTÚDIÍ**

**BAKALÁRSKA PRÁCA**  
**Konope ako cesta k udržateľnej výrobe**



Vypracoval: Juraj Csáder

Študijný odbor: Rozvojové a environmentálne štúdia

Vedúci bakalárskej práce: Mgr. et Mgr. Tomáš DANĚK, Ph.D.

Olomouc 2024

## ABSTRAKT

Ľudská civilizácia stále rastie a s ňou aj jej potreby. To prináša znepokojenie a problémy súvisiace s týmto trendom ako sú vyčerpanie zdrojov, zmeny klímy, znečistenie prostredia a ovzdušia a zdravotné problémy, nútia k hľadaniu ekologických alternatív k environmentálnym problémom. V posledných rokoch sa Konope začalo stávať viac populárnym ako možná cesta k udržateľnejšej spoločnosti pre svoje skleníkovú negatívne, netoxické, liečivé a biologicky odbúrateľné vlastnosti. *Cannabis sativa* L. alebo priemyselné konope má ako jedna z prvých domestikovaných rastlín človekom, pôvodom najpravdepodobnejšie zo strednej Ázie. Od dávnych čias sa človekom využívali rôzne časti rastliny na tkanie, výrobu papiera, osivo pre ľudskú konzumáciu, pradenie, krmivo pre zvieratá a na lekárske a zdravotné účely. Bohužiaľ, z dôvodu psychoaktívnych a rekreačných vlastností spojených s touto rastlinou s mnoho blahodarnými vlastnosťami nakoniec v 19. storočí stratila svoj význam a dôležitosť a jej pestovanie sa stalo nezákonným. Ľudia v spoločnosti zmenili svoje vnímanie k tejto rastline a začali ju považovať za negatívnu. V poslednej dobe sa v stavebnom, energetickom, potravinárskom, farmaceutickom, papierenskom a v iných odvetviach prejavilo, že konope je sľubným riešením. Od vtedy bolo pestovanie konope znovuzrodené, v mnoho krajinách zlegalizované a v mnohých prípadoch došlo k dobrej reimplementácii závodov pri vytváraní zeleného hospodárstva. Cieľom tejto práce je upozorniť na aplikáciu a využitie a ukázať jej vynikajúce vlastnosti pri minimalizácii environmentálnych problémov na základe poznatkov z rôznych vedeckých článkov a výskumov bude predstavený a hodnotený potenciál obchodného a hlavne priemyselného a poľnohospodárskeho závodu, so zameraním hlavne na stavebný, energetický, papierenský a plastový priemysel, so snahou väčšieho záujmu o túto plodinu ako možnú cestu k udržateľnosti a väčšiu aktivitu s ňou spojenou.

**Kľúčové slová:** Udržateľnosť, rozvoj, konope, vlákno, priemysel, poľnohospodárstvo, bioprodukt.

## **ABSTRACT**

The requirements of human civilization are expanding. Depleted resources, geographic shifts, air and environmental pollution, and health issues are some of the issues and worries associated with this trend that are driving the need to find environmentally friendly substitutes for environmental products. Because of its greenhouse-negative, non-toxic, therapeutic, and biodegradable qualities hemp begun to gain popularity as a potential route towards a sustainable society in recent years. One of the first plants that people tamed was *Cannabis sativa* L., or hemp. It is most likely native to Central Asia. Humans employed different plant components since ancient times to manufacture paper, edible seeds, yarn, animal feed, and medicinal and wellness products. Unfortunately, this plant lost its significance in the 19th century and its cultivation was made illegal due to its psychotropic and recreational qualities, which are linked to many positive reasons. People's opinions about this plant shifted, and they started to see it negatively. Hemp has recently showed promise in a number of areas, including paper, energy, food, medicine, and construction. Since then, hemp farming has flourished once again, been made legal in several nations, and in many cases, plants have been reintroduced to foster a green economy. With an emphasis primarily on the paper, plastic, and construction industries, this work aims to highlight the application, use, and consideration of the main features of commercial, industrial, and agricultural plants in the context of environmental minimization problems. Drawing on knowledge from a variety of scientific articles and researches, the potential of these plants will be presented and evaluated. As such, I hope to spark more interest in this crop as a potential route to sustainability and more activity related with it.

**Key words:** Sustainability, development, hemp, fiber, industry, agriculture, organic product.

Týmto by som chcel poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce, doktorovi Tomášovi Daňkovi, ktorý mi venoval čas a energiu, a s trpezlivosťou poskytol rady k práci. Takisto ďakujem za prívetivý prístup.

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne, pod vedením Mgr. et Mgr. Tomáš DANĚK, Ph.D. a s použitím literatúry uvedenej na konci práce

V olomouci dňa. ....

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2021/2022

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Juraj CSÁDER**  
Osobní číslo: **R200169**  
Studijní program: **B0588A330001 Mezinárodní rozvojová a environmentální studia**  
Téma práce: **Konope ako cesta k udržateľnej výrobe**  
Zadávací katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

### Zásady pro vypracování

Predmetom bakalárskej práce bude analýza možností využitia konope ako suroviny s udržateľným spôsobom výroby. Cieľom práce bude analýza náročnosti výrobného procesu surovín z konope, a ďalej možnosti a vhodnosti ich využitia na výrobu vybraných komodít, najmä papiera, plastu, alternatív k ropným produktom a biomasy, popri prípade ďalších.

Rozsah pracovní zprávy: **10 – 15 tisíc slov**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Jazyk zpracování: **Slovenština**

#### Seznam doporučené literatury:

- Muneer, Faraz, 2012. Evaluation of the sustainability of hemp fiber reinforced wheat gluten plastics. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
- S. Amaducci, H. Gusovius 2010. Hemp – Cultivation, Extraction and Processing. J RG. MÜSSIG, Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications (st. 109-134).
- R. Sausserde, A. Adamovics, 2013. Industrial hemp for biomass production. Journal of Agricultural Engineering vydanie č. 44.
- Lokendra Pal, Lucian A. Lucia, 2019. Renaissance of Industrial Hemp: A Miracle Crop for a Multitude of Products. BioResources vydanie č. 14.
- Fieke Dhondt, S. S. Muthu, 2021. Hemp and Sustainability – Sustainable Textiles: Production, Processing, Manufacturing & Chemistry

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.**  
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: 17. května 2022  
Termín odevzdání bakalářské práce: 12. dubna 2023

L.S.

---

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

---

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 17. května 2022

# OBSAH

<b>ZOZNAM OBRÁZKOVÝCH PRÍLOH.....</b>	<b>9</b>
<b>ZOZNAM SKRATIEK.....</b>	<b>10</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 CIEĽ A ÚLOHY PRÁCE.....</b>	<b>13</b>
<b>2 METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>14</b>
<b>ZOZNAM SKRATIEK.....</b>	<b>15</b>
<b>3 VYMEDZENIE POJMOV.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RASTLINA KONOPE.....</b>	<b>20</b>
4.1 PÔVOD A HISTÓRIA KONOPE.....	20
4.2 MORFOLÓGIA PRIEMYSELNÉHO KONOPE.....	21
4.2.1 KOREŇ.....	21
4.2.2 STONKA.....	21
4.2.3 LISTY.....	21
4.2.4 KVET.....	22
4.2.5 PLOD.....	22
4.3 BIOCHÉMIA PRIEMYSELNÉHO KONOPE.....	23
4.4 KULTIVÁCIA PRIEMYSELNÉHO KONOPE.....	24
4.4.1 SOCIALNE A EKONOMICKÉ ASPEKTY PRIEMYSELNÉHO KONOPE..	27
<b>5 KONOPE AKO BUDÚCNOSŤ UDRŽATEĽNOSTI.....</b>	<b>29</b>
5.1 TEXTILNÝ PRIEMYSEL.....	29
5.2 PAPIERENSKÝ PRIEMYSEL.....	31
5.2.1 TECHNICKÁ REALIZÁCIA.....	32

5.3	KONOPE AKO STAVEBNÝ PRIEMYSEL.....	34
5.3.1	KONOPNÝ BETÓN.....	35
5.3.2	STAVEBNÉ DREVOVLÁKNITÉ DOSKY.....	36
5.3.3	KONOPNÝ IZOLAČNÝ MATERIÁL.....	38
5.4	PLASTY NA BÁZE KONOPE.....	39
5.4.1	KOMPOZITNÉ PLASTY.....	41
5.4.2	NEVÝHODY KONOPNÉHO PLASTU.....	43
5.5	KONOPE AKO BIOPALIVO.....	43
5.5.1	TUHÉ BIOPALIVÁ.....	44
5.5.2	KVAPALNÉ BIOPALIVÁ.....	45
5.5.3	BIOPLYN.....	46
<b>6</b>	<b>DNEŠNÉ PROBLÉMY S PRODUKCIOU KONOPE.....</b>	<b>48</b>
	<b>ZÁVER.....</b>	<b>49</b>
	<b>ZOZNAM LITERATÚRY.....</b>	<b>52</b>
	<b>ZOZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJOV.....</b>	<b>59</b>
	<b>ZOZNAM ZDROJOV OBRÁZKOVÝCH PRÍLOH.....</b>	<b>59</b>



## **ZOZNAM OBRÁZKOVÝCH PRÍLOH**

Obr. č. 1, Krajiny produkujúce priemyselné konope.....	24
Obr. č. 2, možnosti využitia konope.....	28
Obr. č. 3, možnosti využitia konopnej biomasy na výrobu biopaliva.....	44

## **ZOZNAM SKRATIEK**

**OSN** – Organizácia spojených národov

**THC** - delta-9-tetrahydrokanabinol

**CBD** - kanabidiol

**FAO** – Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo

**MMCF** – Človekom vyrobené celulózne vlákno

**CO<sub>2</sub>** – Oxid uhličitý

**Ha** – Hektár

**Ph** – vodíkový exponent

**MPa** - Megapascal

**TSCA** – Zákon o kontrole toxických látok

**VOC** – Prchavá organická látka

**MJ** - Megajoule

**UV** – Ultrafioleové žiarenie

**kJ·kg<sup>-1</sup>** - kilojoule na jeden kilogram

**NPK** - granulované viaczložkové hnojivo, ktoré obsahuje dusík, fosfor a draslík.

## ÚVOD

Antropogénne emisie skleníkových plynov sa ukázali ako najviac dominantný faktor zmeny klímy. Sú zodpovedné za nárast takmer 1°C globálnej teploty nad pred-industriálnu úroveň. Následkom toho je postupné vymieranie svetového obyvateľstva a otváranie zraniteľností prírodných systémov. Teploty presahujúce fyziologické tolerancie druhov, zmeny v zrážkových vzorcoch, topenie ľadovcov a stúpajúca hladina morí, pozitívny vplyv na škodlivé druhy, a toto je len zopár z najviac obávaných problémov (Cahill A. E. et al. 2013). Ako spozorovanie problému, medzivládna organizácia OSN v roku 2018 stanovila hranicu zvýšenia teploty do 1,5 °C v priemernom oteplení nad pred-industriálnu úroveň. To znamená, že nárast globálneho otepľovania za túto úroveň by spôsobil, že je planéta menej ako vhodná pre ľudský život. V súlade s tým, vedci odporúčajú vziať kontrolu nad emisiami skleníkových plynov nízko uhlíkovým hospodárstvom, rozvojom obnoviteľných zdrojov, technologickými zmenami a zalesňovaním pre zastavenie rastu globálnej teploty (Jakucionyte-Skodiene M., Liobikiene G., 2021). Pre zlepšenie situácie vzniká snaha o zníženie fosílnej energie a väčšia pozornosť sa dáva optimálnemu riadeniu a využívaniu prírodných zdrojov spolu s rozvojom obnoviteľných zdrojov. V roku 2017, Európska únia dokázala zariadiť, že 17,5% spotrebovanej energie pochádza z obnoviteľných zdrojov a má za cieľ dosiahnuť 32% do roku 2030 (Faiz A., Zahidul I., 2022).

Globálne odlesňovanie predstavuje približne 12 – 15 % antropogénnych emisií skleníkových plynov. Zalesňovanie sa preto považuje za jednu z najcennejších stratégií na zníženie koncentrácie atmosférického uhlíka, pretože funguje ako základný zachytávač uhlíka. Kvôli tomu, že zalesňovanie trvá dlhší čas, vedci zdôrazňujú rýchlo rastúce zalesňovanie s krátkou rotáciou, ako prostriedok rýchleho zachytávania uhlíka a zdroj biomasy na palivo. Kvôli týmto environmentálnym obavám a vyrovnávajúcim predpisom, obnoviteľné suroviny prírodného pôvodu ako kenaf, konope, ľan, juta atď. priťahujú viac pozornosti v rôznych priemyselných odvetviach pre ich konkurencieschopné fyzikálne vlastnosti voči náprotivkom vyrobeným človekom, a kvôli schopnosti vyššieho vstrebávania uhlíka (Faiz A., Zahidul I., 2022).

Priemyselné konope je zaujímavá a jedinečná plodina so živou históriou dlhou stáročia. Plodina konope však za posledných 70 rokov čelila veľkej kontroverzii. Jej priemysel zažíval obmedzenia, ktoré boli odvodené sociálnou, ekonomickou a politickou atmosférou okolo kľúčových zainteresovaných strán, nie kvôli akejkoľvek technickej menejcennosti. Vzdelanie týkajúce sa tohto predmetu bolo a stále je vcelku obmedzené. Ako zdroj vlákna a olejnatá plodina, ponúka poľnohospodárske využitie, ako aj schopnosť produkcie hodnotného konečného produktu. Momentálne trh s konope zažíva rast a konope je neustále preskúmané pre jej skvelé vlastnosti.

Priemyselné konope sa ukázalo ako veľmi úspešná komerčná plodina vďaka svojej schopnosti sekvestrovať uhlík, a produkovať biomasu a rôzne produkty konečného použitia. Výskumníci veria, že konope môže byť úspešne používané ako krycia plodina, pretože dokáže sanovať kontaminovanú pôdu prostredníctvom fyto-remediácie, a môže sa produkovať bez pesticídov (Portugal J.R., Arf O., Buzetti S., et al. 2020). Môže zásobovať pôdu zabíjaním a vytlačaním iných drobných plodín alebo buriny a absorbovaním ťažkých kovov z pôdy. Konope je možné využiť na akustické účely a izoláciu v stavebníctve, na medicínske účely, v papierenskom priemysle, v textilnom priemysle, ako biopalivo, v kozmetickom priemysle, potravinárskom priemysle, a vlákna sa môžu použiť ako výstuž v kompozitoch s polymérou matricou alebo v biokompozitoch, ako náhrada sklenených a uhlíkových vlákien.

Napriek tomu, že história konope a jeho využívanie siaha až do rokov 5000 až 4000 pred Kristom, bol v 20. storočí v mnohých krajinách udelený zákaz jeho pestovania, pretože pripomínalo marihuanu. Avšak po správnom zaradení plodiny a uvedomení si jej finančných výhod, a výhod k životnému prostrediu, je tento zákaz pre priemyselné konope zrušený. Oživenie pestovania konope je vidieť odkedy Európska únia, USA a ďalšie krajiny zlegalizovali pestovanie priemyselného konope a mnoho ďalších krajín znovu zaviedlo pestovanie Konope s nízkou hladinou THC (A. Tedeschi, M.G. Volpe, F. Polimeno, et al. 2020).

# 1 CIELE PRÁCE

1. Cieľom bakalárskej práce bolo predstaviť a rozšíriť poznatky o priemyselnom konope a jeho vlastnostiach, ktoré majú vysoký potenciál, a začali sa využívať k tomu, aby mohli posunúť rôzne sféry priemyslu a poľnohospodárstva k udržateľnejšej produkcii a tým pádom ukázať túto plodinu aj v inom svetle, ako vo svetle psychotropnej látky, A to ako multifunkčnú plodinu s priaznivou ekonomickou a udržateľnou budúcnosťou.
2. Zamerat' sa a predstaviť hlavne možnosti v priemysle stavebnom, papierenskom, a vo výrobe plastu a biopalív.
3. Kvalitatívna obsahová analýza domácej a zahraničnej literatúry.
4. Interpretácia a syntéza súčasných poznatkov z oblasti objavov vlastností priemyselného konope ako materiálu, ktorý by mohol pomôcť udržateľnému rozvoju v mnoho priemyselných sférach.
5. Poukázať aj na sféry v rôznych priemysloch, v ktorých konopná produkcia zaostáva a kde je ešte potrebný technický pokrok aby bolo dosiahnutá ešte väčšia udržateľnosť v produkcii.

