

Kaskádové využívanie drevnej hmoty v krajinách EÚ

*Vladimír Ihnát, Henrich Lübke,
Andrej Pažitný, Jozef Balberčák, Vladimír Kuňa, Opálená Elena
Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s. Bratislava
ihnmat@vupc.sk

Abstrakt

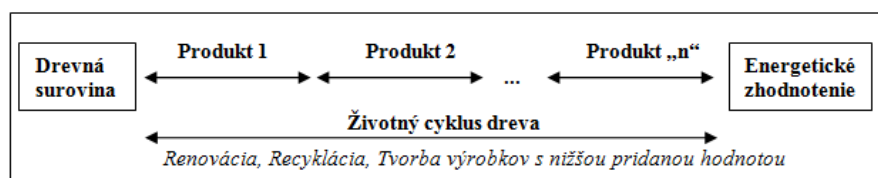
Predkladaný článok zovšeobecňuje princíp kaskádového využívania dreva, preferovaný Európskou úniou, v teoretickej rovine ako odpoveď na predikovaný deficit v dodávkach tejto suroviny v nasledujúcich desaťročiach. Tento princíp môže mať výrazne zmierňujúce dopady na celospoločenský tlak na zníženie zaťaženia životného prostredia vplyvom nadmernej ťažby. Poukazuje na skutočnosť, že experimentálne potvrdené modely na jednotlivých úrovniach (kaskádach) už existujú, čiastočne sa aj aplikujú, avšak pevný legislatívny rámec stále chýba. Odborná verejnosť preferuje princíp viacstupňového kaskádového využívania, aj keď prípadové štúdie poukazujú na nedostatočný stupeň materiálového zhodnocovania už pri jednostupňových modeloch.

Kľúčové slová: Kaskádové využívania dreva, renovácia, recyklácia, životný cyklus dreva, jednostupňový a viacstupňový model kaskádového využívania.

Úvod

Posledné štúdie nasvedčujú tomu, že rastúci dopyt po materiáloch a energii by mohol viesť k deficitu dodávok dreva v nadchádzajúcich desaťročiach. Efektívnejšie využitie drevnej hmoty ponúka potenciál pre prekonanie tohto deficitu, ktorý tkvie v princípe tzv. kaskádového využívania dreva.

Kaskádové využívanie je stratégia využívania surovín, akým je aj drevo, v chronologicky postupných krokoch čo najdlhšie, najčastejšie a najefektívnejšie pre materiály a pre energiu až na konci životného cyklu (Obr. 1).



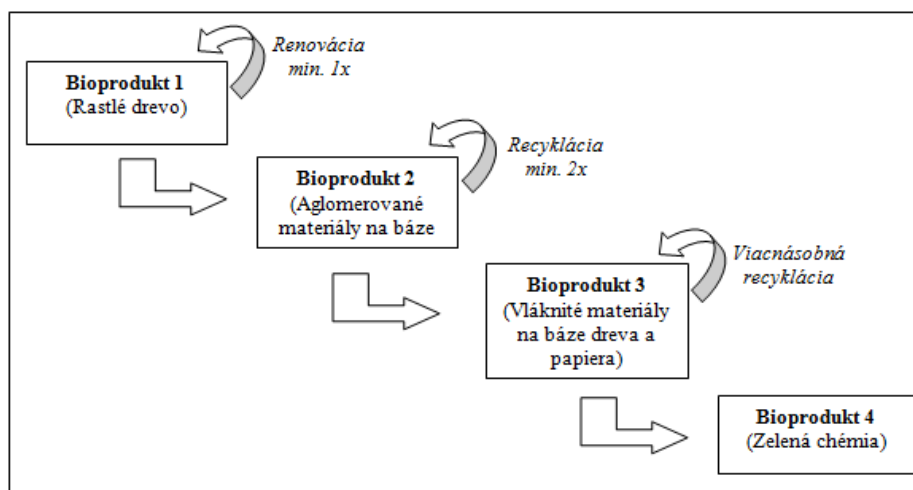
Obr. 1: Schéma stratégie kaskádového využívania dreva.

