

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Kateřina Míčková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE

RECYKLACE PAPÍRU A VYUŽITÍ PRODUKTŮ,
RECYKLACE V ZEMĚDĚLSTVÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

Bakalant: Kateřina Míčková

2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Terezy Hnátkové, Ph.D. a uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D., za cenné rady a připomínky při konzultacích mé bakalářské práce.

V Praze

Recyklace papíru a využití produktů, recyklace v zemědělství

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce je shrnutí problematiky tvorby, spravování a následného využití odpadu, zaměřené především na odpad papírový. Práce popisuje způsob sběru odpadu, mokrou a suchou cestu recyklace, její možnosti, výhody a nevýhody. Věnuje se výsledným produktům recyklace se zaměřením na výrobu biologicky rozložitelných květináčů. Součástí této bakalářské práce, vypracované rešeršní metodou, je také zhodnocení přínosu zpracovatelských a recyklačních procesů, a to jak přínosu ekonomického, tak především ekologického. Hlavní přínos bakalářské práce vidím v jednoznačně pozitivním výsledku zhodnocení recyklačního procesu a v doporučení tyto procesy a metody dále rozvíjet a jejich produkty uplatňovat v co nejširším měřítku. V praktické části bakalářské práce, věnované papírovým biologicky odbouratelným květináčům, je popsána jejich výroba, druhy a použití. Ze srovnání těchto květináčů s plastovými vyplývá jejich nesporná výhoda vyplývající ze zpracování druhotné suroviny – recyklačního papíru, a rovněž úplná rozložitelnost materiálu po použití, navíc s benefitem v podobě přihnojení substrátu.

Klíčová slova

Recyklace papíru, květináč, odpady, biologicky rozložitelné nádoby

Paper recycling, use of materials and recycling in agriculture

Abstract

This bachelor's thesis aims to recapitulate the problematics of waste production, administration and its consequential use with an emphasis on paper waste. This work describes the ways of rubbish collection, methods of wet and dry crushing, its possibilities, advantages and disadvantages. The resulting products are also going to be discussed, with a focus on biodegradable plant pots. Part of this bachelor's thesis, where the research methodology is used, is the evaluation of recycling, and the contribution of utilizing processes – the economic and ecological ones. The main input of this work is in its unequivocally positive outcome of the evaluation of the recycling process, recommendation to upgrade these processes and methods and to use them on the widest possible scale. In the practical part of the thesis, which depicts paper biodegradable plant pots, the focus is on their production, kinds and usage. The comparison of these plant pots and the plastic ones clearly shows the benefits of the paper pots due to the use of the second raw material – recycled paper, as well as the complete degradability of the materials used, with a benefit in a form of substrate fertilization.

Key words

Paper recycling, plant pot, waste, biodegradable receptacle

Seznam použitých zkratk

Atd. a tak dále

Cca cirka

CO₂ oxid uhličitý

Čl. článek

Cm³ centimetr krychlový

ČR Česká republika

EU Evropská unie

Kg kilogram

KO komunální odpad

Mil. milion

Např. například

Tis. tisíc

Tzv. takzvaný

ŽP životní prostředí

% procento

°C stupeň Celsia

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíle práce	11
3. Metodika	12
4. Legislativa.....	13
4.1. Legislativní úprava v ČR.....	13
4.1.1. Zákon o odpadech.....	13
4.1.2. Zákon o obalech	13
4.1.3. Zákon o životním prostředí	14
4.2. Legislativní úprava v EU	14
4.2.1. Směrnice o odpadech.....	14
4.2.2. Směrnice o obalech a obalových odpadech.....	15
4.3. Recyklace papíru v ČR	15
4.4. Recyklace papíru v EU	17
5. Výroba papíru	19
6. Míra recyklace.....	21
7. Recyklace papíru.....	23
7.1. Recyklační postup	23
7.1.1. Třídění	23
7.1.2. Rozvláknění	23
7.1.3. Odstranění nečistot.....	24
7.1.4. De-inking proces.....	24
7.1.5. Bělící proces	24
7.1.6. Válcování.....	25
7.2. Využití recyklovaného papíru.....	25
7.3. Papír nevhodný k recyklaci	27
8. Technologie recyklace papíru	29
8.1. Mokrý metoda	29
8.2. Suchá metoda	30
9. Praktická část.....	31
10. Květináč POTS.....	32
10.1. Podmínky pro efektivní využití květináče POTS.....	33
10.2. Technologie výroby květináče POTS	35
10.3. Rychlost degradace květináče POTS	36
11. Porovnání květináčů POTS.....	38