## 2 METODIKA PRÁCE

Práca má charakter štúdia dokumentov. Spracovával som ju na základe štúdia dostupnej literatúry, kníh, časopisov, skript, internetových stránok a iných dokumentov týkajúcich sa preberanej problematiky. Pred písaním bakalárskej práce som vypracoval rešerš a zoznam dostupnej literatúry. Využíval som hlavne internetové databázy s vedeckými článkami a výskumami, odbornými textami a knihami. Používal som najmä internetové databázy ako: Web of science, Science Direct, MDPI, Research Gate google scholar a ďalšie. Keďže vznikajú stále nové a nové informácie a objavy o vlastnostiach a schopnostiach priemyselného konope, a pokrok v technológiách je stále väčší, pracoval som s najnovšou dostupnou literatúrou. Použil som metódu kvalitatívnej obsahovej analýzy domácej ale najmä zahraničnej literatúry, interpretácie a syntézy súčasných poznatkov o priemyselnom konope ako o udržateľnom materiáli a jeho využite v rôznych priemyselných sférach. Získané pramene som podrobil kvalitatívnej obsahovej analýze. Väčšinu zdrojov som musel preložiť do slovenského jazyka, nakoľko väčšina článkov a výskumov vznikala v zahraničných krajinách.

Výsledkom práce je sumarizácia rôznych aspektov a vlastností priemyselného konope ako materiálu, ktorý prináša veľa možností ako posunúť rôzne priemyselné sféry k udržateľnejšej produkcii.

### **3 VYMEDZENIE POJMOV**

Pre správne pochopenie problematiky mojej bakalárskej práce považujem za dôležité zadefinovať niektoré z pojmov týkajúcich sa mojej témy. V nasledujúcich podkapitolách vysvetlím a priblížim definície najdôležitejších pojmov.

#### **UDRŽATEĽNÝ ROZVOJ**

Najzakladanejším vysvetlením udržateľného rozvoja je, že je to taký druh rozvoja, ktorý sa zároveň snaží odstrániť alebo zmierniť negatívne prejavy doterajšieho spôsobu vývoja ľudskej spoločnosti. Minulý aj súčasný vývoj založený predovšetkým na ekonomickom raste sa nezvratne podpisuje na podobe a fungovaní našej planéty. Väčšina prírodných zdrojov je konečná a ich nadmerné čerpanie našu planétu poškodzuje, jedná sa teda v podstate o rozvoj na dlh. Udržateľný rozvoj síce historicky vychádza z potreby lepšie chrániť prírodu a životné prostredie, dnes sa však vzťahuje aj na oblasť dobrého a efektívneho vládnutia a správy vecí verejných. (Ministerstvo životného prostredia České republiky)

#### **PRIEMYSELNÉ KONOPE**

Priemyselné konope sa v právnom kontexte používa na klasifikáciu odrôd Cannabisu, ktoré obsahujú 0,3 percenta alebo menej THC. Rastliny priemyselného konope sa pestujú ako zdroj konopného vlákna a semien pre širokú škálu iných odvodených produktov (Petruzello M., 2022).

#### **KANABINOIDY**

Viac ako 80 známych chemických zlúčenín, ktoré sa nachádzajú vo všetkých častiach rastliny konope a sú koncentrované najmä v samičích hlavičkách kvetov. Sú zodpovedné za fyzické a psychické účinky konope a marihuany. Medzi najznámejšie patrí THC a CBD (O'Brien M., 2024).

## **TRICHÓMY**

Trichómy sú bunkové pokožkové výrastky rastliny (Chlpy), ktoré chránia rastliny pred nadmernou radiacou a prehriatím, znižujú transpiráciu, obmedzujú konzumáciu rastlín herbivormi (Univerzita Palackého v Olomouci).

## **CELULÓZA**

Celulóza je komplexný sacharid alebo polysacharid pozostávajúci z 3 000 alebo viac glukózových jednotiek. Je to základná štruktúrna zložka stien rastlinných buniek. Celulóza tvorí asi 33 percent všetkej rastlinnej hmoty (50 percent dreva) a je najhojnejšia zo všetkých prirodzene sa vyskytujúcich organických zlúčenín (Britannica).

## **POLYMÉR**

Polymér je akákoľvek z triedy prírodných alebo syntetických látok zložených z veľmi veľkých molekúl, nazývaných makromolekuly, ktoré sú násobkami jednoduchších chemických jednotiek nazývaných monoméry. Polyméry tvoria mnohé materiály v živých organizmoch a sú základom mnohých minerálov a umelých materiálov (Britannica).

## **FIBRILI**

štruktúrny stupeň organizácie vláknitých molekúl glukózy v celulóze ( Katedra botaniky a genetiky FPV UKF Nitra).

## **DEKARBOXYLÁCIA**

Dekarboxylácia je chemická reakcia, pri ktorej dochádza k odštiepeniu oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) z karboxylovej skupiny. Karboxylové skupiny sú súčasťou karboxylových zlúčenín, ktoré sa skladajú z uhlíkového atómu viazaného dvojitou väzbou ku kyslíkovému atómu a jednoduchou väzbou k hydroxylovej skupine  $-\text{OH}$  (Gold V., 2019).

## **MACERÁCIA**

Macerácia je jednou z najstarších a najjednoduchších extrakčných techník, ktorá sa vykonáva pri izbovej teplote. Pri tejto technike sa hrubé alebo práškové rastlinné materiály namáčajú v rozpúšťadle (voda, olej alebo alkohol) na dlhší čas. Takáto predĺžená doba namáčania porušuje bunkovú stenu a vháňa bioaktívne látky do rozpúšťadla. Potom môže byť rozpúšťadlo odfiltrované cez filtračné médium lisovaním rastlinných zvyškov a regeneráciou bioaktívnych zlúčenín. Potom môže byť rozpúšťadlo odfiltrované cez filtračné



médium lisovaním rastlinných zvyškov a regeneráciou bioaktívnych zlúčenín (Anandharamakrishnan C., Subramanian P., 2023).

## **PEKTÍN**

Pektín je dôležitý polysacharid s aplikáciami v potravinárstve, farmaceutickom priemysle a mnohých ďalších priemyselných odvetviach.. Má schopnosť zvyšovať viskozitu a viazať vodu (Thakur B. et al., 2009).

## **HEMICELULÓZA**

Hemicelulóza sú skupiny komplexných sacharidov, ktoré spolu s inými sacharidmi (napr. pektínmi) obklopujú celulózové vlákna rastlinných buniek. Najbežnejšie hemicelulózy obsahujú xylány, kyselinu urónovú (t. j. cukrovú kyselinu) a arabinózu . Hemicelulózy nemajú žiadny chemický vzťah k celulóze (britannica).

## **ORGANOSOLVOVÉ ROZVLÁKŇENIE**

Ide o frakcionačné spracovanie, pri ktorom sa organické rozpúšťadlá ako etanol, acetón, kyselina mravčia a kyselina octová kombinujú alebo nekombinujú s vodou a katalyzátormi (t.j. kyselinou sírovou) pri teplotách nad 100 °C na oddelenie lignínu, celulózy a hemicelulózy (Vajdya A, 2022).

## **DELIGNIFIKÁCIA**

Delignifikácia je proces štiepenia lignocelulózy na lignín, celulózu a hemicelulózu (Deivy A.P., et al., 2021).

## **SOLUBILIZÁCIA**

Solubilizácia je pôsobenie určitých chemických činidiel na organické materiály (ako sú živočíšne alebo rastlinné tkanivá), ktoré spôsobuje štruktúrally rozklad (alebo trávenie) do kvapalnej formy (ScienceDirect).

## **FYTOREMEDIÁCIA**

Fytoremediácia využíva divoké alebo geneticky modifikované rastliny (GMP) na extrakciu širokého spektra ťažkých kovov a organických znečisťujúcich látok z pôdy (Peuke, et al. 2005).

## **CENOSFÉRA**

Cenosféra je ľahká, inertná, dutá guľa vyrobená prevažne z oxidu kremičitého a oxidu hlinitého a naplnená vzduchom alebo inertným plynom, ktorý sa zvyčajne vyrába ako vedľajší produkt spaľovania uhlia v tepelných elektrárnach (yufung primachem).

## **FRAKOVANIE**

Frakovanie je vstrekovanie tekutiny pri vysokom tlaku do podzemnej skalnej formácie, aby sa otvorili trhliny a umožnili zachytenému plynu alebo rope prúdiť potrubím do ústia vrtu na povrchu. Táto technika sa používa pri výrobe zemného plynu a ropy (Britannica).

## **KOMPOZIT**

materiál, ktorý je zložený najmenej z dvoch zložiek odlišujúcich sa chemickým zložením - matrica a spevňujúca zložka (Ďuriška L., 2022).

## **SPALNÉ TEPLLO**

Spalné teplo je množstvo tepla uvoľnené úplným spálením paliva v kalorimetrickej tlakovej nádobe v prostredí stlačeného kyslíka a vzťahnuté na jednotku jeho hmotnosti. Plynný kyslík, oxid uhličitý, kvapalná voda, kyselina siričitá alebo dusičná a popol sú zvyšnými produktmi spaľovania a zvyčajne tvoria niekoľko percent pôvodnej hmotnosti spaľovanej vzorky paliva (Pecen J., Piksa Z., et al., 2012).

## **VÝHREVNOSŤ**

Výhrevnosť je spalné teplo zmenšené o výparné teplo vody vzniknuté z paliva počas horenia vzorky (Pecen J., Piksa Z., et al., 2012).

## **LIGNIN**

Lignín je komplexný organický polymér obsahujúci kyslík, ktorý spolu s celulózou tvorí hlavnú zložku dreva a drevnatých rastlín. Je na druhom mieste po celulóze ako najrozšírenejší organický materiál na Zemi, aj keď sa našlo len relatívne málo (Britannica).

## **HOLOCELULÓZA**

Holocelulóza je vo vode nerozpustná sacharidová frakcia drevených materiálov alebo materiálov na drevnatej báze. Môže sa extrahovať chloračnou metódou odstránením lignínu (Basu P., 2018).

## **ANAERÓBNÉ PROCESY**

Anaeróbna digescia je proces, prostredníctvom ktorého baktérie rozkladajú organickú hmotu – ako je živočíšny hnoj, biopevné látky odpadovej vody a potravinový odpad – v neprítomnosti kyslíka. Anaeróbna digescia na výrobu bioplynu prebieha v uzavretej nádobe nazývanej reaktor, ktorá je navrhnutá a skonštruovaná v rôznych tvaroch a veľkostiach špecifických pre dané miesto a podmienky suroviny (U.S. Environmental Protection Agency).

## **IN VITRO**

In Vitro je biologický proces, ktorý sa vykonáva skôr v laboratórnej nádobe alebo inom kontrolovanom experimentálnom prostredí než v živom organizme alebo prírodnom prostredí (dictionary.com).

## **KALUS**

Kalus, v botanike mäkké tkanivo, ktoré sa tvorí na poranenom alebo porezanom povrchu rastliny, čo vedie k hojeniu. Kalus vzniká z buniek kambia. Keď sa vytvorí kalus, niektoré z jeho buniek sa môžu organizovať do rastových bodov, z ktorých niektoré zase vedú ku koreňom, zatiaľ čo iné produkujú stonky a listy. Kalus teda môže byť schopný regenerovať celú rastlinu (Britannica).

## 4 RASTLINA KONOPE

### 4.1 PÔVOD A HISTÓRIA KONOPE

Predpokladá sa, že konope pochádza zo Strednej Ázie, to znamená z oblasti medzi Himalájami, Sibírou, Južným Kaukazom a južnou oblasťou Kaspického mora (Brown D. T. 1998). Centrum pôvodu konope jednoznačne pokrýva stred Ázie ale aj východné, západné a južné oblasti. Archeológovia považovali Čínu ako najmysliteľnejšie centrum pôvodu. Toto tvrdenie pochádza z archeologických nálezov ložísk peľového zrna v dedine s názvom Pani-p'o v Číne. Konope sa v Číne pestovalo ako hlavná plodina už od starovekých časov. Použitie konope v starovekých jaskynných nástenných maľbách v Ellore pochádzajúce z 6. až 11. storočia nášho letopočtu a v masívnej pevnosti Daulatabad na vápenné omietky naznačovalo, že ľudia mali v tom čase veľmi dobré znalosti o konope a jeho použití v stavebníctve. Do Európy sa Konope dostalo okolo roku 1200 pred Kristom a nakoniec sa rozšírilo do ďalších oblastí sveta. Konope sa stalo populárnym v Európe, pretože sa primárne využívalo pri výrobe papiera a dokonca sa z neho tlačili biblie. V roku 1794 George Washington vyzval farmárov, aby čo najlepšie využili semená indického konope a zasiali ho všade (Johnson R., 2013).

Vždy sa využívali všetky časti rastliny ako semená, kvety, listy, stonky, a to na rôzne účely. Semená sa používali hlavne na výrobu oleja. Semená rozdrvili a olej sa potom použil v lampách alebo na varenie. Konopné vlákno vyrobené zo stonky má vynikajúcu výdrž a bolo používané na výrobu lán, na výrobu sietí, papiera, odevných plachiet a mnoho ďalšieho. Staviteľia lodí používali laná vyrobené z konope, pretože to boli najsilnejšie laná tej doby. Listy sa používali na fajčenie a využívali sa pre svoje rekreačné vlastnosti. Listy a kvety mali liečivú hodnotu (Karche T., Singh M.R., 2019).

Využívanie konope ľuďmi siaha tak ďaleko do minulosti, že jeho začiatok v písaných záznamoch nie je možné presne vystopovať. Jeho využívanie a spotreba predchádza archivovaným záznamom ľudí.

## **4.2 MORFOLÓGIA PRIEMYSELNÉHO KONOPE**

### **4.2:1 KOREŇ**

Hlavný koreň má kolmý, guľový tvar a pod povrchom a hlbšie vyrastajú vedľajšie korene. Na hlavnom koreni, ale predovšetkým na vedľajších koreňoch sa tvoria vlásočnicové korene, ktoré sú z fyziologického hľadiska najdôležitejšie. Dĺžka a veľkosť koreňového systému závisí predovšetkým na pôdnom druhu, hladine spodnej vody a typu konope. Konope tvorí vcelku malý koreňový systém v pomere k hmote ostatných častí plodiny. Tým pádom vyžaduje veľké množstvo živín a dobrú dostupnosť vody v pôde (Kubánek V., 2008). Silne vyvinutý koreň prevzdušňuje pôdu a zároveň bráni erózií. Konopný koreň dokáže odbúrať ťažké kovy či kryštalické zhluky pesticídnych látok (Ruman 2014).

### **4.2.2 STONKA**

Dĺžka stoniek u rastlín z rodu *Cannabis* je variabilná v rámci genotypov, ale môže dosahovať 5 až 6 metrov. Mladá stonka je dužinatá a neskôr jadro stonky drevnatie. Borka konopnej stonky je pokrytá kryciami trichómami a obsahuje lykové vlákno, ktoré sa radí k najdlhším prírodným vláknam (Vogl C. R., et al., 1996).

### **4.2.3 LISTY**

Maternicové listy sú podlhovastého tvaru a krátko po vzídení opadávajú. Sú dlaňovito delené a 3 až 13 početné. Majú kopijovitý tvar a pílovitý okraj s krátkymi až stredne krátkymi stopkami (Miovský et al., 2008).

Pravé listy sú taktiež dlaňovito delené v rovnakom počte, kopijovité s pílovým okrajom. Prevažne menšie listy a kvetné samičie listene sú pokryté veľkým množstvom žľaznatých trichómov s vylučovacou funkciou. Tieto trichómy produkujú kanabinoidy v tekutej, trochu olejovitej forme (živica). Trichómy sa ďalej delia na prisadnuté a stopkovité. Stopkovité žliazky sa skladajú z jednej alebo viacerých buniek, ktoré sú nesené na jedno alebo viac-bunkovej stopke. Sediace žliazky nemajú stopku a ležia priamo na povrchu alebo pod povrchom pokožky (Dupal L., 1994).