Zámerom zo spoločenského pohľadu je aj zníženie tlaku na životné prostredie, avšak stav neurčitosti naďalej pretrváva, i keď sa o kaskádovom využívaní často hovorí vo verejnej aj politickej rovine. Spoločné chápanie tohto výrazu a konsenzus o tom, kde a ako kaskádové použitie dreva by malo byť implementované stále chýba. Integrácia stratégie v jednotlivých krajinách EÚ sa značne líši. Tento stav vedie k nejasnostiam a nesprávnej interpretácii zo strany zainteresovaných strán. Žiadna z krajín EÚ neprijala politiku pre kaskádové použitie

dreva, avšak množstvo politík a legislatívnych opatrení ovplyvňuje kaskádové využitie a drevospracujúci priemysel všeobecne, napr. stratégie biohospodárstva, lesného hospodárstva, odpadových politík, politík bioenergií, stavebných predpisov atď.

1. Teoretický model kaskádového využívania drevnej hmoty

Aj keď je legislatívny stav kaskádového využívania drevnej hmoty neuspokojivý, teoretické modely aplikovateľné v praxi už existujú (Obr. 2). Čiastočné praktické uplatnenie je možné pozitívne hodnotiť hlavne pri recyklácii drevotrieskových materiálov, kde v rámci výrobných podnikov, ktoré sú združené v EPF (European Panel Federation), sa na výrobu v roku 2019 použilo iba 24% surovej hmoty, pričom zvyšok tvorilo odpadové drevo (43%) a priemyselné odpady z výroby (33%). Uspokojivé výsledky v celkovej recyklácii dosahuje papierenský priemysel, kde celoeurópsky stupeň recyklácie predstavoval v roku 2019 hodnotu 72% (zdroj: CEPI).



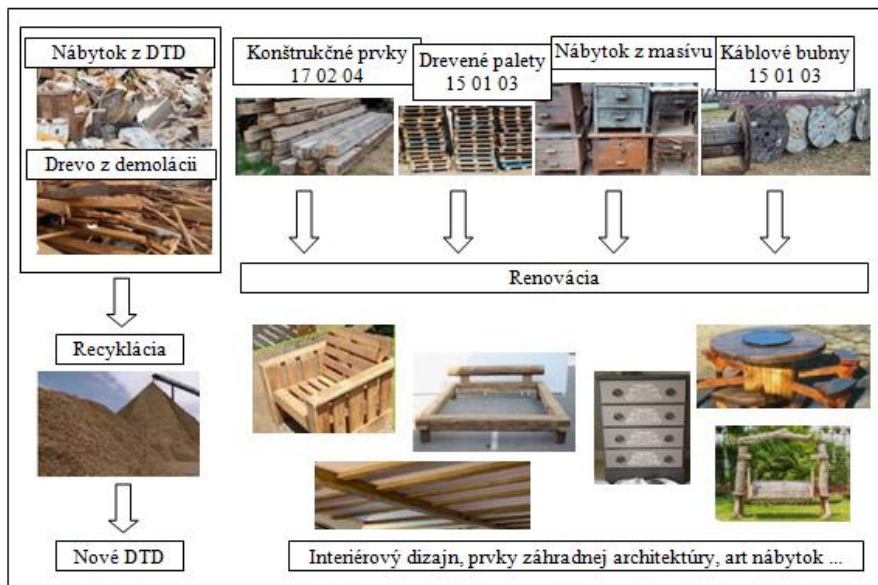
Obr. 2: Teoretický model viacstupňového kaskádového zhodnocovania drevených výrobkov po skončení doby ich používania.

2. Životný cyklus dreva

Životný cyklus dreva začína už počas rastu stromu. Počas tejto doby strom plní svoju najdôležitejšiu úlohu, kedy vytvára kyslík v rámci fotosyntézy a zároveň plní množstvo ľudstvu prospešných úloh (filtračných, prostredie zvlhčujúcich, zmierňujúcich výkyv teplôt, protihlukových, protieróznych atď.). Toto obdobie trvá okolo 90 rokov a viac, alebo aj menej, v závislosti od nastavenej rubnej doby. Od tohto obdobia sa už počíta životný cyklus dreva vo forme produktu/výrobku. Po ukončení životnosti dreveného výrobku z rôznych dôvodov (nefunkčnosť, morálna zastaralosť, generačná obmena...) zväčša nasledoval hneď proces jeho likvidácie (incinérácia resp. biodegradácia). Životnosť výrobkov z dreva sa v minulom období dala rátať na desiatky rokov v závislosti od typu výrobku (stavebné 50-100 rokov, nábytok 30-40 rokov). Priemyselný (vo veľkom merítku) proces recyklácie priniesla až implementácia recyklátu do výroby drevotrieskových dosiek, čo bolo čiastočne ovplyvnené aj rozvojom mobilných štiepkovacích zariadení.