11.1.	Recyklovaný papírový květináč POTS z Japonska.....	38
11.2.	Cylindrický papírový květináč POTS z Jižní Koreje.....	40
11.3.	Květináče z různých Agro industriálních odpadů z Argentiny.....	41
11.4.	Biologicky rozložitelný květináč z textilního a papírového odpadu	43
11.5.	BAPER POTS z Indonésie	44
12.	Porovnání plastového a biologicky rozložitelného květináče.....	45
12.1.	Plastový květináč.....	45
12.2.	Biologicky rozložitelné květináče	46
13.	Porovnání květináčů POTS v ČR.....	48
14.	Výsledky.....	51
15.	Diskuse	53
16.	Závěr a přínos práce.....	55
17.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	57
17.1.	Odborné publikace.....	57
17.2.	Legislativní zdroje.....	60
17.3.	Internetové zdroje:	61
17.4.	Ostatní zdroje.....	64
18.	Přílohy.....	65

1. Úvod

V celosvětovém měřítku je důležité zajistit, aby zdroje, například voda, energie či suroviny mohly být využívány zodpovědně. Jedním z hlavních prostředků k využívání zdrojů udržitelným způsobem, se stala recyklace materiálů. Zvýšením úrovně recyklace materiálů, by bylo možné docílit snížení množství primárních surovin spotřebovaných z přírody, a zároveň tak ušetřit energii a vodu. Rovněž by tím došlo ke snížení objemu materiálů uložených na skládkách. (Ervasti a kol. 2016)

Jedním z odpadů nejvíce produkovaných lidmi, se stal odpadní papír. Tento odpad je produkován především domácnostmi, školami a úřady. Zvyšující se množství použitého papíru, by přirozeně vedlo k narušení přirozené rovnováhy a je proto důležité odpadní papír recyklovat a pomoci tak udržet rovnováhu přírody. (Ziv a kol. 2022)

Bohužel, jsou v různých zeměpisných regionech, pro stejný pojem používány různé termíny. Například recyklace papíru a míra recyklace se používají pouze v Evropě. Ve Spojených státech jsou odpovídající cíle stanoveny pomocí termínu míra využití. Všechny tyto termíny navíc mají několik definic v závislosti na zdroji. V mnoha zeměpisných regionech je termínem recyklace rozuměna recyklace materiálů pouze na obecné úrovni a míra recyklace není v kvantitativních výpočtech používána. Důsledkem absence jednotného systému pojmů a definic, týkajících se recyklace papíru, není jednoduché sestavení objektivního porovnání. (Ervasti a kol. 2016)

2. Cíle práce

Tato bakalářská práce se zabývá využitím produktů recyklace papíru a jejich následným použitím v zemědělství. V úvodní části je obsažena legislativní úprava zaměřená na recyklaci papíru a požadavky na kvalitu výstupních materiálů. Následující část se zabývá technologií recyklace, zaměřenou na dvě metody recyklace papíru, a to mokrou a suchou. V praktické části jsou popsány výrobky a jejich složení a dále plošné využití produktů recyklace papíru se zaměřením na aplikace v zemědělství. Závěr obsahuje diskusi odbytu a využitelnost výrobků jakožto náhrady za plasty.

3. Metodika

Práce řešeršní formou zpracovává legislativní úpravu recyklace papíru a stávající technologické možnosti recyklace se zaměřením na využití finálních produktů / výrobků v zemědělství. Nedílnou součástí práce je řešerše stávajícího tržního prostředí a vymezení výrobků z recyklovaného papíru jakožto alternativy k plastovým výrobkům, a to jak z pohledu environmentálního, tak ekonomického.

4. Legislativa

4.1. Legislativní úprava v ČR

První zákon o odpadech přešel v platnost již před vznikem České republiky, v roce 1991. (MŽP ©2020)

4.1.1. Zákon o odpadech

V současné době nakládání s odpady upravuje zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Zákon vymezuje osobám práva a povinnosti v oblasti odpadového hospodářství a prosazuje základní principy oběhového hospodářství.