#### **4.2.4 KVET**

Kvetenstvo samičích rastlín sa vytvára v hornej časti byle a má charakter husto olistených, krátko zložitých hroziem. Samčie kvetenstvo vyrastá v úžľabiach. Každý samčí kvet má 5 kvetných šupiniek a 5 tyčiniek. Samčie rastliny tvoria kvety o 4 až 6 týždňov skôr než samičie rastliny (Valíček P., 2003).

#### **4.2.5 PLOD**

Plod je jednosemenný, vajíčkovo až guľovito mierne sploštená nažka s nízkym obsahom endospermu a veľkým podkovito stočeným embryom. Keďže oplodie zrástá s osemením, nerozlišuje sa v praxi plod a semeno. Veľkosť a farba semena sa odvíja od typu a odrody konope. Šírka je 2-5 mm, dĺžka 2-4 mm a hrúbka 2,3-3,8 mm. Farba je belavá, šedozelená, tmavohnedá až čierna(Valíček P., 2003).

### 4.3 BIOCHÉMIA PRIEMYSELNÉHO KONOPE

Ako každá rastlina, aj *Cannabis sativa* L sa skladá zo základného usporiadania rastliny, a to z celulózových polymérnych reťazcov usporiadaných fibrilami. Primárne metabolity sú veľmi podobné zložením a množstvom ku akejkoľvek inej rastline. To sekundárne metabolity sú pre konope veľmi dôležité. Kanabinoidy sú terpenofenolové zlúčeniny, jedinečné pre konope. Produkujú ich žľazové trichómy, ktoré sa nachádzajú na väčšine nadzemného povrchu rastliny (Dayanandan P., Kaufman P. B., 1976).

Tieto kanabinoidy sú väčšinou vo forme karboxylových kyselín a zahrievaním alebo sušením zozbieranej rastliny sa kanabinoidy dekarboxylujú. Psychoaktívne vlastnosti rastliny sú spôsobené zlúčeninou s názvom THC. Pestovanie rastliny konope s hodnotou THC nad 0,3%, je zakázané pretože rastlina v týchto hodnotách vyvoláva toxikáciu. Psychoaktívne odrody konope obsahujú THC a veľmi málo alebo takmer žiadne CBD. Na druhej strane odrody pestované kvôli svojim vláknam a olejnatým semenám, obsahujú veľmi málo THC (Leyva D.R., et al., 2011).

Biochémia konope a vedomosti o nej sú dôležité pretože ako takmer každý výskum naznačuje, dôležitosť konope a jej predpoklady pre trvalo udržateľný rozvoj sa budú zvyšovať. Štúdie o derivátoch rastliny prichádzajú stále s novými objavmi a možnosťami, ktoré podporujú fascináciu touto rastlinou. Predpokladá sa, že v neďalekej budúcnosti nastane pokrok v biochémií, ktorý pomôže štúdiám génovej technológie spojenej s rastlinou, ktoré môžu zlepšiť udržiavanie úrovne kanabinoïdov, manipuláciu s chemickým obsahom a vytvárať tak silnú základňu pre výrobu trvalo udržateľných surovín na rôzne účely.

## 4.4 KULTIVÁCIA RASTLINY

V súčasnosti je do svetového obchodu s konope zainteresovaných viac ako 30 krajín. Je to kvôli schopnosti pestovania v prostredí bez pesticídov a herbicídov a tomu že, konope je badateľne odolné voči hlodavcom, hubám a rôznym druhom burín. Má široký geografický rozsah pestovania a viacúčelové využitie (Karche T., Singh M.R., 2019). Podľa štatistík FAO (2018), 3 hlavné krajiny produkujúce konope podľa produkčnej oblasti sú Kanada (555 853 ha), Severná Kórea (21 247 ha) a Francúzsko (12900 ha). Vyžaduje si podobnú prípravu pôdy ako pre iné rastliny s pH 6 – 7,5. Dobre rastie na sypkých, dobre priepustných hlinitých pôdach s priemernou teplotou medzi 16 až 27°C (Faiz A., Zahidul I., 2022).



**Krajiny produkujúce priemyselné konope**

Obr. č. 1, Krajiny produkujúce priemyselné konope.



Priemyselné konope (*Cannabiss sativa* L.) má vynikajúce agronomické vlastnosti: Ide o štíhlu a jednoročnú bylinnú plodinu, ktorá v závislosti od manipulácie a agrochemických aspektov môže dodať veľké množstvo úrody na jeden hektár. Konope pestované na vlákno môže priniesť až 25 ton nadzemnej sušiny na jeden hektár, z toho 20 ton sušiny je zo stoniek, ktoré môžu obsahovať maximálne 12 ton celulózy na jeden hektár, v závislosti od klimatických a environmentálnych podmienok, ako aj od vykonávaných postupov pestovania, a od odrody. Vysoká variabilita výnosov sa pozoruje napríklad v severnom Taliansku, kde sa úrody sušiny pohybovali za niekoľko rokov od 8,3 do 18,7 ton na jeden hektár. Vo všeobecnosti je produkcia celulózy 7 až 10 ton na jeden hektár (González-Garcia S., Hospido A., 2010). Konope je plodina so 120–150-dňovým cyklom zberu. Založenie úrody konope zahŕňa dobrú prípravu osivového lôžka, všeobecne pomocou kombinácie pluhu (hlbka: 30–35 cm) a rotačných brán (1–2 prechody na pôde so strednou hustotou). Hnojenie sa vykonáva pred siatím, s použitím chemických aj organických hnojív, ako napríklad živočíšne splašky a hnoj. Plodina len zriedka vyžaduje použitie ochranných prostriedkov na ničenie buriny, a zvyčajne taktiež nezahŕňa aplikáciu herbicídu, pretože samotná plodina účinne potláča burinu. (Ingrao C., Lo Guidice A., et al. 2015). Mechanizácia zberu konope silne závisí od účelu pestovania. Zber sa vykonáva pomocou strojov na výrobu sena.

Konope je všestranná plodina s obrovským poľom možného využitia. Storočia je zdrojom vlákna a olejnatých semien používaných po celom svete na výrobu rôznych priemyselných a spotrebiteľských produktov. Globálny trh s priemyselným konope, ktorý sa vzťahuje na rastliny odrody *cannabiss* charakterizované s nízkym delta-9 tetrahydrokanabinolom (hlavná psychoaktívna chemikália marihuany) je veľký, a môže pozostávať z viac ako 25 000 produktov z konope. Vo svetle požiadaviek na kvalitu finálnych produktov, sa výrobný proces značne líši z hľadiska techniky pestovania a zberu. Postupy zberu sa líšia v závislosti od netextilného vlákna, textilného vlákna alebo dvojúčelového zberu, a semena. Operácie rezania a zberu vlákna možno rozdeliť na pozdĺžny zber na získanie dlhých vlákien na výrobu jemnej textílie, a na neusporiadaný zber pre získavanie krátkych vlákien na technické účely. Pre kvalitnú textilnú výrobu sa rastliny pestujú až do štyroch metrov, stebľa sa pri zbere udržiavajú vo zväzkoch a nakoniec dochádza k macerácii rastlín vo vode a extrakcii vlákien. Naopak, v prípade nízkej kvality vlákien sú rastliny zozbierané v tradičných alebo okrúhlych balíkoch a potom sú vlákna extrahované mechanickými a fyzikálno-chemickými úpravami bez namáčania rastlín vo

vode. Máčanie je fáza prebiehajúca cez kombinované pôsobenie baktérií a zvetrávania. Tým sa umožňuje degradácia materiálu stonky (hlavne pektínu) obklopujúceho zväzky vlákien, a umožňuje efektívne spracovanie vlákna. Momentálne sú dve metódy k dispozícii (Ingrao C., Lo Guidice A., 2015):

1. Máčanie rosou: zozbierané steblá sa zhrnú na poli, kde kombinované pôsobenie baktérií, slnka, vzduchu a rosy spôsobuje fermentáciu, rozpustenie veľkej časti kmeňového materiálu, ktorý obaluje vlákno. Do dvoch až troch týždňov v závislosti na klimatické podmienky, je možné vlákno oddeliť. Odvlhčené vlákno má vo všeobecnosti tmavšiu farbu a horšiu kvalitu ako vodou máčané vlákno (Ingrao C., Lo Guidice A., 2015).
2. Máčanie vodou: zväzky stoniek sú ponorené do vody, ktorá preniká do strednej časti stonky, napučiava vnútorné bunky, a následuje prasknutie vonkajšej vrstvy. Zväzky stoniek sú zaťažované, zvyčajne kameňmi alebo drevom, na približne 8 až 14 dní, v závislosti od teploty vody a minerálového obsahu (Ingrao C., Lo Guidice A., 2015).

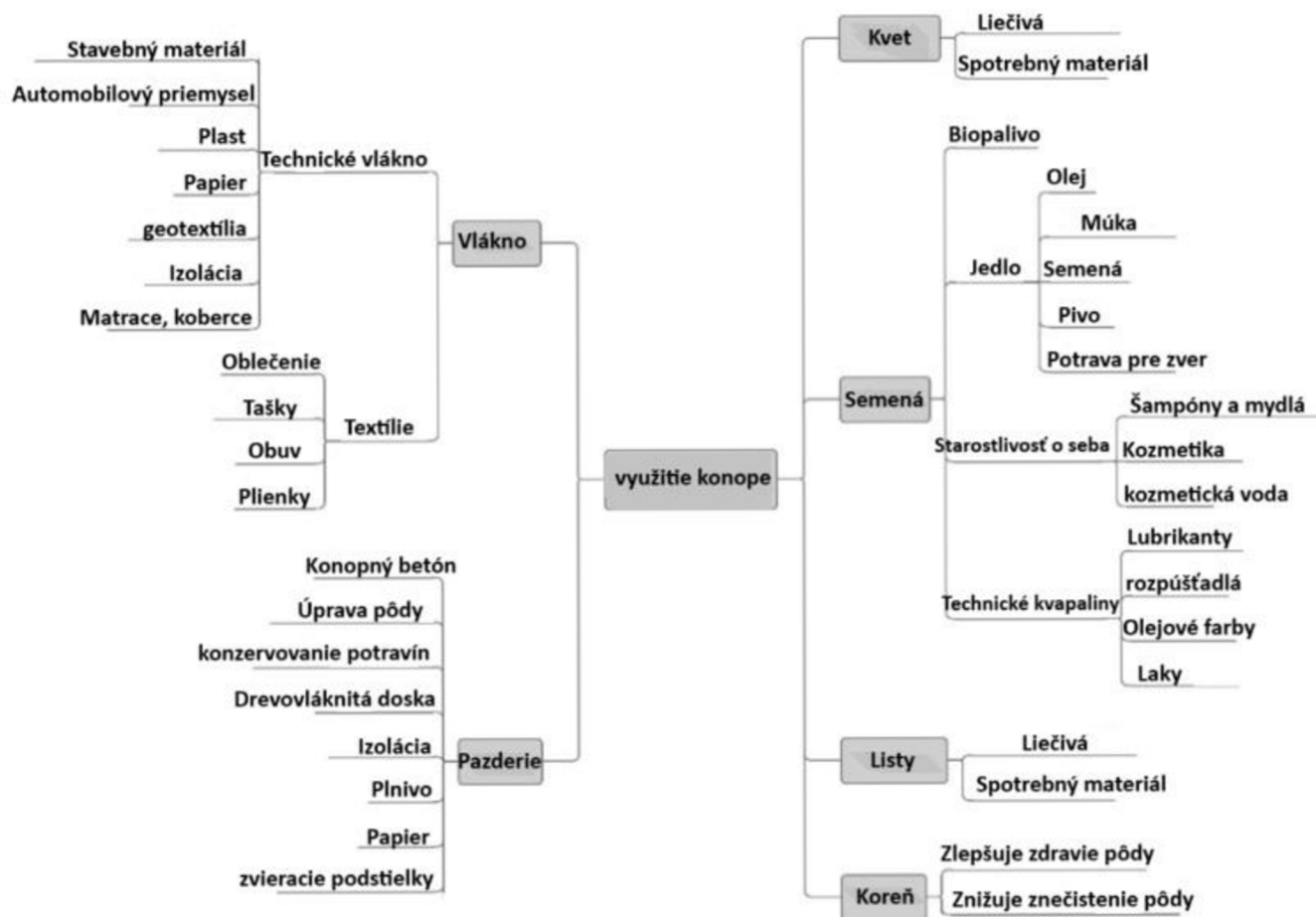
Po máčaní sa uskutoční oddelenie lykového vlákna škrabaním (rozbíjaním drevnatého jadra stoniek na krátke kúsky) a dekortikácia (oddeľovanie lykových vlákien od pazderia) pomocou špecializovaných strojov. Množstvo vlákna obsiahnutého v stonke je približne 30%, z toho 20 % je vhodných na tkanie (dlhé vlákna) a 8–10 % (krátke vlákna) pre výrobu papiera a ďalšiu technickú výrobu. Konopné vlákna sa používajú v širokom rozsahu textilnej a netextilnej výroby, vrátane papiera, kobercov, bytových nábytkov, stavebných, izolačných a ďalších materiálov. (Haufe J., Carus M., 2011).

Konope na výrobu olejnatých semien sa zvyčajne pestuje riedko aby sa podporilo rozvetvenie a tým aj tvorba semien. Vo väčšine prípadov sú konopné semená vedľajším produktom konope pestovaného na vlákna. Hmotnosť tisíc semien sa pohybuje od 20 do 23 g. Spracovanie konopného semena zahŕňa lúpanie alebo lisovanie a drvenie v závislosti od požadovaného výkonu. Konopné semená sa väčšinou používajú na kŕmenie dobytku a v menšej miere na olej. Možno ich použiť priamo ako potravinovú zložku, rozdrvenú na olej a múčku, a tiež v zmesiach semien pre vtákov. Používa sa na rad nových potravinárskych produktov vrátane cestovín, nemliečne konopné „mliečne“ nápoje s vysokým obsahom omega-3 esenciálnych mastných kyselín a môže byť alternatívnym zdrojom potravinových bielkovín. Olej z drveného konopného semienka je súčasťou radu nutraceutík a zdraviu

prospešných látok. Konopné semenko môže byť používané na priemyselné oleje (farba, atrament, mazací olej a tmel), kozmetika, osobná hygiena a liečivá, a okrem iného kompozity (Fortenbery, Randall T., 2004).

#### **4.4.1 SOCIÁLNE A EKONOMICKÉ ASPEKTY KULTIVÁCIE KONOPE**

Poľnohospodárstvo je osobitným druhom hospodárskej činnosti, ktorá úzko súvisí s prírodným prostredím a poskytuje produkty strategického významu pre fungovanie spoločností. Farmy majú okrem svojich produkčných funkcií dôležitú úlohu aj pri formovaní prírodného prostredia (Spsychalski G., 2014). Vlákňité rastliny (vrátane konope) a bylinné rastliny sú skupinou alternatívnych plodín, ktoré uľahčujú diverzifikáciu zdrojov poľnohospodárskeho príjmu a majú pozitívny vplyv na dlhodobé striedanie plodín. Farmy orientované na špecializovanú produkciu môžu pestovať konope na základe zmluvy alebo technologickej spolupráce s priemyselnými spracovateľskými podnikmi (Sieracka D., Frankowski J., et al., 2023). Konopný priemysel je značne rozdrobený. Väčšina spracovateľov a predajcov sú mikrospoločnosti, ktoré zamestnávajú niekoľko ľudí. Spoločnosti s posádkou nad 10 ľudí sú raritou a väčšina z nich je v rukách zahraničného kapitálu. V súčasnosti je pestovanie konope z ekonomických dôvodov čoraz populárnejšie. Konopné plantáže sú ziskové pre veľké spoločnosti aj súkromných farmárov. Rozšírenie pestovania o spracovanie môže výrazne zlepšiť finančnú situáciu menších fariem.



Obr. č. 2, možnosti využitia konope.