Stratégia kaskádového využívania implementuje proces recyklácie ako nosný proces vzhľadom na množstvo materiálu, ktorému je možné týmto spôsobom predĺžiť životnosť. Pri

šetrnom zaobchádzaní počas likvidácie nepotrebných drevených výrobkov mu môže predchádzať proces renovácie, ktorý postupne nabera na popularite. Ak sa drevný materiál využije „materiálovo“ minimálne ešte raz, okrem svojho pôvodného určenia, hovoríme o jednostupňovom kaskádovom využívaní (Obr. 3).



Obr. 3: Príklady jednostupňového kaskádového využívania dreva.

Pri študovaní odbornej literatúry zistíme, že väčšina autorov preferuje viacstupňové kaskádové využívanie, čiže drevo sa materiálovo zhodnotí hneď niekoľkokrát, pričom aj incinerácia zvyšku sa považuje za jeho zhodnotenie, tentokrát energetické.

3. Materiálové zhodnocovanie dreva

Prvotná zodpovednosť za správne využívanie drevnej suroviny pripadá sortimentácii drevených výrezov a spôsobu využívania poťažobných zvyškov. Jednotlivé zatriedenie do kvalitatívnych stupňov predurčujú jej prvotné použitie. Kvalitatívne zhodnocovanie (dosiahnuť čo najvyššiu pridanú hodnotu pre daný kvalitatívny stupeň) je regulované cenovou politikou za vstupnú surovinu a závisí od technickej a technologickej vyspelosti spracovateľa. Celá táto oblasť až po výrobu prvotného výrobku z dreva sa zdá byť už uzavretá z pohľadu materiálového zhodnocovania avšak napriek tomu sa stále stretávame s nedostatočným dôrazom pri sortimentácii, neschopnosťou spracovať niektoré kvalitatívne stupne a/alebo schopnosťou dostatočne využiť vlastnosti tej-ktorej dreveniny. Osobitne je potrebné spomenúť nízku schopnosť správne zareagovať pri kalamitách.

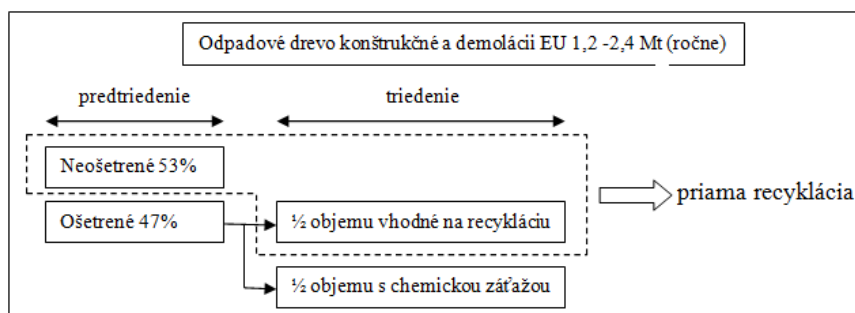
Sekundárna zodpovednosť je to, čo chceme v súčasnosti docieľiť a to je „**kaskádovo**“ využívať drevnú hmotu podľa segmentov odpadového dreva. Nasledujúce segmenty odpadového dreva spoločne predstavuje najväčšie využitie dreva podľa objemu v súčasnosti v EU:

a) Konštrukčné odpadové drevo a drevo z demolácii budov

V súčasnosti sa väčšina vyťaženého dreva spotrebuje na stavebné účely. Zvyšky dreva sa vytvárajú vo forme odrezkov, polámaných kúskov, obalov alebo nosných konštrukcií už počas stavebných procesov. Štatistiky o dreve neobsahujú samostatnú kategóriu pre tieto množstvá, ale poskytujú základ pre hrubý odhad tohto toku odpadu v EÚ v rozmedzí 1,2 až 2,4 Mt ročne. Jednou z veľkých výziev je ekonomický zber pomerne malých a rozptýlených množstiev. Súčasťou problému je, že tento druh odpadu sa často nezhodnocuje osobitne, ale naopak sa zbiera, nakladá s ním aj zneškodňuje v zmesi s iným stavebným a demolačným odpadom. V súčasnosti recyklačné kanály závisia spôsobu triedenia a klasifikácie dreveného odpadu. Predpisy o materiáloch v drevotriekovom priemysle sú také, že drevený tento odpad je z veľkej časti vylúčený z recyklácie.