Cílem tohoto zákona je také předcházení vzniku odpadů a nakládání s nimi za předpokladu ekonomické přijatelnosti, trvale udržitelného využívání přírodních zdrojů, ochrany životního prostředí a zdraví lidí. (Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění)

V současné době se úroveň recyklace pohybuje přibližně na 39 % z celkové hmotnosti komunálních odpadů. Záměrem České republiky podle povinných plnění evropských cílů, je do roku 2025 zvýšit úroveň recyklace na 55 %. S tím má pomoci nová legislativa, jejímž záměrem je zvýšení třídění a recyklace odpadů a odklon od skládkování. (MŽP ©2019)

Jako reakci na zhoršující se stav životního prostředí přinesla nová odpadová legislativa v prosinci roku 2021 řadu změn. Do nové odpadové legislativy, upravující pravidla pro předcházení vzniku odpadu a nakládání s ním, byly zapracovány nové předpisy evropské směrnice, tudíž od letošního roku je výroba považována nikoliv za recyklaci, ale pouze za formu využití, a to i u výroby alternativních paliv. Do té doby byl za recyklaci považován vstup do technologie, která z vytríděných odpadů vyrobí druhotnou surovinu. Technicky vstup na linku, kde dochází k dotřídění. (Jandusova 2021)

4.1.2. Zákon o obalech

Záměrem tohoto zákona je především předcházení vzniku odpadů z obalů, jakožto i snižování hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů. Na tomto nařízení jsou povinni se podílet právnické i fyzické osoby uvádějící obal na trh. Cílem je do konce roku 2024 dosažení 75 % recyklace a celkového využití papírových a lepenkových odpadů z obalů. Dále jsou také vymezována kritéria určující materiály, odpovídající

nebo naopak neodpovídající obalu. Za obal jsou považovány předměty, k jejichž plnění dochází v místě prodeje. Do takových předmětů se ale neřadí např. balicí papír, papírové formy na pečení či papírové košíčky prodávané bez pekařského či cukrářského výrobku. Dalším příkladem vymezení obalů mohou být např. květináče. Protože, květináče určené pouze k prodeji a přepravě rostlin jsou klasifikovány jako obaly. Naproti tomu květináče určené pro celou dobu života rostliny, jsou označovány jako předmět, jež není obalem. (Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, v platném znění, Zákon č. 545/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů)

4.1.3. Zákon o životním prostředí

Zákonem jsou vymezovány primární zásady k ochraně životního prostředí, stejně jako povinnosti při jeho ochraně a zlepšování stavu. Životním prostředím je rozuměno vše, čím jsou vytvářeny přirozené podmínky pro existenci organismů, včetně člověka a jsou zároveň předpokladem jejich dalšího vývoje. Za přírodní zdroje jsou považovány živé nebo neživé části přírody, využívané člověkem k uspokojování potřeb. Ochrana životního prostředí je velmi důležitá a každý je povinen, znečišťování či poškozování životního prostředí předcházet. Zároveň je nutné chránit jednotlivé složky, druhy organismů i konkrétní ekosystémy. (Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění)

4.2. Legislativní úprava v EU

4.2.1. Směrnice o odpadech

Podle článku 4 je stanovena hierarchie způsobů nakládání s odpady po nejméně preferované v tomto pořadí: předcházení vzniku odpadů, jejich opětovné využití, recyklace materiálů např. energetické využití a likvidace. Pro zajištění správného nakládání s odpady je nezbytné přijmout opatření pro podporu možností představujících co nejlepší výsledek, i za cenu odchýlení se od hierarchie. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2008/98/ES o odpadech)

Přeměna na udržitelné nakládání s materiály a ochrana životního prostředí jsou nezbytné pro zlepšení životního prostředí a ochraně lidského zdraví. Stejně jako racionální využívání přírodních zdrojů pro snížení závislosti Unie na dovážených zdrojích. Také je pro účinný systém důležité, aby do KO nebyl zahrnut odpad z výroby, zemědělství či lesnictví. Dosáhnutí cílů recyklace obvykle dochází právě

v zemích, kde byly vyvinuty účinné systémy nakládání s KO. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2018/851, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech)