## 5 KONOPE AKO BUDÚCNOSŤ UDRŽATELNOSTI

Konope sa používa na výrobu širokej škály produktov, od kanabidiolového oleja po potraviny, nábytok, textilie, stavebné materiály alebo dokonca podstielku pre zvieratá. *Cannabis sativa* L. (konope) si získalo veľkú pozornosť pre svoju viacúčelovú využiteľnosť, krátky výrobný cyklus, nízky kapitálový nárok na pestovanie, možnosť uhlíkovo negatívnej transformácie a ľahké sekvestrovanie uhlíkového materiálu. Rastúca potreba udržateľných materiálov a návrat konope vyvolali záujem mnohých spoločností o rýchlo rastúcu plodinu. Preto sa na trh uvádza veľa nových produktov z konope. Niektoré z najslubnejších inovatívnych konopných produktov sú konopné biopalivá, lieky, papier, kozmetika, akustické a izolačné panely, materiály v stavebníctve, rôzne kompozitné materiály a ošetrovanie kontaminácie pôdy. Súčasné využitie a možnosti týchto konopných produktov v súčasných, perspektívnych a inovatívnych odvetviach so zameraním najmä na papierensky, stavebný, plastový biopalivový priemysel, budú ďalej diskutované v tejto kapitole. Je potrebné riešiť prekážky v trvanlivosti materiálu, nákladoch a potrebe špecializovaných strojov, aby sa rast konope ešte viac stimuloval.

### 5.1 TEXTILNÝ PRIEMYSEL

Celosvetová produkcia vlákien sa od roku 1970 takmer štvornásobne zvýšila, čo viedlo k mnohým negatívnym environmentálnym vplyvom vrátane znečistenia ovzdušia a vody z textilného odpadu a mikroplastov. Z viac ako 100 miliónov ton vlákien vyrobených ročne tvorí 54% polyester, čo je energeticky náročné vlákno na petrochemickej báze, a bavlna 22%. Bavlna vyžaduje veľké objemy vody a chemických zdrojov. Lyocell, umelé celulózové vlákno (MMCF) môže pochádzať z akéhokoľvek materiálu s jeho vysokým obsahom vrátane dreva, rastlín a aj post-spotrebných textílií. Avšak používanie naturálnych surovín ako bambus alebo eukalyptus ako zdroj L-MMCF bolo spojené s odlesňovaním. Poľnohospodárske metódy s nimi spojené využívajú veľké množstvo vody, hnojív a herbicídov, a to môže viesť k erózií pôdy (Ribul M., 2021). Zatiaľ čo proces L-MMCF je udržateľnejší ako výroba polyesterového a bavlneného textilu, je

možné dosiahnuť zlepšenia v zmysle využitia ekologickejšieho zdroja buničiny, ktorá sa môže rozpustiť do L-MMCF textílie. Jednou z takýchto surovín je konope, ktoré sa pestuje na textilné účely už tisíročia (Lawson L., Degenstein L. M., et al., 2022).

Priemyselné konope sa po zmenách zákonov pre jeho pestovanie a produkciu v mnohých krajinách, začalo využívať stále viac a viac v komerčnej sfére priemyslu v podobe výroby textílie a oblečenia. Je to najmä vďaka svojim konkurencie schopným až lepším vlastnostiam oproti bežným výrobným materiálom, či už sa to týka kvality materiálu alebo finančných nákladov a energie na výrobu, a ďalších udržateľnejších parametrov.

Hlavnou výhodou použitia textílií vyrobených z konope, je jeho výnimočná udržateľnosť. Po každý krát, keď sa oblečenie vyrobené zo syntetického vlákna perie, sa odtokmi odvádzajú do oceánu mikrovlákná, ktoré poškodzujú oceánske a morské biotopy. Syntetické vlákna zostávajú na skládkach asi 300 rokov po tom, čo sú vyhodené. Konope, na druhej strane, je prírodné vlákno, ktoré sa po vyhodení rozloží do jedného mesiaca. Navyše má prirodzenú schopnosť zafarbovania a dá sa spracovať takmer bez chemikálií alebo s veľmi malým použitím chemikálií. Konopné vlákna taktiež možno veľmi ľahko kompostovať na dvore domu. Konopný textil je mimoriadne všestranný a dobre sa kombinuje s inými vláknami tak aby boli zahrnuté žiadúce kvality oboch textílií. Konopné vlákno poskytuje mäkkosť, teplo, chladivý pocit a výnimočnú odolnosť oproti iným materiálom. Pohodlie spolu s odolnosťou sú tie hlavné vlastnosti konopného textilu. Látka používaním postupne zmäkne a je prirodzene odolná voči plesniam a ultrafialovému žiareniu. Farbivo použité v konope si zachováva svoju farbu lepšie ako v bavlně. Výhody a vlastnosti konopného textilu majú tak silný potenciál, že by sa konope v textilnom priemysle mohlo stať populárnejšie ako bavlna, polyester alebo ľan (Karche T., Singh R., 2019).

## 5.2 VÝROBA PAPIERA Z KONOPE

Ako prastará surovina, sa konope používalo na výrobu papiera v Číne už od roku 105 nášho letopočtu. V 12. až 13. storočí výroba papiera prišla z Číny do Európy a neskôr sa rozšírila do ďalších krajín. To znamená, že použitie konope na výrobu papiera nie je novinkou. V raných dobách bol konopný papier vyrábaný z použitých lán, plachiet, rybárskych sietí a handier. Do 19. storočia, 75 až 80 % papiera na celom svete bolo vyrobených z konopných vlákien. Dokonca Deklarácia nezávislosti bola napísaná na konopnom papieri (Karche T., Singh R., 2019).

Tvrdí sa, že papier je udržateľný vo všetkých formách, ale získavanie materiálu na výrobu vyžaduje trvalo udržateľné obhospodarovanie lesov, keďže v 20. storočí sa drevo považovalo za primárnu surovinu v papierenskom priemysle. Podľa Organizácie pre výživu a poľnohospodárstvo, 40% surovín pre papierenský priemysel pochádza priamo z dreva a celkovo 89 až 92 % je dodávaných z materiálov na báze dreva. Rastúca potreba papiera neustále vyvíja tlak, ale zároveň sa celosvetovo zavádzajú regionálne obmedzenia lokálnymi vládami pre záchranu lesov a životného prostredia (Malachowska E., Przybysz P., et al., 2015). Situácia deklaruje naliehavú potrebu nájsť nové rýchlorastúce suroviny na výrobu papiera namiesto konvenčných drevín. Preto sa v tomto storočí nedrevnaté materiály ako slama, bambus, kenaf, konope a ďalšie tešia značnému záujmu ako materiály pre výrobu papiera s cieľom znížiť zvyšujúci sa tlak na zdroje lesného dreva. V roku 2010 prispeli nedrevnaté vláknité rastliny 8 až 11 % k celosvetovej produkcii buničiny, a tempo rastie. Malo by do roku 2027 ročne rásť o približne 2,5 percenta. Konope predstavuje a ponúka ľahšiu rozvlákňovateľnosť, kvalitnú bielenú buničinu a špecializovaný papier zo selektívnych častí rastlín (Faiz A., Zahidul I., 2022).

Konope produkuje viac biomasy ako drevo a dokonca ponúka dvakrát viac využiteľných vlákien ako lesy. Priemyselné konope pozostáva z maxima 77% celulózy, čo je trikrát viac ako drevo a iný poľnohospodársky odpad. Toto indikuje, že množstvo papiera vyrobeného z konope by mohlo byť štvornásobne väčšie ako množstvo vyrobené z drevitého lesa pestovaného v tej istej oblasti. Okrem toho, sa konope ako plodina s krátkym striedaním môže zbierať po štyroch mesiacoch pestovania, zatiaľ čo rastliny z tvrdého a mäkkého dreva vyžadujú 8 až 12 rokov, a 20 až 80 rokov v rotačných cykloch. Možnosť recyklácie papiera vyrobeného z konopného lyka je dvojnásobná ako papiera na báze dreva (Mirski

R., Boruszewski P., et al., 2017). Konopné stonky sú zložené z dlhých lykových vlákien a pazderia. Centrálna drevitá časť konope obsahuje 36% celulózy a 27% lignínu, zatiaľ čo lyková vláknina obsahuje 72% celulózy a 4% lignínu. Celá konopná stonka obsahuje 47% celulózy a 18% lignínu, čo je viac priaznivejšie ako napríklad borovicové a brezové drevo. Stonka konope obsahuje najvyššie percento celulózy, s najnižším obsahom lignínu takmer od všetkých nedrevnatých stoniek. Obsah lignínu a celulózy sa ale značne líši medzi pestovateľmi a ročnými obdobiami (Danielewicz D., Surma-Ślusarska B., 2010).

## 5.2.1 TECHNICKÁ REALIZÁCIA

Morfológia a nízky obsah lignínu konopného lykového vlákna umožňuje ľahký prienik potrebných spracovateľských chemikálií, čo má za následok rýchlejší proces rozvlákňovania s menej drsným chemickým použitím. Hemicelulóza zvyšuje opuch buničiny a väzbovú kapacitu medzi vláknami a poskytuje potrebnú pevnosť pre papier. Konopné jadro má vyššiu schopnosť zásobovania alfa-celulózy pre vláknitú suspenziu a má podobné množstvo hemicelulózy ako v prípade kenafu a tvrdého dreva. Konopné vlákno vykazovalo vysoké množstvo výnosu a veľkú pevnosť papiera získaného procesom organosolvového rozvlákňovania, a to vďaka svojim dlhým vláknam v buničine. To umožňuje bezpečnejší delignifikačný proces s vyššou výťažnosťou ako v prípade miazgy brezy alebo borovice. Organosolvové rozvlákňovanie využíva organické rozpúšťadlá na báze lignínu a hemicelulózy, a tým sa vyhýba environmentálne škodlivej síre, ktorá sa používa v konvenčných technikách. Ponúka vysokokvalitnú regeneráciu lignínu a ľahké odstránenie rozpúšťadiel s menšou spotrebou vody v porovnaní s procesom výroby sulfitovej buničiny. Spracovanie konopného papiera nevyžaduje škodlivé chlórové bielidlo. Namiesto toho môže byť použitý peroxid, ktorý je bezpečnejší pre životné prostredie (Faiz A., Zahidul I., 2022). Je odporúčané, že oddelené rozvlákňovanie vlákien a jadra, a nasledovné zmiešanie je jeden z najlepších procesov na získanie buničiny s požadovanými vlastnosťami pre viacúčelové použitie. Konopné vlákna sú vhodné pre ľahký, teplotne stabilný a kvalitný kancelársky papier. Na rozdiel od dreveného papiera, konopné papiere vydržia stovky rokov a nedostanú sa do rozkladu a žltnutia v dôsledku starnutia. Konopný papier je vhodný kvôli svojej pevnosti voči roztrhnutiu ako menový papier, umelecké plátna, cigaretový papier, čajové vrecúška, špeciálne netkané textílie, uhlíkové vreckovky a ďalšie. Papier vyrobený



konopného pazderia možno použiť ako nízko kvalitný papier určený na tlač (Crini G., Lichtfouse E., Chanet G. et al., 2020).

Ako nedrevnaté vlákno má konope aj značné nedostatky pre výrobu papiera v priemyselnom meradle. Existujúca technológia výroby papiera nie je dobre zvládnutá na nedrevnaté plodiny a tým pádom výrazne klesá produktivita. Vo väčšine prípadov sú konopné vlákna oddelené od drevnatého jadra a prechádzajú ďalšími procesmi samostatne. Technológia spracovanie drevnatého jadra konope a aj separačná metóda lykových vlákien musí byť aktualizovaná a zlepšená najnovšími poznatkami aby si znížili náklady a zvýšila produktivita výroby (Abd El-Sayed E., El-Sakhawy M., El-Sakhawy M., 2020). Technologický pokrok musí byť zavedený pri spracovaní celej stopky bez oddeľovania vlákien a drevnatého jadra, pretože môže byť dosiahnutý väčší výťažok. Keďže konope je jednoročná plodina, a zároveň konopné stonky môžu byť veľmi objemné, niektoré ťažkosti sú spojené aj s prepravou a skladovacou kapacitou. Dlhodobé skladovanie môže poškodiť vlákna a spôsobiť zmenu farby. Kvalita Konopnej buničiny a produkčné množstvo môžu byť ovplyvnené časom zberu, geografickou polohou, šľachtením rastlín, a dokonca sú pozorované rozdiely v biomase, čo môže viesť k nekonzistentnosti kvality papiera. Produkcia konopného papiera by globálnym poľnohospodárstvom mohla byť päťnásobne väčšia ako dopyt papiera, ale technológie v papierenskom priemysle nie sú dostatočne vyvinuté aby to vedeli naplno využiť. Konopné drene sa vo všeobecnosti používajú zmiešaním s drevnou buničinou, a v súčasnosti nie je viditeľná výroba stopercentne len z konope (Faiz A., Zahidul I., 2022).

Do Konope sa vkladá veľká nádej, že by sa jeho vlastnosti mohli naplno využiť v produkcii papiera a postupne by mohla vytláčať produkciu papiera na drevnatej báze.

### 5.3 KONOPE AKO UDRŽATEĽNEJŠÍ STAVEBNÝ MATERIÁL

Stavebný sektor je jeden z hlavných spotrebiteľov energie s takmer 40%, z čoho 60% sa používa na vykurovanie a chladenie vnútorných priestorov. Zastupuje okolo 32% celosvetového objemu spotreby energie a zodpovedá za 30% emisií oxidu uhličitého. V Európe vyprodukuje stavebný sektor takmer jednu tretinu emisií skleníkových plynov a celosvetovo 10% emisií oxidu uhličitého (Abdellatef Y., Kavgic M. 2020). Tradičné stavebné materiály ako betón, drevo, a izolácie v podobe napríklad sklenej vaty jednoducho nie sú udržateľné a environmentálne úplne optimálne. Pri týchto materiáloch sú oprávnené spájané opodstatnené a podložené obavy týkajúce sa toxicity a udržateľnosti týchto produktov, a to dokonca aj po úplnej inštalácii v dokončenej stavbe. Konope si po zbere a spracovaní zachováva mnoho kvalít ktoré spĺňajú vlastnosti udržateľnejšieho kvalitného stavebného materiálu.

Pre príklad, drevovláknité dosky, ktoré sa tradične vyrábajú z dreva stromov možno vyrobiť z konope. Všeobecne, stromový les vyžaduje najmenej okolo 20 rokov na rast dokým je pripravený na výrub a ťažbu, zatiaľ čo rastový cyklus konope je približne 4 mesiace. Keď sa ťažia stromy, okolitý biotop stráca veľmi cennú sekvestráciu uhlíka, ktorú tieto stromy poskytujú, zvieratá strácajú prostredie na život, a potrvá to zase približne ďalšie dve desaťročia rastu novo zasadených stromov, kým narastú do dostatočnej veľkosti, kedy znovu začnú zachytávať značné množstvo skleníkových plynov. Konope taktiež sekvestruje CO<sub>2</sub> počas rastu. S veľmi odlišnou rýchlosťou rastu môžu byť konopné polia znovu vysadené a môžu znovu začať sekvestrovať okolitý oxid uhličitý rýchlejšie ako pomaly rastúce stromčeky. Počas toho ako konope rastie, korene rastliny čistia pôdu od toxínov. Konope bolo dokonca na tento účel v roku 1998 zasiat Sovietskym zväzom v Černobyle. Dom alebo akákoľvek budova by sa dala postaviť aj takmer len výlučne z produktov konopného pôvodu. Od štuky a malty, až po tesnenie a koberce. Takéto budovy rôzneho typu sa začínajú stavať po celom svete s výsledkami, ktoré otvárajú oči. Tri z najvýznamnejších konopných materiálov v tomto priemyselnom rozkvetu sú: konopný betón, konopné drevovláknité dosky a konopná izolácia ( Lane A., 2018).

### 5.3.1 KONOPNÝ BETÓN

Asi najpoužívanejší stavebný materiál je betón. Betón je zmes vody, piesku, štrku, vápenca a hlíny. Najstaršia betónová stavba má približne 12 000 rokov a bola objavená v dnešnom Turecku. Rimania dominovali ranému betónovému staviteľstvu, až kým sa nerozšírilo po celom svete počas 16. až 18. storočia. Hlavným obavami pri klasickom betóne sú emisie oxidu uhličitého (Schifman J., 2017). Celosvetovo predstavuje cementársky priemysel približne 5 percent antropogénnych emisií oxidu uhličitého. Svetový dopyt betónu a výroba sa výrazne zvyšujú, čo vedie k zvýšeniu absolútnej energie a emisií oxidu uhličitého v tomto odvetví (Hasanbeigi A., Price L., Lin E., 2012).