Dôležitú úlohu zohráva to, že pre toto drevo všeobecne predpokladá prítomnosť kontaminantov. Iba veľmi málo krajín prijalo legislatívny rámec, ktorý klasifikuje drevený odpad a snaží sa zabezpečiť, aby bolo možné určiť a spracovať recyklovateľné množstvá oddelene od potenciálne kontaminovaných. Väčšina krajín však uplatňuje všeobecné právne predpisy o odpadovom hospodárstve (napr. rozlišovanie medzi nebezpečným a nie nebezpečným) aj na drevený odpad. Znečistenie dreveného odpadu môže byť obzvlášť zložité a môže mať charakter aj chemický aj fyzikálny (napr. cudzí materiál). Pre stavebné drevené prvky sa navyše predpokladá ďalšie riziko, pretože medzi ne patria komponenty, ktoré mohli byť ošetrené konzervačnými látkami. Nemôžeme poskytnúť záruky, či to tak skutočne bolo alebo nie, pokiaľ nie je poskytnuté laboratórne testovanie.

Významné zlepšenie v oblasti opätovného použitia by sa dalo dosiahnuť, keby sa použili schémy separácie zdrojov a predtriedenia. To by si zase vyžadovalo selektívnejšie búracie, pomocné mobilné zariadenia na rýchlu detekciu alebo označenia (ošetreného a neošetreného) dreva. Tieto techniky ešte nie sú rozšírené, pretože je stále potrebné ich spoľahlivosť ďalej rozvíjať a znižovať s nimi spojené náklady. Menej komplikované spôsoby predtriedenia však môžu byť dôležité, ak po nich nasleduje sofistikovanejšie stacionárne triedenie a ďalšie rôzne opatrenia na odstránenie kontaminantov, pre ktoré už existujú praktické a ekonomicky únosné čistiace techniky.



Obr. 4: Kaskádového využívania konštrukčné odpadové drevo a drevo z demolácii budov.

Štúdie ukázali, že asi 53% celkového stavebného bolo neošetrených (Obr. 4). Zvyšok bol rozdelený rovnakým dielom medzi dve kategórie „upravené drevo“ a „drevo s nebezpečnou kontamináciou“. Ďalšie štúdie ukázali, že podiel „neošetreného dreva“ sa pohybuje v rozmedzí 36 - 45%, jednoduché predtriedenie a techniky selektívneho búrania by umožnili asi dve tretiny tohto materiálu správne oddeliť a použiť na recyklačné účely. Pri tomto

prešetrovaní sa tiež zistilo, že v priemere viac ako 70% drevených komponentov malo opakovane použiteľnú kvalitu na renováciu.

Celkové vyhliadky kaskádovania stavebného dreveného odpadu majú mierne pozitívne vyhliadky. Postupom času došlo k postupnému znižovaniu používania škodlivých látok pri konzervácii dreva, a to predovšetkým v dôsledku chemickej regulácie, ktorá zahŕňa a zakazuje rastúci počet týchto látok. Detekčné technológie sa navyše neustále zdokonaľujú.

b) Odpadové aglomerované materiály na báze dreva

Drevotrieskové dosky v súčasnosti dominujú výrobe aglomerovaných materiálov na báze dreva. Ďalšími hlavnými segmentmi sú polotvrdá drevovláknitá doska (MDF), drevovláknité dosky s vysokou hustotou (HDF) a dosky s orientovanými vláknami (OSB). Asi jedna tretina dreva na ich výrobu pochádza z recyklovaného dreva a asi 15% objemu tvoria nedrevné komponenty (živica, chemikálie vrátane vosku, farbív a zmáčadiel...). Údaje o toku dreva naznačujú, že drevotrieskové dosky sú jediným segmentom, kde sa v súčasnosti vo väčšej miere používa zhodnocované drevo.

Výhodou drevotrieskových dosiek je, že sa dajú vyrobiť z rôznych druhov surového dreva. Výhodou je nižšia vstupná cena za recyklované drevo a jeho nízky obsah vlhkosti, ktorý výrazne znižuje množstvo energie potrebnej na sušenie. Nevýhodou je znečistenie drevených častíc. Fyzické triedenie je čoraz viac potrebné na zníženie chemickej kontaminácie. Separovať a odstraňovať kontaminanty je extrémne dôležité. Existujú tiež pomerne prísne obmedzenia týkajúce sa recyklácie OSB a drevotrieskových materiálov späť do nových dosiek (Tab. 1). Dokonca použité drevené palety, veľmi vyhľadávaný vstup pre výrobu drevotrieskových dosiek, už nie je ľahké recyklovať kvôli kompozitným výrobkom, ktoré zahŕňajú aj plasty vo zvyšujúcich sa množstvách.