4.2.2. Směrnice o obalech a obalových odpadech

Smyslem této směrnice je stanovení souboru opatření týkajících se nakládání s obaly k prevenci vzniku obalových odpadů a zamezení jejich vlivům na životní prostředí prostřednictvím preventivních opatření. Zásadní je proto opakované použití obalů a recyklace kvůli snížení množství těchto odpadů ke konečné likvidaci. Obaly, se rozumí výrobky z libovolného materiálu, jejichž účelem je pojmout či ochránit zboží. Cílem členských států se stalo dosažení recyklace alespoň 65 % hmotnosti veškerých obalových odpadů, a to do konce roku 2025. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 94/62/ES, o obalech a obalových odpadech)

Dle této směrnice, by mělo dojít k účinnějšímu využívání zdrojů, vedoucímu k signifikantní čisté úspoře podniků, veřejných orgánů a spotřebitelů v Unii, jakožto i současnému snížení emisí skleníkových plynů. Důležitým krokem je také přijetí opatření ke zvyšování informovanosti veřejnosti o výhodách obalů, vyrobených z recyklovaných materiálů pro rozvoj oboru zabývající se recyklací obalového odpadu. Zlepšení životního prostředí, lze docílit i snížením vzniku obalového odpadu, zavedením účinných systémů rozšířené odpovědnosti výrobců obalů, neboť právě na nich, spíše než na spotřebitelích, závisí množství a druhy použitých obalů. V případě nezbytného použití jednorázových obalů, je nutné přijetí opatření k jejich recyklaci. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2018/852, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech)

4.3. Recyklace papíru v ČR

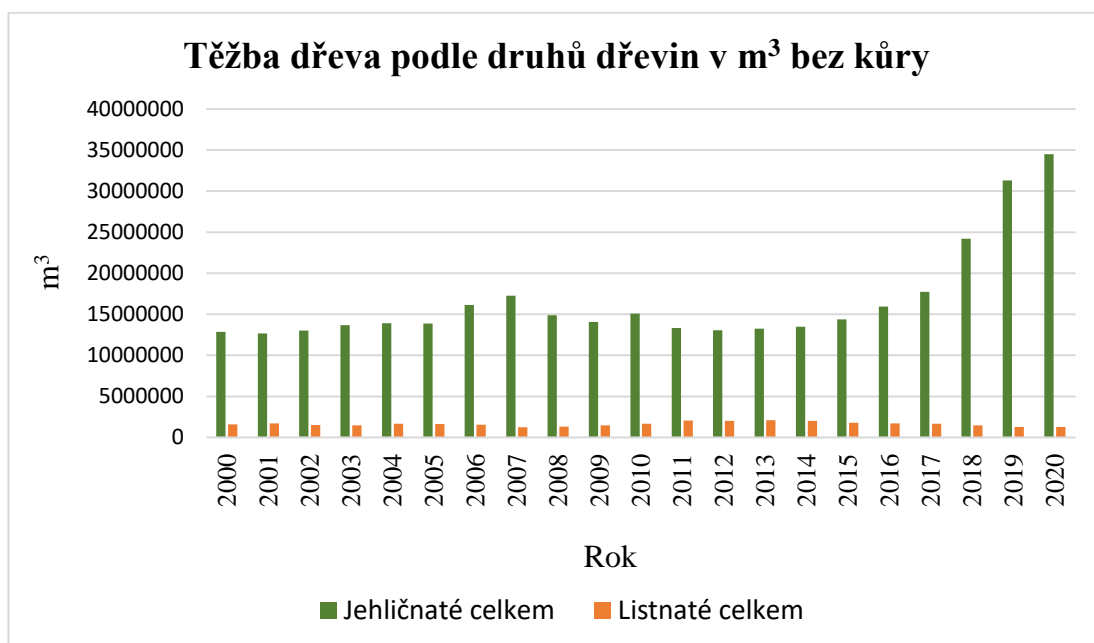
Sběrový papír se z více než poloviny podílí na výrobě lepenky a papíru nového, proto je papírenský průmysl na jeho recyklaci velmi závislý. Sběrový papír je technicky i ekologicky nezávadnou surovinou a důležitou komoditou světového obchodu. Třebaže jsou v ČR splňovány přísné požadavky na produkci nového papíru z buničiny a dřeva, za příslušné ochrany životního prostředí, je klíčový zájem na zvyšování podílu recyklace, neboť je stále šetrnější k nákladům i k životnímu prostředí. Dochází k dlouhodobému posilování papírenského průmyslu, při zpracovávání sběrového papíru, nicméně je průměrně spotřebováno jen cca 200 tis. tun ze zhruba 1 mil. tun sběrového papíru a zbytek je nutné vyvézt. (Tymich 2020)