Betón na báze konope ponúka bezpečnú a udržateľnú alternatívu k tradičnému betónu. Označovaný ako konopný betón, je biokompozitný materiál vyrobený z vnútorného dreveného jadra rastliny konope nazývaný lodyha, zmiešaný so spojivom na báze vápna. Konopná lodyha má vysoký obsah oxidu kremičitého, ktorý umožňuje dobrú viazanosť s vápnom. To je jedinečná vlastnosť konope medzi ostatnými prírodnými vláknami. Konopný betón môže byť vyrobený striekaním, lisovaním alebo ručným miešaním a utesnením. Môže byť predvyrobený alebo čerstvo vyrobený na stavenisku. Existujú správy o jeho výrobe vo forme blokov alebo dutých blokov a tehál. Zhutnenie v dôsledku gravitácie je zanedbateľné, ale spôsob rozprašovania vyvoláva vyššie zhutnenie s veľmi malými zmenami v hustote (Elfordy S., Lucas, F., 2008). Výsledná zmes je ľahký izolačný materiál podobný cementu vážiaci len asi sedminu alebo osminu hmotnosti betónu. Po zmiešaní, konopný betón stvrdne, má veľmi silnú odolnosť a pevnosť, no napriek tomu bloky z neho plávajú na vode. Konopný betón je odolný voči plameňom, škodcom a voči plesniam. Má vynikajúce tepelné vlastnosti a sekvestruje oxid uhličitý po celú dobu svojej životnosti. Konopný betón prispieva k zníženiu klimatických zmien ako fotosyntézou sprostredkovaná sekvestrácia uhlíka (Prétot S., Collet F., Garnier CH., 2013).

konopný betón má elasticko-plastické správanie v tlaku a ťahu so suchou hustotou od 200 do 800 kg na meter kubický. Väčšina výskumníkov uvádza, že tento ľahký materiál vykazuje kompresnú pevnosť menšiu ako 1 MPa, a niektoré literatúry tvrdia, že môže dosahovať až 3,6 MPa. Preto je jeho využitie priaznivé pri nenosných stenách s nosnými rámami alebo ako dokončovacie omietky s vonkajšími a izolačnými vlastnosťami, keď je hustota nižšia. Ak je hustota zvýšená, konopný betón možno použiť aj ako podlahové alebo

strešné izolátory. Pevnosť konopného betónu sa mení podľa typu spojiva. Spojivá na báze škrobu a cementu majú vyššiu pevnosť v tlaku ako vápenné spojivo (Faiz A., Zahidul I., 2022). Pomocou oxychloridového cementu možno dosiahnuť dvakrát pevnejší konopný betón bez toho aby bola znížená hustota, tepelná vodivosť a uhlíková negativita. Súhrnná veľkosť môže tiež ovplyvňovať pevnosť v tlaku v dlhodobom horizonte, pretože menšie veľkosti dosahujú vyššiu pevnosť spojiva ako väčšie produkty. Niektoré literatúry navrhovali, že začlenenie ľanového vlákna do konopného betónu zvyšuje hustotu, čo vedie k lepšej mechanickej pevnosti a nižšiemu zmršťovaniu (Page J., Sonebi M., Amziane S., 2017)

Ďalšou výhodou konštrukcie z konopného betónu je, že čistenie staveniska je jednoduché, pretože zvyšné materiály z konopného betónu je možno jednoducho zapracovať do pôdy alebo recyklovať na ďalšiu stavbu. Konopné murivo lahodí oku, a teda budovy z konope nie je vyslovene potrebné omietať. Budovy z konopného betónu vyzerajú ako všetky ostatné štukové budovy. Interiér môže byť ponechaný naturálny alebo môže byť dokončený vápennou omietkou pre tradičný vzhľad.

### **5.3.2 STAVEBNÉ DREVOVLÁKNITÉ DOSKY**

Drevovláknitá doska strednej hustoty sa vyrába z dreva a bežne sa používa v stavbách na skrine, podlahy, police, dvere a ďalšie. Okrem environmentálnych obáv, ktoré už boli spomenuté, spojené s ťažbou stromov, existujú aj obavy spojené so zdravím. Čo veľa ľudí nevie je, že aj po postavení, drevovláknitá doska naďalej ohrozuje kvalitu vnútorného vzduchu prostredníctvom pokračujúceho uvoľňovania prchavých organických zlúčenín alebo VOC. Tá vôňa novostavby alebo nového domu, ktorú každý pozná a mnoho ľuďom sa to páči, je výsledkom tohto uvoľňovania. (Salthammer T., Marutzky R., et al., 2010). Štúdia Centra pre kontrolu a prevenciu chorôb zistilo, že vysoké hladiny močovinoformaldehydu ktorý obsahujú lepidlá použité v týchto doskách, môžu nielen podráždiť jemnú pokožku, tkanivo očí, nosa a hrdla, ale aj zvýšiť šance na získanie rakoviny. Nové normy na emisie formaldehydu vstúpili do platnosti v roku 2018. Všetky upravené kompozitné drevené výrobky od vtedy musia byť certifikované a uznané kontrolným zákonom (TSCA) na toxické látky. Aj tieto obavy a reštrikcie Pomohli konope ako

alternatívneho materiálu dostať viac pozornosti. Ale určite to nie sú jediné problémy (Lane A., 2018).

Konopná drevovláknitá doska je netoxická a udržateľná alternatíva k tradičnej drevovláknitej doske na báze dreva. Je vyrobená zo stlačeného konopného pazderia a lykových vlákien rastliny. Je pevnejšia, ľahšia a aspoň tak elastická ako doska na báze dreva. Je odolná voči ohňu a vode, a ak sa konope skombinuje s fenolovou živicom, tak sa stávajú tieto vlastnosti ešte odolnejšie. Rovnako ako konopný betón, je konopná drevovláknitá doska odolná voči hubám, vlhkosti, plesniam, odolná voči škodcom, uhlíkovo negatívna, ľahká a tepelne prospešná. Nápad s drevovláknitou doskou na báze konope vznikol už v deväťdesiatych rokoch spoločnosťou C&S v Oregone, ktorá začala experimentovať s touto myšlienkou. Čoskoro sa dostali s týmto nápadom do Washingtonskej štátnej univerzity Wood Engineering Laboratory, a tá im to uskutočnila. Skorá produkcia sa zastavila, keď sila konopných vlákien spôsobila zaseknutie strojov. Po prepracovaní procesu rozkladu vlákien, sa výroba obnovila, už teraz úspešne, a vznikla konopná drevovláknitá doska, ktorá bola 1,5 krát pevnejšia ako drevo s trojnásobnou elasticitou (Conde, Seber, 2011).

Bohužiaľ momentálne existuje len zopár maloobchodných firiem a distribútorov konopných drevovláknitých dosiek. Z toho najznámejšie sú Hemp Technologies a Alibaba z Číny. Paul Maulburg z Washingtonskej štátnej univerzity objavil jedinú potrebu pri používaní rovnakých strojových zariadení, ktoré sa používajú na výrobu drevovláknitých dosiek, na výrobu konopných drevovláknitých dosiek. A to, že husté vlákna konope sa musia najprv poriadne mechanicky rozbiť, aby sa strojové zariadenia nezasekli. Ako pri všetkých konopných výrobkoch, jedna z najväčších prekážok masovej výroby konopnej drevovláknitej dosky je legislatíva (Lane A., 2018).

### 5.3.3 KONOPNÝ TERMOIZOLAČNÝ MATERIÁL

Najčastejšie používaným typom izolácie je sklolaminát, čiže vlákna vyrobené zo skla. Funguje dobre ako izolant v konštrukciách, pretože spomaľuje šírenie chladu a tepla, a zaplňa vzduchové vrecká na udržanie izbovej teploty. Akákoľvek forma tepelnej izolácie šetrí 12-krát toľko energie, koľko sa stratí pri jeho výrobe, čiže môže znížiť náklady na energiu v domácnostiach až o 40%. To je dôvod na to aby mal každý efektívny dom nejakú formu izolácie. Akékoľvek rušenie, respektíve pohyb sklolaminátovej izolácie uvoľňuje častice, ktoré môžu viesť k zdravotným problémom. Takže pri práci s ňou alebo v jej blízkosti je potrebné nosiť ochranný odev, rukavice a okuliare (Lane A., 2018).

Jedným z najrozšírenejších spôsobov využitia konopných vlákien, je výroba rohože s termo-akustickými izolačnými funkciami, na použitie v budovách. Konopná izolácia má ďaleko od sklolaminátovej izolácie, o ktorej si mnohí ľudia myslia, že je jediná možnosť pri riešení zateplenia. Hnedozelené vlákno je úplne netoxické, odolné voči plesniam a škodcom, a má rovnaké vynikajúce tepelné výhody, ktoré ponúka aj konopný betón. Black Mountain Insulation vo Veľkej Británii sa považuje za poprednú spoločnosť vo výrobe konopných izolácií na svete. Spoločnosť tvrdí, že pri výrobe spotrebuje až o deväťdesiat percent menej energie ako pri tradičných sklolaminátových izolačných produktoch. Ich konopná izolácia je taktiež biologicky odbúrateľná a nevyžaduje žiadne špeciálne miesta ani postupy na dispozíciu. Podľa výskumov výkonových a technických noriem, je tepelná vodivosť konopnej izolácie nízka, vďaka čomu je to ideálny izolačný materiál. Vyššia tepelná kapacita, ktorá je spojená s materiálmi na rastlinnej báze, poskytuje jedinečnú schopnosť absorbovať teplo počas dňa a vyžarovať ho v noci, čo zvyšuje energetickú účinnosť konopnej izolácie, najmä v oblastiach s veľkými výkyvmi teplôt. To taktiež pomáha vytvárať budovu, ktorá zostáva teplejšia v chladnej zime a chladnejšia cez leto. Okrem toho konopná izolácia dokáže absorbovať vlhkosť v množstve 20% svojej hmotnosti bez zhoršenia tepelného výkonu (Black Mountain Natural Insulation). Sila konopného vlákna odstraňuje problém zosúvania a zmršťovania, ku ktorému dochádza časom pri alternatívnych izoláciách. Inštalácia je jednoduchá, bez masiek, bez potrebného špeciálneho oblečenia. Inštalatéri jednoducho odrežú kusy izolácie a umiestnia ich na požadované miesta. Tento typ jednoduchej, efektívnej a bezpečnej inštalácie skraca čas a znamená, že to môže urobiť takmer každý. Rovnako ako u konopného betónu, aj konopná izolácia môže

bojovať s rastúcou hladinou oxidu uhličitého. Porovnávací analýza životného cyklu zameraná na spotrebu neobnoviteľnej energie kompozitov z prírodných a sklenených vlákien ukazuje, že čistá úspora 50 000 MJ (to sú tri tony emisií oxidu uhličitého) na tonu termoplastu, môže byť dosiahnutá nahradením 30% výstuže sklenených vlákien za 65% konopných vlákien. Tento výpočet je založený na produkcii emisií a sekvestračných vlastnostiach dokončeného produktu (Pervaiz M., Sain M.M., 2003).

Konopný betón, konopná izolácia a konopná doska strednej hustoty, vytvárajú základ pre trvalo udržateľné, ekonomické, a esteticky príjemné stavby. Krátky rastový cyklus konope vytvára príležitosti čeliť bytovej kríze v krajinách po celom svete rýchlo a efektívne spolu s rastom pracovných miest v tomto priemyselnom odvetví.

## **5.4 PLASTY NA BÁZE KONOPE**

Bežné alebo biologicky nerozložiteľné plasty sú väčšinou chemicky inertné, to znamená odolné voči degradácii. V dôsledku toho odpad z týchto plastov narúša život v prírode a životné prostredie oceánov a pevniny. Jeden z najničivejších dopadov konvenčného plastu je, že sa vyrába z neobnoviteľných zdrojov, a to z ropy. Bežný plast prispel k smrti miliónov voľne žijúcich živočíchov. Podľa štúdie spoločnosti Organizácia pre vedecký a priemyselný výskum Commonwealth a Imperial College of London, 60 % dnešných morských vtákov majú v čreve plast. Do roku 2050 by sa toto číslo mohlo zvýšiť na 99 %. Plast sa normálne rozpadá na drobné kusy pri vystavení slnečnému žiareniu. Morské živočíchy nakoniec požírajú tieto drobné kusy plastu, čo vedie k rôznym škodlivým účinkom a k prípadnej smrti zvierat. Naopak, konopný plast je biologicky odbúrateľný a netoxický. Takže namiesto hromadenia vodných plôch škodlivými petrochemickými plastmi by sa mali rozvíjať udržateľné iniciatívy bezpečného recyklovania konopného plastu ( Marabadi R.B., Kiran M., Kolkar P., 2023). Tradičná výroba plastov na báze fosílnych palív uvoľňuje obrovské množstvo skleníkových plynov a tento materiál potrebuje stovky rokov na rozbitie, Ale zároveň Plasty vyrobené použitím ropnej zlúčeniny sú pomerne lacné a ľahko sa vyrábajú. Na druhej strane procesy, ktoré sú spojené s výrobou biodegradovateľných plastov alebo špecificky konopných plastov sú pomerne drahé a vyžadujú viac úsilia ako výroba konvenčných plastov. Sila a odolnosť konopného plastu

sú prítlačivé v niekoľkých odvetviach. Automobilový priemysel, stavebníctvo a obalový priemysel sa orientujú na konopný plast stále viac a viac. Konopný plast je taktiež ľahký a má veľmi vysoký pomer hustoty k hmotnosti. To umožňuje jeho potencionálne využitie v kozmickom priemysle aby sa ušetrila hmotnosť na ťažkých konštrukciách. Vďaka svojej všestrannosti môže byť konope použité kdekoľvek na akýkoľvek účel ako náhrada konvenčných plastov. Výroba bioplastov na báze konope si vyžaduje menej energie a emituje menej skleníkových plynov ako tradičné plasty. To z neho robí alternatívu šetrnú k životnému prostrediu. Výrobný proces konopného plastu vyžaduje nižšie teploty a menší tlak, čo znamená že výroba vyžaduje menej energie. Plast vyrobený z konope je rovnako odolný ako tradičný plast (Thompson R.C; 2009).

Konopné plasty sú čoraz populárnejšie, keďže tlak na trvalo udržateľné balenie pokračuje. Veľa výrobcov hľadá obnoviteľné zdroje, ktoré môžu nahradiť fosílna palivá a iné materiály používané na výrobu plastov. Konope sa zdá byť životaschopnou alternatívou najmä pre tých výrobcov, ktorí sa zaoberajú krátkodobými a jednorazovými plastmi. Konopný plast je v obalovom priemysle pomerne nový, ale existuje veľa dôvodov prečo by sa malo konopné balenie viac prijímať. Bežným plastovým materiálom môže trvať desaťročia, kým sa úplne rozložia, a to iba vtedy ak sú prítomné správne podmienky na urýchlenie procesu. Konopný plast, podobne ako mnohé iné bioplasty, je schopný rozložiť sa do troch až šiestich mesiacov, čo z neho robí lepšiu alternatívu pre jednorazové a krátkodobé plastové balenie. Proces výroby konopného plastu nevyžaduje použitie fosílnych palív ako iné plasty. Fosílna palivá sa musia ťažiť spôsobmi, ktoré poškodzujú životné prostredie, ako je napríklad frakovanie. Na výrobu plastov sa používajú aj obnoviteľné materiály ako je drevo a bavlna, no konope poskytuje benefit k životnému prostrediu v zmysle menšej spotreby vody. V porovnaní s bavlnou potrebuje konope o 50% menej vody na kultiváciu. Pri spracovaní bavlny sa spotrebuje až štvornásobok vody v porovnaní so spracovaním konope (Nabels-Sneiders M., Platnieks O., 2022).

Konopný plast je vyrobený z celulózy, ktorá sa získava zo stonky rastliny. Konope má vysoký obsah celulózy, 65 až 75 percent rastliny, a to je veľmi potrebné na výrobu plastov. Existuje niekoľko rôznych typov konopných plastov, vrátane konvenčných plastov obohatených konopnými vláknami a stopercentných konopných plastov vyrobených výhradne z konopnej rastliny. Konopný plast ponúka veľkú tepelnú, UV a rozmerovú stabilitu. Niektoré druhy konopných plastov sú dokonca odolné voči ohnivým plameňom. V skutočnosti je konopný plast asi 2,5 krát pevnejší ako polypropylén. Skutočnosť, že



konopný plast je bezpečnejší a pevnejší ako sklolaminát, z neho robí skvelú náhradu stavebných komponentov, ktoré sú vyrobené z konvenčných plastových materiálov (Modi A. A., Shahid R., 2018). Plast z konopného vlákna ovplyvnil vývoj automobilového priemyslu od samého začiatku. Konopný plast bol použitý už v 40-tych rokoch Henry Fordom na výrobu komponentov vozidiel. Dnes veľa autových výrobcov uvažuje a začína používať plast na báze konope a prírodných materiálov na miesto plastových a kovových komponentov, napríklad na dverové panely, stropné obloženia a kufre. Autá, ktoré majú zložky na báze konope sú menej uhlíkovo závadnejšie a sú tiež úspornejšie, pretože sú asi o 30% ľahšie. Vzhľadom na to, že konope je biologicky odbúrateľné, budú tieto autá po používaní jednoduchšie rozložiteľné. Mnohí odborníci prezentovali konope ako prírodný materiál, ktorý je pevnejší ako ten získaný z iných zdrojov prírodných celulóзовých vlákien, ako je kokos, bambus alebo juta (Malabadi R.B., Kolkar K.P., 2023).