Tab. 1: Limitné hodnoty kontaminantov pre aglomerované materiály na báze dreva. Tabuľka obsahuje odporúčané hodnoty pre členov EPF (European Panel Federation).

Chemický kontaminant	Limitná hodnota (g/kg a.s.)
Arzén	0,025
Kadmium	0,050
Chróom	0,025
Meď	0,04
Olovo	0,09
Ortuť	0,025
Fluór	0,1
Chlór	1,0
Pentachlórfenol (PCP)	0,005
Kreozot (Benzo(a)pyrén)	0,0005

Vyváženejšie nariadenia a harmonizácia podmienok by mohli pridať na stabilitu v kaskádovom využívaní segmentu odpadových aglomerovaných materiálov. Rastúce očakávania od výrobkov a zvyšujúca sa rozmanitosť materiálov na trhu zvyšujú výzvu integrovať druhotné suroviny do výroby a zvládnuť klesajúcu čistotu spätne získaných objemov dreva, čo podnecuje ďalší vývoj technológie čistenia recyklovaného dreva. Najnovší

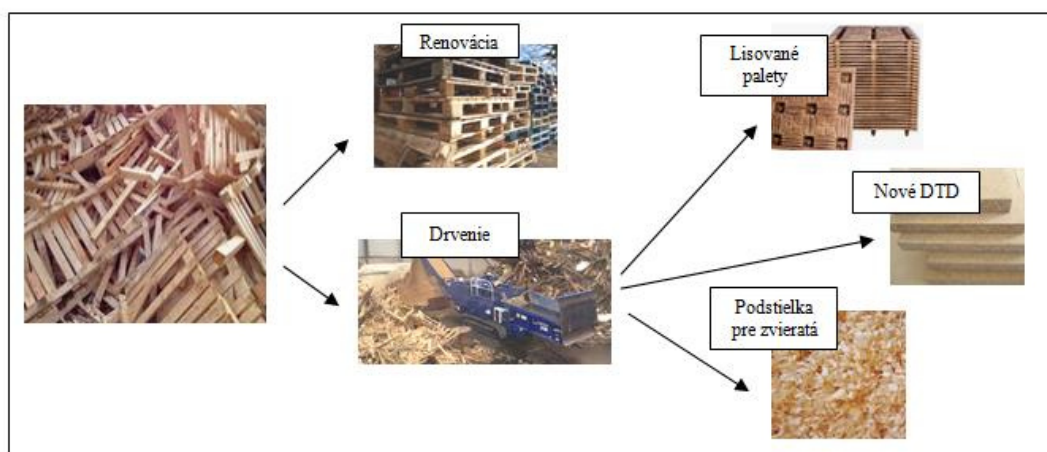
vývoj zahŕňa ekologické a suché čistenie recyklovaného dreva s cieľom získať materiál blízky kvalite pôvodného dreva. Tieto technológie založené na vysokej intenzite separácie a preosievaní materiálových vstupov pre rôzne vrstvy dosiek sú schopné eliminovať asi 98% znečisťujúcich látok z materiálového toku.

c) Odpadové obalové materiály na báze dreva

Drevené obaly zahŕňajú drevené palety, prepravky, krabice a priemyselné obaly. Z tohto množstva tvoria drevené palety tvoria asi 75%, zvyšok sú priemyselné a ľahké obaly. 90% paliet je vyrobených z dreva. Predpokladá sa, že v EÚ cirkuluje asi 2,5 mld paliet. Na tento segment sa ročne spotrebuje asi 17,3 mil. m³ dreva, čo je zhruba 17% výroby reziva v EÚ.

Drevené palety sa často vyrábajú podľa štandardizovaných formátov, aby sa uľahčilo ich opätovné použitie. Drevené obalové materiály v EÚ sú zvyčajne vyrobené z čistého rezaného dreva, čo z neho robí atraktívny materiál pre materiálové zhodnotenie. Na zníženie rizika zavlečenia karanténnych škodcov spojených s prepravou prostredníctvom medzinárodného obchodu sa používalo aj chemické ošetrovanie metylbromidom, čo bolo väčšinou krajín zakázané od roku 2010. Preto sa neočakáva, že ošetrovanie metylbromidom už nepredstavuje prekážku pre kaskádové použitie odpadu z drevených obalov.