Nedostatečná poptávka po produktech recyklace však úspěšnou snahu výrazně devaluje a bohužel ani nová odpadová legislativa s řešením nepomáhá, neboť postrádá nástroje, které by vedly ke splnění závazných recyklačních cílů EU. A ty jsou klíčové pro předcházení pouhého přesunu odpadů ze skládek do spaloven. (Havelka 2020)

V ČR je zpětný odběr a využití odpadů z obalů zajišťováno autorizovanou obalovou společností, zvanou EKO-KOM, a.s. Toho je docíleno spoluprací průmyslových podniků, měst a obcí. Touto spoluprací je na poli třídění odpadů dosahováno stále lepších výsledků. (EKO-KOM ©2022)

Recyklace papíru také zahrnuje, v oblasti materiálových toků, řadu aktérů, např. domácnosti, zpracovatelé, tiskárny, obchody, sběratelé, obce, jednotlivci v třídících stanicích, společnosti zabývající se nakládáním s odpady, papírny, skládky a spalovny, kteří jsou všichni součástí recyklačního řetězce. Není však možné spolehlivě definovat a určit množství všech materiálových toků probíhajících mezi různými aktéry a v souladu s tím, i důsledky těchto toků pro recyklační řetězec. Papírenským průmyslem jsou shromažďovány údaje o využití zpětně získaného papíru v předem určených bodech recyklačního řetězce a materiálové toky v papírnách. Kromě toho, je monitorován objem vývozu a dovozu zpětně získaného papíru. Sečtením využitých objemů a čistých obchodovaných objemů by bylo možné vypočítat objem recyklace. (Ervasti a kol. 2016)

Obrázek 1: Těžba dřeva v m³ (URL 1)



V posledních letech dochází k neustálému zvyšování těžby jehličnatých stromů, u listnatých se jedná o mírný pokles. Rozdíl mezi vytěženými jehličnatými a listnatými stromy v roce 2020 činil přes 33 milionů kusů. Dřevo je nezbytnou surovinou pro výrobu papíru a nejčastěji je používáno dřevo smrkové a jedlové. Dřevo listnatých stromů bývá používáno oproti jehličnatým jen v minimální míře.

Z jednoho smrku je v průměru vyrobeno cca 80 000 archů kancelářského papíru o velikosti A4. Použitím 1 tuny vyříděného papíru, by bylo možné zachránit až 17 vzrostlých stromů. (Ekoporadenský portál Ministerstva životního prostředí ©2008) Spotřeba dřevní hmoty, sloužící k produkci papíru, se pohybuje kolem 35 % z celkové těžby dřeva. (Kuraš 2014)

4.4. Recyklace papíru v EU

Nalejvačová (2020) uvádí, že v průměru je recyklováno pouze 40 % odpadu z celkového počtu 6 tun, který průměrně každý evropský občan vyprodukuje za 1 rok. Záměr EU do roku 2020 recyklovat polovinu celkového odpadu se nepodařilo splnit 14 zemím. Mezi nejhůře umístěné státy, v oblasti recyklace odpadu, kterým se nepodařilo dosáhnout ani 20 %, se řadí např. Řecko, Rumunsko, Malta či Kypr. Evropskou komisí jim bylo doporučeno, stejně jako všem členským zemím, které recyklují komunální odpad na velmi nízké úrovni, přijmout opatření k nakládání s odpady, v souladu s cíli Evropské zelené dohody. Pomocí nástroje Next Generation

EU by měly také využít finanční prostředky k dosažení zlepšení odpadového hospodářství.