#### **5.4.1 KOMPOZITNÉ PLASTY**

Plasty vystužené konopnými vláknami sú kompozitné materiály, ktoré sa skladajú z polyméru a konopných vlákien. Plasty vystužené konopnými vláknami sa používajú najmä v automobilovom priemysle ako interiérové aj exteriérové aplikácie a tiež na výrobu nábytku a iných spotrebných produktov. Konopné vlákna majú pre kompozitné materiály priaznivé mechanické vlastnosti ako pevnosť a tuhosť v kombinácii s nízkou hustotou a bez ostrých hrán. V súčasnosti je väčšina aplikácií spojená s použitím termoplastov a termosetového lisovania, pri ktorom sa prírodné konopné vlákna a polymérny materiál zahrieva a následne lisuje. Konopné vlákna sa rozptyľujú náhodnejšie ako konvenčné vlákna a to zvyšuje ich silu a odolnosť ale zároveň je konopný plast jednoducho modelovateľný. V tomto procese sa násyпка naplní konopnou zmesou. Zmes sa roztaví a je vtlačená do dutiny formy, kde stuhne. Tento proces je vysoko efektívny a možno ho použiť na vyrábanie zložitých predmetov za nízke náklady (Parameswaranpillai J., Gopi J.A., 2023).

Zatiaľ čo stopercentný plast na báze konope je stále vzácnosťou, kompozitné bioplasty vyrobené z konope a iných rastlinných zdrojov sa používajú o mnoho viac. Aj keď ide podľa definície o kompozit, výskumníci používajú „konopný plast“ ako rozlišovaciu definíciu. Jedna zo štúdií vyvinula krátkodobé priemyselné plasty z pšeničného lepku vystuženým konopným vláknom a zistilo sa, že pšeničný plast vystužený z 20% konopným

vláknom vykazuje dvojnásobnú pevnosť ako plast čisto z pšeničného lepku. Ďalšia štúdia vyvinula kompozitný bioplast vystužený konopnými vláknami pomocou použitia acetát celulózy a konopnej celulózy. Odhalilo sa, že tento bioplastový kompozit je pevnejší ako plasty na báze polypropylénu vystužené konopnými vláknami ( Tutek K., Masek A., 2022).

Konopné plasty je možné spracovať pomocou existujúcich zariadení a techniky, čo z nich robí nákladovo efektívne a škálovateľné riešenie pre výrobcov a používateľov plastov. Výrobné náklady všetkých bioplastov postupne klesajú s nárastom ročného objemu výroby. Ale napriek tomu zostávajú nákladnejšími alternatívami k bežne používaným komoditným plastom. Bioplasty vystužené konopnými vláknami sú veľmi perspektívne materiály na výrobu rôznych produktov určených na balenie potravín. Konope a jeho deriváty sú taktiež príslubom pre výrobu ekologickejších polymérnych produktov. Polymérny priemysel, ktorý prispieva do každého z hlavných odvetví hospodárstva, môže čerpať z tohto prírodného ekologického zdroja. Pro-ekologický aspekt pestovania konope ako plodiny s nízkymi nárokmi na pôdu a vodu, a možnosťou spracovania celej rastliny s lacnou produkciou umožňuje optimistický rozvoj tohto výrobného odboru. Ako bolo už spomenuté, pripravené zmesi či už na prírodnej alebo polymérovej báze, sa zahrejú a tlakovo spracujú do požadovaného konopného plastu. Presný proces výroby konopných bioplastov sa môže líšiť v závislosti od výrobcu a zamýšľaného použitia konečného produktu (Deng Z., Liubchak I., 2023).

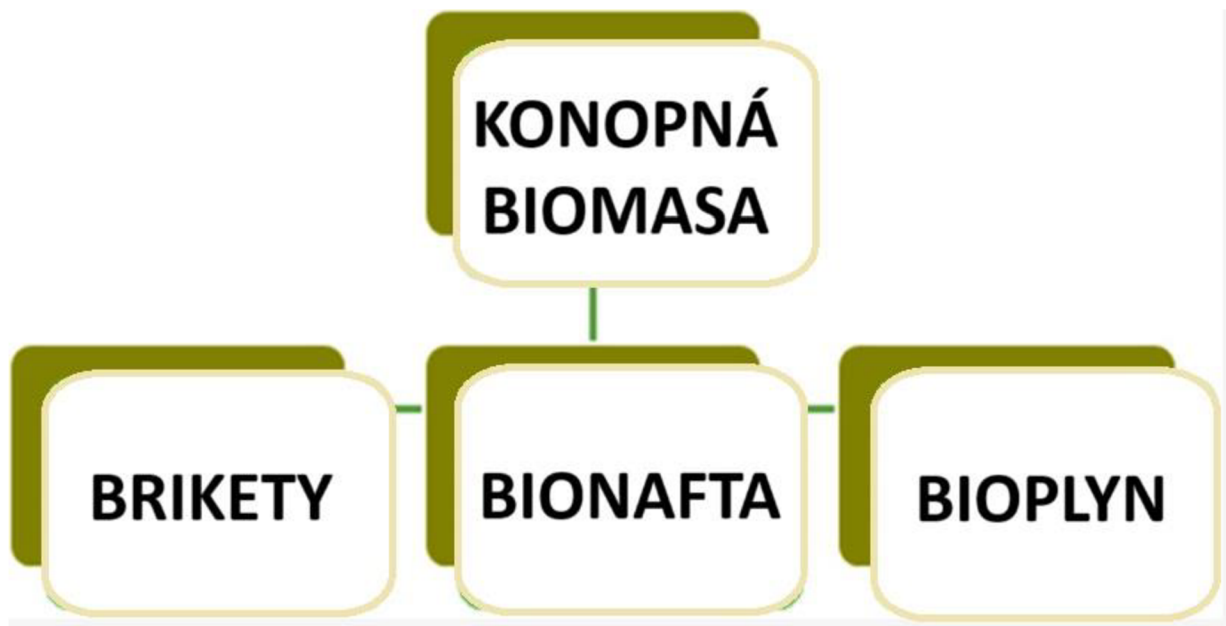
## 5.4.2 NEVÝHODY KONOPNÉHO PLASTU

Plast na báze konope je stále relatívne nový materiál. A preto je prechod podnikov na materiál konope náročnejší. Konope a hlavne konopný plast musí byť široko dostupný na trhu. Plasty na báze konope sú v súčasnosti drahšie ako tradičné plasty. Tento rozdiel v nákladoch je spôsobený predovšetkým obmedzenou dostupnosťou konope ako suroviny a jej vyšším nákladom na spracovanie. Hoci je konopný plast biologicky odbúrateľný, jeho recyklácia môže byť náročná, ak je materiál zmiešaný s niektorými prísadami na zvýšenie jeho kvality. Je to preto, že konopný bioplast si vyžaduje špecifický proces kompostovania a nie všetky recyklačné zariadenia majú potrebnú infraštruktúru na kompostovanie plastov. Plasty z konope majú kratšiu trvanlivosť ako tradičné plasty. Sú náchylnejšie na degradáciu a môžu sa rýchlejšie rozpadáť, ak sú vystavené teplu a vlhkosti ( Malabadi R. B., Kolkar K.P., 2023).

## 5.5 KONOPE AKO BIOPALIVO

Potreba racionálneho využívania energetických zdrojov a výrazného znižovania spotreby fosílnych palív v prospech trvalo udržateľných obnoviteľných zdrojov je vnímaná už roky a odráža sa v legislatíve tak Európskej, ako aj národnej. Biopalivá pochádzajúce z rastlinnej biomasy sa spomínajú v mnohých dokumentoch a právnych predpisoch týkajúcich sa dlhodobých energetických stratégií. Preto je nanajvýš opodstatnené hľadať a vyvíjať riešenia vedúce k čo najefektívnejšiemu využitiu tohto zdroja zelenej energie. Biomasa rastlinná aj živočíšna, sa považuje za alternatívny zdroj energie k fosílnym palivám. Aj keď je na ich výrobu a spracovanie potrebné značné množstvo energie, hospodárenie s nimi je pre životné prostredie menej nevýhodné ako používanie ropy, lignitu alebo čierneho uhlia (Masnadi M.S., Grace J.R., et al., 2015 ). Je to spôsobené jeho absorpciou oxidu uhličitého počas rastu rastlín, čo výrazne znižuje celkovú bilanciu vplyvu produkcie biomasy na ekosystém (Lam H.L., Varbanov P., Klemeš J., 2010 ). Podľa rôznych zdrojov sa priemerná úroda konope v závislosti od odrody, klimatických a pôdných

podmienok a typu plantáže pohybuje okolo 10 až 20 ton na hektár. Konopnú biomasu možno využiť na výrobu tuhých, ako aj kvapalných a plyných biopalív (Mańkowski J., Kołodziej J., Baraniecki P., 2014).



Obr. č. 3, možnosti využitia konopnej biomasy na výrobu biopaliva

### 5.5.1 TUHÉ BIOPALIVÁ

Na výrobu biopalív sa zvyčajne využíva odpadová biomasu z rôznych druhov spracovania alebo z energetických plodín s vysokým obsahom ligno-celulózových zlúčenín. Najbežnejšie vyrábané tuhé biopalivá sú brikety a pelety. Sú určené na spaľovanie, najmä v domácnostiach (Borkowska H., Molas R., 2013). Konopná biomasu, ktorá je odpadom z pestovania konope na rôzne účely, napríklad semená, potrava, kozmetika alebo liečivá, sa dá úspešne využiť na výrobu biopalív. Napríklad pri pestovaní konope pre jeho semená sú celé stonky považované za odpad. Pri pestovaní za účelom konopných vlákien je odpad konopné pazderie. Konopná biomasu pri vlhkosti 8,5%, ako bolo už spomenuté, má vysoký obsah celulózy – viac ako 40% a hemicelulózy – okolo 30%, čo z nej robí cenný materiál na výrobu tuhých biopalív, ako sú brikety a pelety. Okrem toho je spalné teplo konopnej

biomasy  $18300 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  a výhrevnosť je  $17100 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Spalné teplo konopnej biomasy je vyššie ako spalné teplo iných populárnych energetických plodín ako napríklad kenaf, vlákeň a repka olejka. Pevné biopalivá z konopnej biomasy majú vyšší energetický výnos v porovnaní s inými konopnými biopalivami, ako je bioplyn a kvapalné biopalivá. Môžu sa dokonca používať lokálne, na jednotlivých farmách alebo malými skupinami farmárov v blízkosti konopných plantáží ( Karpenstein-Machan, M., 2001).

### 5.5.2 KVAPALNÉ BIOPALIVÁ

Kvapalné biopalivá sú náhrady alebo prísady do motorovej nafty. V poľskú pre príklad, sa bio-komponenty samotné nepoužívajú z dôvodu nízkych teplôt v zime, ktoré by mohli zamraziť palivo v nádržiach. Používanie biopalív môže mať menší dopad na životné prostredie ako používanie motorovej nafty. Napriek tomu je výroba kvapalných biopalív energeticky a nákladovo náročná, a preto sa uskutočňuje množstvo štúdií v oblasti optimalizácie nákladov na výrobu bioetanolu ( Sieracka D., Frankowski J., et.al., 2023). Výskum novej odrody priemyselného konope nazvanej „Henola“ ukázal, že úroda konopných stoniek sa pohybovala od 10,6 ton na jeden hektár do 11,3 ton na jeden hektár v prípade objektu hnojeným komplexným NPK. V analyzovaných vzorkách bol priemerný obsah celulózy 35,5%, holocelulózy 68% a hemicelulózy 32%. Na druhej strane sa ukázalo že množstvo je nezávislé od typu oplodnenia. Najnižší obsah bio-etanolu, 7,11 gramov na jeden liter, bol zistený u konope hnojeného NPK, a najvyšší, 9,93 gramov na jeden liter u konope hnojeným fosforom a draslíkom. V iných štúdiách o optimalizácii chemickej a enzymatickej úprave biomasy Henoly sa dosiahol obsah 10,51 gramov na jeden liter (Frankowski, J., Wawro, A., 2022). Takzvané biopalivá „prvej generácie“, ktoré sa vyrábajú zo škrobu a cukru, sa nezdajú byť udržateľným riešením z dôvodu potenciálnej záťaže, ktorú ich výroba predstavuje pre potravinársky priemysel. Biopalivá „druhej generácie“ vyrobené z lacnej a hojnej rastlinnej biomasy sa považujú za oveľa atraktívnejšiu možnosť. Plné využitie ich potenciálu si však stále vyžaduje prekonanie mnohých technických problémov (Gomez L.D., Steele-King C.G., McQueen-Mason S.J., 2008).

### 5.5.3 BIOPLYN

Bioplyn vzniká pri transformácii biomasy v anaerobných biologických procesoch. Najčastejšie využívaným a najefektívnejším spôsobom výroby bioplynu v priemyselných podmienkach je metánová fermentácia. Vykonáva sa za presne definovaných podmienok v špeciálnych reaktoroch. Výsledná zmes pozostáva z približne dvoch tretín metánu a približne jednej tretiny oxidu uhličitého. Na výrobu bioplynu sa používa mnoho rôznych organických substrátov. Biometán sa najčastejšie vyrába z kukuričnej siláže a živočíšneho hnoja. Čoraz častejšie sa na tento účel využíva aj bioodpad a odpadová rastlinná biomasa. Možnosti výroby palív z rastlinnej a presnejšie z konopnej biomasy sú predmetom intenzívneho výskumu a sú realizované už roky. Výsledky jasno naznačujú, že ide o perspektívny smer, ktorý už teraz prináša merateľné výhody pre životné prostredie a aj pre poľnohospodárov. Vyžaduje si to však ďalší výskum s cieľom optimalizovať procesy výroby biopalív a zároveň neustále hľadanie toho najoptimálnejšieho zdroja biomasy z hľadiska energetickej efektívnosti a zároveň s najmenším dopadom na životné prostredie ( Sieracka D., Frankowski J., et.al., 2023).

Priemyselná konopná biomasa sa môže použiť aj na výrobu bioplynu. Kukurica, Žitovec, Slnečnica a Čirok sú energetické plodiny často používané ako suroviny na spracovanie v anaerobných fermentačných procesoch, najmä kvôli ich vysokému bioplynovému potenciálu, ale ich pestovanie má negatívny vplyv na životné prostredie v dôsledku zmien vo využívaní pôdy. Preto je dôležité hľadať alternatívne druhy s nižším dopadom na životné prostredie, ktoré umožňujú výrobu porovnateľného množstva bioplynu s podobnou energetickou účinnosťou. Priemyselné konope je vysoko konkurencieschopné surovina vo vzťahu k súčasnosti využívaným energetickým plodinám (Ingrao C., Matarazzo A., et. al., 2021). Z jedného hektára pestovania konope odrody Henola možno získať 630 až 783 metrov kubických v závislosti od hustoty sejby (Burczyk H., Oleszak G., 2016).

Za zmienku stojí aj téma palív piatej generácie z kultúr in vitro. V súčasnosti je tento spôsob získavania biopalív vnímaný ako jeden z najperspektívnejších a najekologickejších. Inovatívne využitie konopného kalusu vo výskume, umožnilo získať vysokokvalitnú biosurovinu pozostávajúcu najmä z ketónov a alkénov. Medzi najvýznamnejšie výhody biopalív piatej generácie patrí schopnosť modifikovať obsah lignínu v rastlinách, schopnosť

produkovať kvalitné biopalivá z upravených vzoriek kalusov a fakt, že kalusové kultúry nemajú negatívny vplyv na ekosystémy a životné prostredie, pretože sa vyhýbajú konkurenciám s potravinárskym a krmivárskym priemyslom pre ornú pôdu (Norouzi O., Hesami M., et. al., 2022).