Z pohľadu kaskádového využívania je pre palety dôležité opätovné použitie. Priemerná životnosť palety 5 až 7 rokov. Výskum ukázal, že podiel nových paliet na trhu je 25% v Nemecku, 25% vo Francúzsku a 42% vo Veľkej Británii. Podľa Eurostatu v roku 2015 sa materiálovo zhodnotilo (recyklovalo) asi 37% paliet, dlhodobou ambíciou EÚ je 80%. Odpad z drevených obalov je všeobecne čistý a pozostáva hlavne z rezaného dreva, preto je vhodný na použitie v priemysle drevotriekových dosiek. Ostatné identifikované možnosti sú využitie dreveného vlákna resp. drevených triesok na výrobu lisovaného dreva, čo je už zavedené v praxi, využitie vlákna pre celulózový a papierenský priemysel, avšak výroba buničiny preferuje potrebné čerstvé drevo a využitie ako podstielka pre zvieratá alebo v priemyselnom dizajne je štatisticky zatiaľ málo významné (Obr. 5).



Obr. 5: Kaskádového využívania odpadových paliet na báze dreva.

Pre kaskádové využívanie drevených odpadových obalov boli identifikované tieto štyri základné bariéry: zvýšené požiadavky na bioenergie, problematický zber (sústredovanie),

nedostatočne zvládnutá separácia od chemicky zaťaženého dreva a limitované recyklačné aplikácie.

d) *Drevený nábytok po ukončení doby užívania*

Zhruba sa odhaduje, že v EÚ sa ročne zlikviduje až 10 miliónov ton nábytku, ale pravdepodobne oveľa väčšie množstvo dosiahne koniec svojej prvej fázy používania v rovnakom období. Viac ako dve tretiny výroby drevotrieskových dosiek a asi polovica výroby MDF sú spotrebované týmto odvetvím. K tomu existuje trend zvyšovania podielu aglomerovaného dreva a lepenkových materiálov pri výrobe nábytku. Problémom nábytku pri recyklácii je jeho voluminóznosť a použitie rôznych materiálov a spôsobov ich spájania pri samotnej separácii materiálov. Okrem toho už separovaná odpadová MDF nemá koncepčne vyriešenú recykláciu. Preto väčšina odpadového nábytku končí na skládkach komunálneho odpadu alebo sa likviduje incineráciou. Otázka recyklácie starého nábytku je stále otvorená, zavedenie zodpovednosti za vznik odpadu sa bude pravdepodobne musieť riešiť poplatkami už pri jeho výrobe.

4. Koncept biorafinérie v kontexte kaskádového využívania dreva

Biorafinérie môžu slúžiť ako východiskový bod pre kaskádové použitie dreva (jednostupňový model), ako aj pre využitie drevených vlákien neskôr v kaskádovom reťazci (viacstupňový model) tak, že sa zabráni akýmkoľvek tokom odpadu, alebo sa optimalizuje výstup produktu s vyššou pridanou hodnotou (upcycling). Vis a kol. (2016) zostavili štyri scenáre pre biorafinérie podľa poznatkov dnešného výskumu (Schéma 1-4).

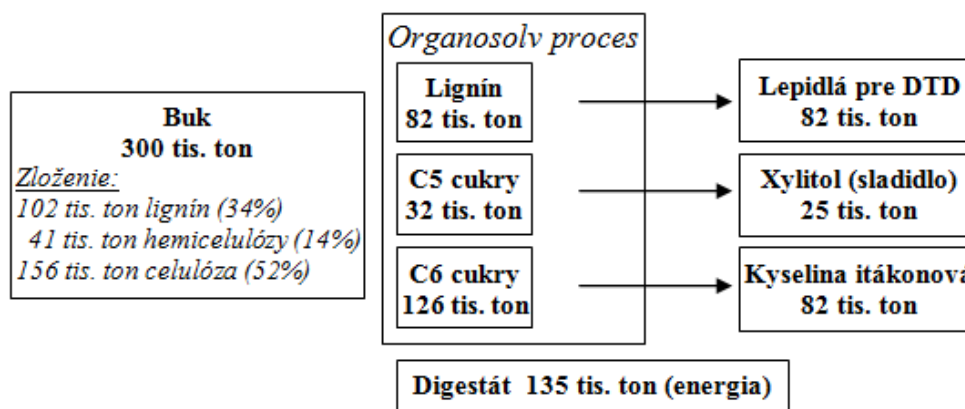


Schéma 1: Scenár materiálových tokov biorafinérie (Organosolv proces) pre listnaté dreveniny. Kyselina itákonová má široké využitie v kozmetike.

Pre prvé tri scenára je nosným transformačným procesom drevnej hmoty na medziprodukty tzv. organosolv proces, čiže sa v procese používajú organické rozpúšťadlá za účelom rozpustiť rozpustnú časť lignínu a hemicelulózy a uvoľniť celulózu pre ďalšie použitie. Vznikajúce medziprodukty (lignín a cukry C5, C6) sa ďalej transformujú v chemických procesoch na valorizované materiály s uplatnením v potravinárstve, kozmetike, biopalivách a pod.

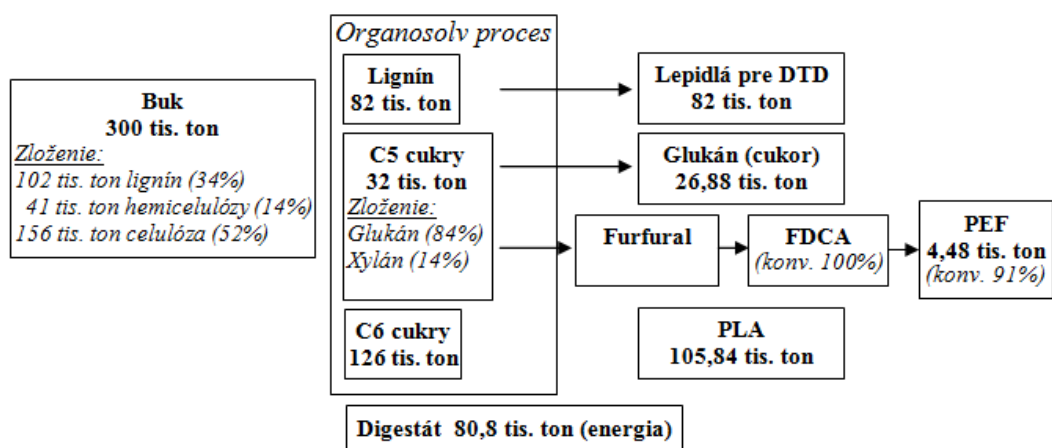


Schéma 2: Scenár materiálových tokov biorafinérie (Organosolv proces) pre listnaté dreviny. Kyselina polymliečná (PLA) má perspektívu v baliarenskom priemysle ako náhrada za polyetylén.

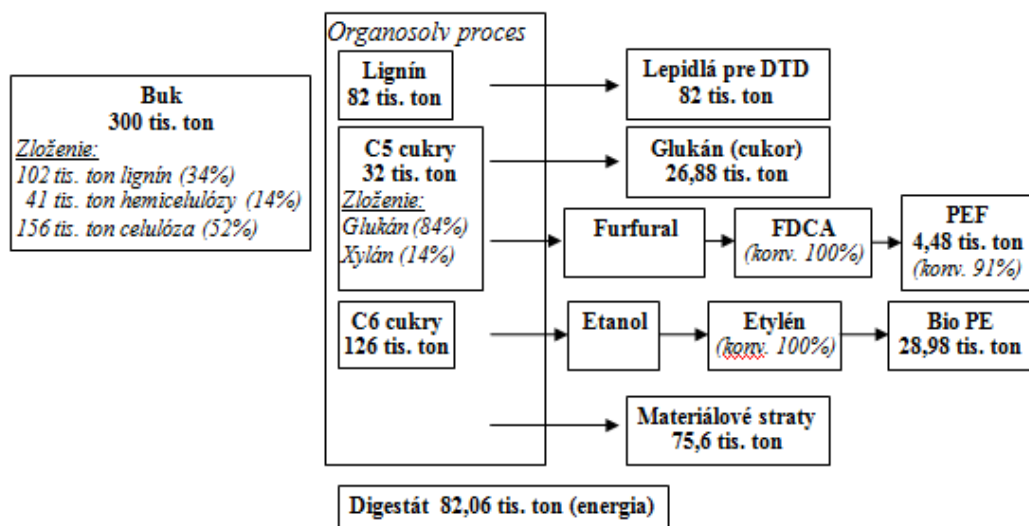


Schéma 3: Scenár materiálových tokov biorafinérie (Organosolv proces) pre listnaté dreviny.