Konopná biomasa má veľmi vysoký energetický potenciál a možno ju využiť pri výrobe kvapalných, plyných a pevných biopalív. Omnoho nákladovo efektívnejším a udržateľnejším riešením je však použitie odpadovej biomasy, ktorá zostala z iného typu hlavnej plodiny, napríklad na semenný materiál na extrakciu esenciálneho oleja CBD.

## 6 DNEŠNÉ PROBLÉMY S PRODUKCIOU KONOPE

V súčasnosti je jedným z veľkých problémov efektívny mechanický zber vláknitých odrôd, ktorý je spôsobený hrúbkou a tvrdosťou ich stoniek (Pari, Baraniecki L., et al., 2015). Ďalším problémom je efektívny zber celých rastlín z poľa a ich komplexné využitie. Poľnohospodári, ktorí zbierajú kvety, zvyčajne musia nechať stonku na poli, pretože v blízkosti nie je žiadna spoločnosť, ktorá by ju spracovala na produkty vyrobené zo slamy, ako je konopný betón alebo biokompozity. Mali by sa založiť miestne podniky zaoberajúce sa komplexným spracovaním konope, pretože preprava stonky na veľké vzdialenosti je nerentabilná. Každá časť zozbieraných rastlín konope sa dá spracovať na bioenergiu a táto biomasa je cennou surovinou na výrobu pevných, kvapalných a plyných biopalív. Využívanie poľnohospodárskych lignocelulóзовých zdrojov ako obnoviteľných zdrojov energie neustále rastie. To umožňuje zvýšený rozvoj vidieckych oblastí a spôsobuje ich sociálnu a ekonomickú obnovu. Problémom však zostáva efektívna technológia spracovania lignocelulóзовých surovín. Rozvoj metód získavania vlákien, pazderia a semien z odpadovej konopnej biomasy by mal prispieť k hospodáreniu s pustinami, znížiť emisie skleníkových plynov a poskytnúť efektívne technologické riešenia spolu so zlepšením stability cien energie, palív a ďalších materiálov v budúcnosti. Neoceniteľné by bolo aj zjednotenie predpisov o pestovaní a spracovaní konope v krajinách Európskej únie, čo by výrazne uľahčilo spoluprácu medzi farmármi a podnikateľmi alebo napríklad vytváranie konopných družstiev v prihraničných oblastiach (Sieracka D., Frankowski J., et al., 2023).



## ZÁVER

Pretože konope prirodzene odoláva chorobám a škodcom, šetrí vodu, rýchlo sa rozkladá a poskytuje priemyselný tovar šetrný k životnému prostrediu ako je bionafta, biobetón, biokompozit, papier, textílie a ďalšie. Konopné biopalivo by mohlo byť vynikajúcou alternatívou paliva na báze ropy a pre výrobu tepla a energie pre dopravu a priemyselné sektory. Hoci konopné betóny vykazujú nízku nosnosť majú vynikajúcu odolnosť voči plesniam a dobrú izoláciu nehnuteľnosti. Môže pomôcť znížiť spotrebu cementu ako stavebného materiálu, ktorý je zodpovedný za druhé najväčšie množstvo emisií oxidu uhličitého. So svojimi výhodami v porovnaní s drevom, vrátane vyššej produkcie a väčšej recyklovateľnosti, by plodina otvorila nové príležitosti pre papierenský sektor. Tieto vlastnosti môžu nepochybne brániť a spomaliť proces odlesňovania. Konopné plasty môžu konkurovať iným bioplastom vďaka svojej tuhosti, nízkej hmotnosti, dobe degradácie a prispôsobivosti. Vďaka zvýšenej sile konopného vlákna, ktoré poskytuje pružnosť, môže byť konopný kompozit bezkonkurenčný v priemysle kompozitov a v dopyte po biokompozitoch. Pestovanie konope môže určite minimalizovať používanie toxických hnojív, pretože si ich vyžaduje minimálne. Pestovanie konope má potenciál dramaticky minimalizovať množstvo uhlíkových dopadov na životné prostredie. Okrem toho sa konope ukázalo ako vysoko účinný materiál na výrobu textílií a v súčasnosti sa používa v odevoch popri bavlně. Dnešný trh s konope má sľubnú budúcnosť, pretože spotrebiteľia a výrobcovia si čoraz viac uvedomujú využitie a produkty vyrobené z konopných vlákien. S pokrokom a prispôbením technológie výroby s ktorým by sa využité všetky fyzikálnych, chemických a morfológických vlastností konope, môže táto plodina lepšie prispieť k čistej, zdravej a udržateľnej planéte.

Najmä pre udržateľnú výstavbu budov je zásadné používať materiály, ktoré sú navrhnuté tak, aby mali nízky vplyv na životné prostredie a nízke emisie skleníkových plynov. Nedávne pokroky vo vývoji prírodných vlákien, ako sú vlákna z konope, ľanu a juty, ako aj vo vede o kompozitných materiáloch, predstavujú významnú príležitosť na výrobu vylepšených materiálov z obnoviteľných zdrojov a energie. Hodnotenia energetických a environmentálnych vlastností sú potrebné ako nástroje na podporu navrhovania a výroby týchto materiálov s cieľom identifikovať riešenia pre zvýšený príspevok ku globálnej udržateľnosti. V posledných rokoch bol zaznamenaný výrazný nárast počtu energetických a environmentálnych štúdií o stavebných materiáloch na zateplovanie

obvodových plášťov a pre iné konštrukčné aplikácie v budovách. Tieto štúdie sa zamerali na testovanie a zlepšovanie hygrotermálnych vlastností a ekologickosti týchto materiálov tak, aby umožnili zníženie vnútornej aj prevádzkovej energie pri zachovaní kvality a pohodlia vnútorného vzduchu. To by umožnilo obmedzené využívanie energetických zdrojov a obmedzený vplyv na ľudské zdravie a životné prostredie, čím by sa prispelo k tomu, že budovy budú zdravšie a environmentálne udržateľnejšie počas ich životného cyklu.

Tradičná výroba plastov na báze fosílnych palív uvoľňuje obrovské množstvo skleníkových plynov a tomuto materiálu trvá rozklad stovky rokov. Biologicky odbúrateľné plasty sa vyrábajú pomocou petrochemických produktov, rovnako ako bežné plasty až na to, že pri ich výrobe sú zahrnuté niektoré prísady, ktoré im pomáhajú pri rýchlej degradácii. Konopný plast, ktorý je 100% biologicky odbúrateľný, môže byť lepšou alternatívou k syntetickému plasty. Také plasty sú momentálne používané veľmi málo ale väčším štúdiom a objavovaním lepších technológií sa táto výroba môže dosiahnuť, a tým pádom by mohli byť plasty ešte o mnoho udržateľnejšie a recyklovateľnejšie ako konopné biokompozitné a kompozitné plasty, ktoré sa momentálne produkujú o mnoho viac ale ich degradácia a recyklácia je vďaka syntetickým a iným chemickým prídavkom stále komplexne náročná.

O konopné suroviny sa zaujímajú odvetvia z každého odvetvia hospodárstva. Vďaka tomu môžu byť vedľajšie produkty pestovania konope použité ako druhotné suroviny, čím sa výrazne zníži množstvo vznikajúceho postprodukčného odpadu. Možnosti využitia odpadovej konopnej biomasy ako suroviny na výrobu biopalív sú odpoveďou na hľadanie proekologických riešení v ekonomike, v oblasti nakladania s odpadovou biomasou rastlín a odporúčania Európskej únie na podporu rozvoju obnoviteľnej energie. Výsledky výskumov naznačujú, že biopalivá vyrobené z odpadovej biomasy majú uspokojivý energetický potenciál. Navyše, toto trvalo udržateľné využívanie surovín je cenovo efektívne riešenie, ktoré zároveň zlepšuje životné prostredie.

Vzhľadom na nízke agrotechnické a pestovateľské nároky, ako aj špecifické biologické vlastnosti konope možno tieto rastliny pestovať takmer kdekoľvek. Veľké množstvo odrôd s rôznymi vlastnosťami umožňuje výber a prispôsobenie plodiny možnostiam farmy a potrebám miestneho trhu. Podstatou koncepcie trvalo udržateľného rozvoja je zabezpečiť trvalé zlepšovanie kvality života súčasných a budúcich generácií prostredníctvom rovnováhy medzi rozvojom ekonomického, ľudského a prírodného

kapitálu. Vzhľadom na vyššie uvedené možno s istotou povedať, že pestovanie konope aj využívanie konopných surovín sú tými správnymi krokmi na zníženie produkcie odpadu a prechod na obehové hospodárstvo, ktoré dokonale zapadá do myšlienky trvalo udržateľného rozvoja. Pri pestovaní konope treba venovať pozornosť účelu pestovania. Je preto vhodné uskutočniť výskum efektívneho zberu a spracovania konope a zároveň vyvinúť úsilie na zavedenie predpisov, ktoré pestovateľom a spracovateľom uľahčia zakladanie plantáží a spoluprácu pri efektívnom spracovaní konope. celé rastliny. Ich využitie prostredníctvom výroby bioenergie, napr. bioplynu alebo bioetanolu, však môže byť racionálnou a efektívnou možnosťou nakladania s touto odpadovou biomasou. Okrem toho, budúci výhľad výskumu konope by sa mal týkať využívania konopných koreňov v biohospodárstve. Spolu s riadnym plánovaním budúcich operácií rastu a prehľadnosti hospodárenia tejto plodiny, možno mnohými aplikáciami konope dosiahnuť vytváranie zeleného prostredia a zároveň dobrého zisku. Pevná vízia a jasný plán vydláždia cestu k objavovaniu nových technológií a nápadov. Inovácie v konopnom priemysle zvýši produkciu a využitie tohto trvalo udržateľného materiálu na minimalizáciu environmentálnych a zdravotných problémov.

## ZOZNAM LITERATÚRY

ABD EL-SAYED, Essam S.; EL-SAKHAWY, Mohamed a EL-SAKHAWY, Mohamed Abdel-Monem. Non-wood fibers as raw material for pulp and paper industry. Online. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*. 2020, roč. 35, č. 2, s. 215-230. ISSN 2000-0669. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/npprj-2019-0064>. [cit. 2024-04-19].

ABDELLATEF, Yaser a KAVGIC, Miroslava. Thermal, microstructural and numerical analysis of hempcrete-microencapsulated phase change material composites. Online. *Applied Thermal Engineering*. 2020, roč. 178. ISSN 13594311. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115520>. [cit. 2024-03-25].

AHMED, A T M Faiz; ISLAM, Md Zahidul; MAHMUD, Md Sultan; SARKER, Md Emdad a ISLAM, Md Reajul. Hemp as a potential raw material toward a sustainable world: A review. Online. *Heliyon*. 2022, roč. 8, č. 1. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08753>. [cit. 2024-03-24].

ANANDHARAMAKRISHAN C.; SUBRAMANIAN P. *Industrial Application of Functional Foods, Ingredients and Nutraceuticals*. Online. Elsevier, 2023. ISBN 9780128243121. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/C2020-0-01876-1>. [cit. 2024-04-04].

BASU, Prabir. Analytical Techniques. Online. In: *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction*. Elsevier, 2018, s. 479-495. ISBN 9780128129920. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812992-0.00023-6>. [cit. 2024-04-04].

BORKOWSKA, Halina a MOLAS, Roman. Yield comparison of four lignocellulosic perennial energy crop species. Online. *Biomass and Bioenergy*. 2013, roč. 51, s. 145-153.

ISSN 09619534. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.017>. [cit. 2024-03-31].

BROWN, D. T. Non-medicinal uses of Cannabis sativa. V Cannabis. CRC Press. 1998. s. 138-147. [cit. 2024-03-17].

CAHILL, Abigail E.; AIELLO-LAMMENS, Matthew E.; FISHER-REID, M. Caitlin; HUA, Xia; KARANEWSKY, Caitlin J. et al. How does climate change cause extinction? Online. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2013, roč. 280, č. 1750. ISSN 0962-8452. Dostupné z: <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1890>. [cit. 2024-03-11].

CONDE a SEBER. Building Toward The Future With Hemp, Global Hemp. 2018. Online. Dostupné z: <http://www.globalhemp.com/1994/07/conde-seber-building-toward-the-future-with-hemp>. [cit. 2024-03-28].

CRINI, Grégorio; LICHTFOUSE, Eric; CHANET, Gilles a MORIN-CRINI, Nadia. Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. Online. *Environmental Chemistry Letters*. 2020, roč. 18, č. 5, s. 1451-1476. ISSN 1610-3653. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01029-2>. [cit. 2024-04-24].

DALNIELOWICZ, D., SURMA-ŚLUSARKA, B. Processing of industrial hemp into papermaking pulps intended for bleaching, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2010, roč. 18, č. 6, s. 110-115. online. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/236327670\\_Danielewicz\\_D\\_Surma-Slusarska\\_B\\_Processing\\_of\\_industrial\\_hemp\\_into\\_papermaking\\_pulps\\_intended\\_for\\_bleaching\\_Fibres\\_Textiles\\_in\\_Eastern\\_Europe\\_18\\_6\\_110-115\\_2010](https://www.researchgate.net/publication/236327670_Danielewicz_D_Surma-Slusarska_B_Processing_of_industrial_hemp_into_papermaking_pulps_intended_for_bleaching_Fibres_Textiles_in_Eastern_Europe_18_6_110-115_2010) [cit. 2024-03-28].

DAYANANDAN, P. a KAUFMAN, Peter B. TRICHOMES OF CANNABIS SATIVA L. (CANNABACEAE). Online. *American Journal of Botany*. 1976, roč. 63, č. 5, s. 578-591. ISSN 0002-9122. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1976.tb11846.x>. [cit. 2024-03-20].

DEIVY ANDHIKA PERMATA; ANWAR KASIM; ALFI ASBEN a YUSNIWATI. Delignification of Lignocellulosic Biomass. Online. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2021, roč. 12, č. 2, s. 462-469. ISSN 25819615. Dostupné z: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.2.0618>. [cit. 2024-04-04].

DENG, Zhengyu; LIUBCHAK, Iryna; HOLNESS, F. Benjamin; SHAHROKHI, Farshid; PRICE, Aaron D. et al. Biobased composites of poly(butylene furanoate) copolymers and hemp. Online. *Journal of Polymer Science*. 2023, roč. 61, č. 14, s. 1528-1536. ISSN 2642-4150. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/pol.20230060>. [cit. 2024-04-01].

DUPAL L. Kniha o marihuane, Maťa, Olomouc. Kniha. 1994. [cit. 2024-03-18]

ĎURIŠKA Libor, Kompozitné materialy. Online. *Rozvoj moderného strojárkeho vzdelávacieho programu v oblasti zelenej inteligentnej výroby*. Dostupné z: [https://am.fstroj.uniza.sk/files/3/BIN\\_SGS02\\_2021\\_007\\_AKTIVITA3\\_Prednaska.pdf](https://am.fstroj.uniza.sk/files/3/BIN_SGS02_2021_007_AKTIVITA3_Prednaska.pdf). [cit. 2024-04-04].

ELFORDY, S.; LUCAS, F.; TANCRET, F.; SCUDELLER, Y. a GOUDET, L. Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete (“hempcrete”) manufactured by a projection process. Online. *Construction and Building Materials*. 2008, roč. 22, č. 10, s. 2116-2123. ISSN 09500618. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.07.016>. [cit. 2024-03-22].

FORTENBERY, T. Randall a BENNETT, Michael. Opportunities for Commercial Hemp Production. Online. *Review of Agricultural Economics*. 2004, roč. 26, č. 1, s. 97-117. ISSN 1058-7195. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2003.00164.x>. [cit. 2024-03-29].

FRANKOWSKI, Jakub; WAWRO, Aleksandra; BATOG, Jolanta a BURCZYK, Henryk. New Polish Oilseed Hemp Cultivar Henola – Cultivation, Properties and Utilization for Bioethanol Production. Online. *Journal of Natural Fibers*. 2022, roč. 19, č. 13, s. 7283-7295. ISSN 1544-0478. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1944439>. [cit. 2024-03-20].

GOLD, Victor (ed.). *The IUPAC Compendium of Chemical Terminology*. Online. Research Triangle Park, NC: International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), 2019. Dostupné z: <https://doi.org/10.1351/goldbook>. [cit. 2024-04-03].

GOMEZ, Leonardo D.; STEELE-KING, Clare G. a MCQUEEN-MASON, Simon J. Sustainable liquid biofuels from biomass: the writing's on the walls. Online. *New Phytologist*. 2008, roč. 178, č. 3, s. 473-485. ISSN 0028-646X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02422.x>. [cit. 2024-03-21].

GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; HOSPIDO, A.; FEIJOO, G. a MOREIRA, M.T. Life cycle assessment of raw materials for non-wood pulp mills: Hemp and flax. Online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010, roč. 54, č. 11, s. 923-930. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.01.011>. [cit. 2024-04-01].

GROOT DE B. Hemp pulp and paper production: paper from hemp woody core. Online. Dostupné z: <https://www.druglibrary.org/olsen/hemp/iha/iha02112.html>. [cit. 2024-04-28].

HAUFE, J. a CARUS, M. Hemp Fibres for Green Products—An assessment of life cycle studies on hemp fibre applications. *Germany: European Industrial Hemp Association (EIHA)*. 2011, Online. dostupné z: [https://eiha.org/media/attach/765/1045\\_Michael\\_Carus.pdf](https://eiha.org/media/attach/765/1045_Michael_Carus.pdf) [cit. 2024-03-24].

INGRAO, Carlo; LO GIUDICE, Agata; BACENETTI, Jacopo; TRICASE, Caterina; DOTELLI, Giovanni et al. Energy and environmental assessment of industrial hemp for building applications: A review. Online. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015, roč. 51, s. 29-42. ISSN 13640321. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.002>. [cit. 2024-03-23].

INGRAO, Carlo; MATARAZZO, Agata; GORJIAN, Shiva; ADAMCZYK, Janusz; FAILLA, Sabina et al. Wheat-straw derived bioethanol production: A review of Life Cycle Assessments. Online. *Science of The Total Environment*. 2021, roč. 781. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146751>. [cit. 2024-04-02].

JAKUČIONYTĖ-SKODIENĖ, Miglė a LIOBIKIENĖ, Genovaitė. Climate change concern, personal responsibility and actions related to climate change mitigation in EU countries: Cross-cultural analysis. Online. *Journal of Cleaner Production*. 2021, roč. 281. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125189>. [cit. 2024-03-09].

KARCHE, Tahseen a SINGH, Manager Rajdeo. The application of hemp (*Cannabissativa* L.) for a green economy: a review. Online. *TURKISH JOURNAL OF BOTANY*. 2019, roč. 43, č. 6, s. 710-723. ISSN 13036106. Dostupné z: <https://doi.org/10.3906/bot-1907-15>. [cit. 2024-03-19].

KARPENSTEIN-MACHAN, M. Sustainable Cultivation Concepts for Domestic Energy Production from Biomass. Online. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Roč. 20, č. 1, s. 1-14. ISSN 07352689. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0735-2689\(01\)80010-1](https://doi.org/10.1016/S0735-2689(01)80010-1). [cit. 2024-03-26].

KUBÁNEK V. Konopí a mák. V Tribunu EU vyd. 2. – Brno. Kniha. 2009. [cit. 2024-03-19].

LAM, Hon Loong; VARBANOV, Petar a KLEMEŠ, Jiří. Minimising carbon footprint of regional biomass supply chains. Online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010, roč. 54, č. 5, s. 303-309. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.03.009>. [cit. 2024-03-16].

LANE, A. Industrial Hemp: Building a Sustainable Future. 2018. Online. Dostupné z: <https://digital.library.txst.edu/server/api/core/bitstreams/5c8561fd-2937-47f2-a781-aa942e8fcedb/content> [cit. 2024-03-23].

LAWSON, Lelia; DEGENSTEIN, Lauren M.; BATES, Bronwyn; CHUTE, Wade; KING, Dan et al. Cellulose Textiles from Hemp Biomass: Opportunities and Challenges. Online. *Sustainability*. 2022, roč. 14, č. 22. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su142215337>. [cit. 2024-03-27].

LEYVA, Delfín Rodríguez; MCCULLOUGH, Richelle S. a PIERCE, Grant N. Medicinal Use of Hempseeds (*Cannabis sativa* L.). Online. In: *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. Elsevier, 2011, s. 637-646. ISBN 9780123756886. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10074-X>. [cit. 2024-03-19].

MALACHOWSKA, E., PRZYBYSZ, P., DUBOWIK, M., KUCNER, M. a BUZALA, K. Comparison of papermaking potential of wood and hemp cellulose pulps. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*, 2015. Online. Dostupné z: <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-c9eb2861-1d46-4802-9aad-f24e907d5666> [cit. 2024-03-27].

MAŃKOWSKI, J., KOŁODZEJ, J., BARANIECKI, P., Energetyczne wykorzystanie biomasy z konopí uprawianych na terenach zrekultywowanych. *Chemik*. 2014, č. 68, s. 901–902. Online. Dostupné z: [file:///C:/Users/PC-User/Downloads/Energetyczne\\_wykorzystanie\\_biomasy\\_%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PC-User/Downloads/Energetyczne_wykorzystanie_biomasy_%20(2).pdf) [cit. 2024-03-31].

MASNADI, Mohammad S.; GRACE, John R.; BI, Xiaotao T.; LIM, C. Jim a ELLIS, Naoko. From fossil fuels towards renewables: Inhibitory and catalytic effects on carbon thermochemical conversion during co-gasification of biomass with fossil fuels. Online. *Applied Energy*. 2015, roč. 140, s. 196-209. ISSN 03062619. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.006>. [cit. 2024-03-27].

MIOVSKÝ M. Konopí a konopné drogy, Grada. Kniha. 2008. [cit. 2024-03-15].

MIRSKI, R., BORUSZEWSKI, P., TROCIŃSKI, A. a DZIURKA, D. The possibility to use long fibres from fast growing hemp (*Cannabis sativa* L.) for the production of boards for the building and furniture industry. *BioResources*, 2017, roč. 12, č. 2, s. 3521-3529. Online. Dostupné z: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp->

[content/uploads/2017/03/BioRes\\_12\\_2\\_3521\\_Mirski\\_BT\\_D\\_Possibility\\_LongFibers\\_Hemp\\_Product\\_Boards\\_FurnIndu\\_11058.pdf](#) [cit. 2024-03-22].

MODI, Ali Asghar; SHAHID, Rehmatullah; SAEED, Muhammad Usman; YOUNAS, Tanzila; CUI, W. et al. Hemp is the Future of Plastics. Online. *E3S Web of Conferences*. 2018, roč. 51. ISSN 2267-1242. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185103002>. [cit. 2024-03-24].

NABELS-SNEIDERS, Martins; PLATNIEKS, Oskars; GRASE, Liga a GAIDUKOVŠ, Sergejs. Lamination of Cast Hemp Paper with Bio-Based Plastics for Sustainable Packaging: Structure-Thermomechanical Properties Relationship and Biodegradation Studies. Online. *Journal of Composites Science*. 2022, roč. 6, č. 9. ISSN 2504-477X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/jcs6090246>. [cit. 2024-03-24].

NOROUZI, Omid; HESAMI, Mohsen; PEPE, Marco; DUTTA, Animesh a JONES, Andrew Maxwell P. In vitro plant tissue culture as the fifth generation of bioenergy. Online. *Scientific Reports*. 2022, roč. 12, č. 1. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09066-3>. [cit. 2024-03-29].

O'BRIAN, Michael. cannabinoids. *Encyclopedia Britannica*, 21 Mar. 2024, online, dostupné z: <https://www.britannica.com/science/cannabinoid>. [cit. 2024-03-04].

PAGE, J.; SONEBI, M. a AMZIANE, S. Design and multi-physical properties of a new hybrid hemp-flax composite material. Online. *Construction and Building Materials*. 2017, roč. 139, s. 502-512. ISSN 09500618. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.037>. [cit. 2024-03-22].

PARAMESWARANPILLAI, Jyotishkumar; GOPI, Jineesh Ayippadath; RADOOR, Sabarish; C. D., Midhun Dominic; KRISHNASAMY, Senthilkumar et al. Turning waste plant fibers into advanced plant fiber reinforced polymer composites: A comprehensive review. Online. *Composites Part C: Open Access*. 2023, roč. 10. ISSN 26666820. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2022.100333>. [cit. 2024-03-28].

PARI, Luigi; BARANIECKI, Przemyslaw; KANIEWSKI, Ryszard a SCARFONE, Antonio. Harvesting strategies of bast fiber crops in Europe and in China. Online. *Industrial Crops and Products*. 2015, roč. 68, s. 90-96. ISSN 09266690. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.010>. [cit. 2024-03-30].

PECEN, Josef; PIKSA, Zdeněk; ZABLOUDILOVÁ, Petra. Spalné teplo a výhřevnost semen vybraných odrůd řepky olejné. 2012. Online, dostupné z: [http://konference.agrobiologie.cz/2012-12-06/15-Pecen-Piksa-Zabloudilova\\_SPALNE\\_TEPLO\\_A\\_VYHREVNOST\\_SEMEN\\_VYBRANYCH\\_ODRUD\\_REPKY\\_OLEJNE.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2012-12-06/15-Pecen-Piksa-Zabloudilova_SPALNE_TEPLO_A_VYHREVNOST_SEMEN_VYBRANYCH_ODRUD_REPKY_OLEJNE.pdf) [cit. 2024-03-04].

PERVAIZ, Muhammad a SAIN, Mohini M. Carbon storage potential in natural fiber composites. Online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2003, roč. 39, č. 4, s. 325-340. ISSN 09213449. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(02\)00173-8](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(02)00173-8). [cit. 2024-03-30].

PETRUZZELO, Melissa. "What Is the Difference Between Hemp and Marijuana?". *Encyclopedia Britannica*, 15 Dec. 2022, <https://www.britannica.com/story/what-is-the-difference-between-hemp-and-marijuana>. [cit. 2024-03-04].



PEUKE, Andreas D. a RENNENBERG, Heinz. Phytoremediation. Online. *EMBO reports*. 2005, roč. 6, č. 6, s. 497-501. ISSN 1469-221X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400445>. [cit. 2024-03-04].

PORTUGAL, José R.; ARF, Orivaldo; BUZETTI, Salatiér; PORTUGAL, Amanda R.P.; GARCIA, Nayara F.S. et al. Do cover crops improve the productivity and industrial quality of upland rice? Online. *Agronomy Journal*. 2020, roč. 112, č. 1, s. 327-343. ISSN 0002-1962. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/agj2.20028>. [cit. 2024-03-15].

RAVINDRA B. MALABADI; KIRAN P. KOLKAR; RAJU K. CHALANNAVAR; RESHANTH VASSANTHINI a BHAGYAVANA S. MUDIGOUDRA. Industrial Cannabis sativa: Hemp Plastic-Updates. Online. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2023, roč. 20, č. 1, s. 715-725. ISSN 25819615. Dostupné z: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.20.1.2102>. [cit. 2024-04-01].

RIBUL, Miriam. Regenerative Textiles: A Framework for Future Materials Circularity in the Textile Value Chain. Online. *Sustainability*. 2021, roč. 13, č. 24. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su132413910>. [cit. 2024-03-21].

ROGERS, Kara., microplastics. *Encyclopedia Britannica*, 28 Mar. 2024, online, dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/microplastic>. [cit. 2024-03-04].

RUMAN, M. Cannabis, Konopí, ISBN 978-80-87754, 2014. kniha. [cit. 2024-03-14].

SALTHAMMER, Tunga; MENTESE, Sibel a MARUTZKY, Rainer. Formaldehyde in the Indoor Environment. Online. *Chemical Reviews*. 2010, roč. 110, č. 4, s. 2536-2572. ISSN 0009-2665. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/cr800399g>. [cit. 2024-03-21].

SELVAMURUGAN MUTHUSAMY, M. a PRAMASIVAM, Sivakumar. Bioplastics – An Eco-friendly Alternative to Petrochemical Plastics. Online. *Current World Environment*. 2019, roč. 14, č. 1, s. 49-59. ISSN 09734929. Dostupné z: <https://doi.org/10.12944/CWE.14.1.07>. [cit. 2024-03-24].

SIERACKA, Dominika; FRANKOWSKI, Jakub; WACŁAWEK, Stanisław a CZEKAŁA, Wojciech. Hemp Biomass as a Raw Material for Sustainable Development. Online. *Applied Sciences*. 2023, roč. 13, č. 17. ISSN 2076-3417. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app13179733>. [cit. 2024-04-03].

SPEIGHT, James G. Composition and properties. Online. In: *Natural Gas*. Elsevier, 2019, s. 99-148. ISBN 9780128095706. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809570-6.00004-7>. [cit. 2024-04-06].

SPYCHALSKI, G. Wybrane aspekty uprawy roślin włóknistych i zielarskich w wielkopolskim rolnictwie. *Roczniki (Annals)*, 2014. Online. Dostupné z: <https://ideas.repec.org/a/ags/paaero/201509.html> [cit. 2024-04-01].

TEDESCHI, Anna; VOLPE, Maria Grazia; POLIMENO, Franca; SIANO, Francesco; MAGLIONE, Giuseppe et al. Soil Fertilization with Urea Has Little Effect on Seed Quality but Reduces Soil N<sub>2</sub>O Emissions from a Hemp Cultivation. Online. *Agriculture*. 2020, roč. 10, č. 6. ISSN 2077-0472. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060240>. [cit. 2024-03-20].

THAKUR, Beli R.; SINGH, Rakesh K.; HANDA, Avtar K. a RAO, M. A. Chemistry and uses of pectin — A review. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009,

roč. 37, č. 1, s. 47-73. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408399709527767>. [cit. 2024-04-04].

TUTEK, Karol a MASEK, Anna. Hemp and Its Derivatives as a Universal Industrial Raw Material (with Particular Emphasis on the Polymer Industry)—A Review. Online. *Materials*. 2022, roč. 15, č. 7. ISSN 1996-1944. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ma15072565>. [cit. 2024-03-20].

VAIDYA, Alankar A.; MURTON, Karl D.; SMITH, Dawn A. a DEDUAL, Gaetano. A review on organosolv pretreatment of softwood with a focus on enzymatic hydrolysis of cellulose. Online. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022, roč. 12, č. 11, s. 5427-5442. ISSN 2190-6815. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02373-9>. [cit. 2024-04-04].

VALÍČEK, Pavel. *Léčivé rostliny a omamné drogy*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Kniha. 2003. ISBN isbn80-7157-725-1. [cit. 2024-03-14].

VOGL, C.R., JURGEN, H., STROML, K.F. Die praktische hanf Fibel, Informationsbroschüre für den Anbau von Hanf (*Cannabis sativa* L.) im biologischen landbau, Universität für Bodenkultur, Wien. 1996. Online. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/301299236\\_Die\\_praktische\\_Hanf\\_Fibel\\_-\\_Informationsbroschüre\\_für\\_den\\_Anbau\\_von\\_Hanf\\_Cannabis\\_sativa\\_L\\_im\\_Biologischen\\_Landbau](https://www.researchgate.net/publication/301299236_Die_praktische_Hanf_Fibel_-_Informationsbroschüre_für_den_Anbau_von_Hanf_Cannabis_sativa_L_im_Biologischen_Landbau) [cit. 2024-03-15]

## INTERNETOVÉ ZDROJE

[https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj) [cit. 2024-04-20].

<https://www.blackmountaininsulation.com/products/natuhemp>. [cit. 2024-03-30].

<http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/anatomieCR18.pdf> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/science/cellulose> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/science/polymer> [cit. 2024-04-03].

<http://www.kbg.fpv.ukf.sk/slovník/show.php?idp=295> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/science/hemicellulose> [cit. 2024-04-03].

<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/solubilization> [cit. 2024-04-03].

<http://www.yufungprimachem.com/spanish/proshow/?82-143-56.html> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/technology/fracking> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/science/lignin> [cit. 2024-04-03].

<https://www.epa.gov/agstar/how-does-anaerobic-digestion-work> [cit. 2024-04-03].

<https://www.britannica.com/science/callus-botany> [cit. 2024-04-03].

## ZDROJE OBRÁZKOVÝCH PŘÍLOH

Obr. č 1: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427123000438?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=864337332c84c293](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427123000438?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=864337332c84c293)

Obr. č. 2: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(22\)00041-X.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(22)00041-X.pdf)

Obr. č. 3: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/17/9733>