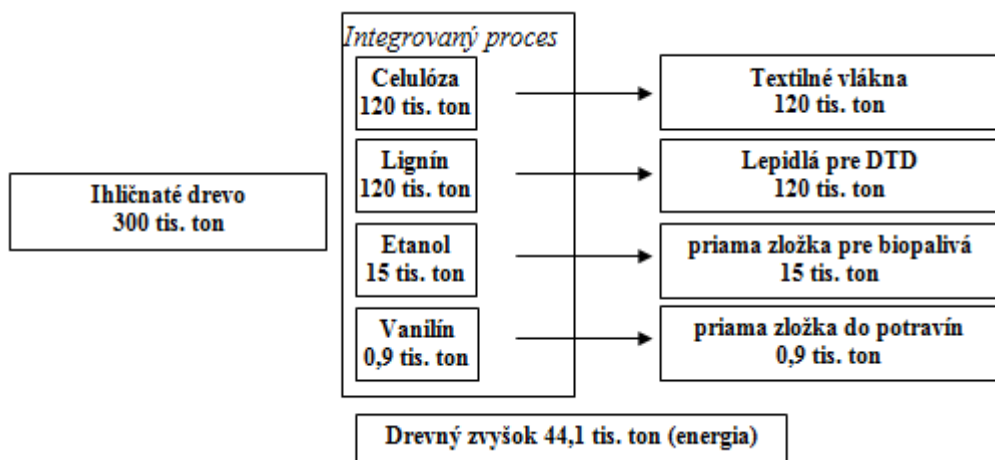


Schéma 4: Scenár materiálových tokov biorafinérie (Integrovaný proces) pre ihličnaté dreviny.

Integrovaný proces by mohol byť zaujímavý pre transformáciu celulózových fabriek. Mnohé spoločnosti už prešli na výrobu zaujímavejších produktov s vyššou pridanou hodnotou ako je napr. textilné vlákno.

Záver

Existuje silná potreba vypracovania spoločne dohodnutej a všetkými akceptovanej koncepcie kaskádového využívania dreva medzi tvorcami politík, výskumníkmi aj priemyslom. Jednotlivé „kaskády“ sa budú zakladať, iba ak budú mať ekonomický zmysel, ktorý môžu značne ovplyvniť politické rozhodnutia, nepriaznivo ich ovplyvňujú napr. stimuly pri bioenergiách. Skutočnosť, že biomasa (vrátane dreva a výrobkov z dreva) bola vybraná ako jedna z primárnych prostriedkov na dosiahnutie cieľov v oblasti energie z obnoviteľných zdrojov v členských štátoch EÚ, predstavuje potenciálnu bariéru pre vývoj a ďalšie vytváranie kaskád pre drevnú biomasu, pretože prvé použitie (materiál alebo energia) vlastne určuje konečné materiálové toky. Spoľahlivá klasifikácia a systémy triedenia odpadového dreva sú mimoriadne dôležité pre funkčné recyklačné systémy. Je potrebná podpora širokej propagácie pozitívnych príkladov už zavedených kaskádových a recyklačných systémov. Biorafinérie môžu zohrať pri valorizácii drevnej hmoty dôležitú úlohu v budúcnosti. Ich politická podpora zo strany jednotlivých štátov EÚ bude nevyhnutná aby mohli byť teoretické scenáre pretransformované do praxi.

Podakovanie

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na Záklađe Zmluvy č. APVV-17-0330“.

Použitá literatúra

1. Vis, M., Mantau, U., Allen, B., (Eds.), 2016: Study on the optimised cascading use of wood. No 394/PP/ENT/RCH/14/7689. Final report. Brussels 2016. 337 p.
2. Vojta, A., Havlín, D., Ihnát, V., Pažitný, A., 2019: Optimalizácia postupov opätovného zhodnocovania drevených výrobkov po skončení doby ich používania vzhľadom k ich chemickej záťaži. In: Zborník výskumných prác, Január 2019, str. 24-33.
3. Vojta, A., Smolár, M., Ihnát, V., Havlín, D., Mikulášik, R., Balberčák, J., Kuňa, V., Opálená, E.: Chemická záťaž v starých výrobkoch z dreva. In: Zborník výskumných prác, Január 2020, str. 62-72.