Pro zvýšení úrovně recyklace papíru je nutné stále apelovat na malé i větší spotřebitele, aby věnovali třídění papírového odpadu pozornost. V členských státech EU se klade důraz na výrobce obalů, kteří se organizačně nebo finančně na sběru a recyklaci podílejí. Náklady mohou být hrazeny dvěma způsoby. Skrze ceny výrobků či platbou daní. V šetření ze zkoumaných států vychází Česká republika velmi dobře, co se týče nákladů na recyklaci obalových odpadů. Například v Německu tyto náklady ročně vycházejí až na 12 EUR na osobu, což je více než dvojnásobek v ČR. (Anonym 2015)

Politika EU je v oblasti přeměny odpadů na výrobky aktivní a především ambiciózní. Jejím cílem je, aby byla do roku 2035 členskými státy zajištěna recyklace nejméně 65 % komunálních odpadů. Papíru a kartonů by do 10 let mělo být recyklováno až 85 %. Pro uskutečnitelnost tohoto cíle, je nutné, aby byla většina z více než dvou třetin odpadů vytržena. S tím by měl pomoci systém door-to-door umožňující mít nádoby na třídění přímo u dveří rodinných domů. (Hosnedlová 2021) S ohledem na rozdílné možnosti využití a v rámci efektivního třídění by měl být také ostatní odpad oddělen od biologického. (Snopková 2019)

Kvůli vyšší produkci obalů, je EU navrhováno efektivnější nakládání s materiálovými zdroji prostřednictvím nového akčního plánu pro oběhové hospodářství. Důležitým krokem má být opětovné užívání a navrácení obalových výrobků zpět do systému. V tomto směru by mělo dojít k posílení práv spotřebitelů, ochrany životního prostředí a snížení uhlíkové stopy. Zároveň by se na Evropském trhu už měly objevovat jen výrobky splňující minimální environmentální požadavky, např. eko-design a snížení podílu nebezpečných látek. Veškeré obaly by do roku 2030 měly být recyklovatelné (Hosnedlová 2020) a většina jednorázových plastových výrobků např. vatové tyčinky, plastové příbory, talíře, brčka, tyčky k balónkům, nádoby na potraviny, kelímky atd. by měly být zakázány uvádět na trh. V souladu s evropskou legislativou je, do nabytí účinnosti zákona, možný doprodej zásob. (MŽP ©2021)

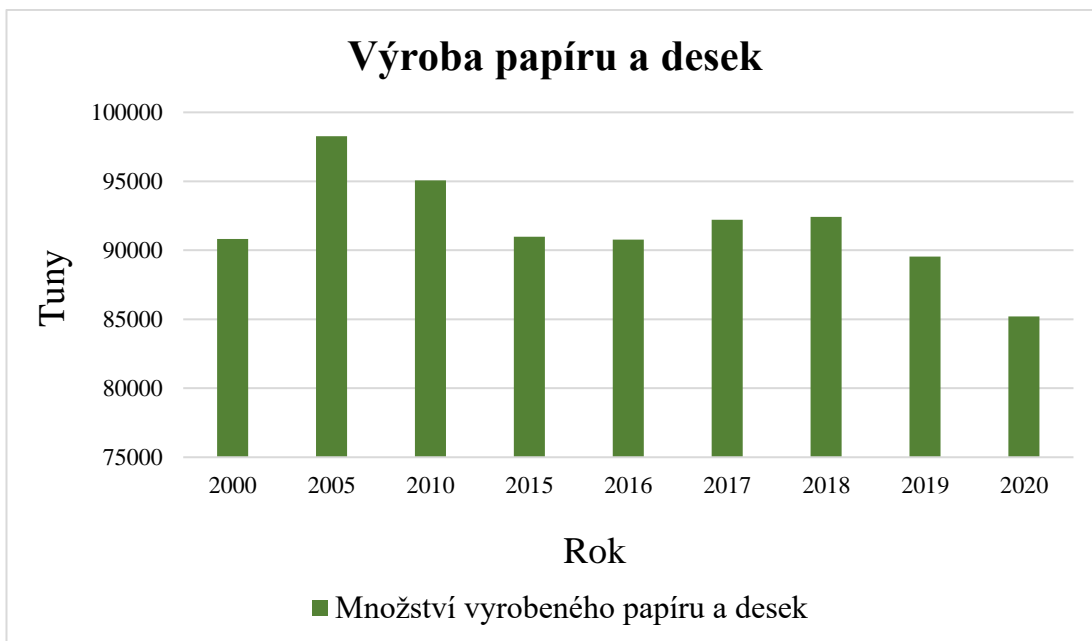
5. Výroba papíru

Při pohledu na rostoucí objem vytěženého dřeva za posledních 20 let (obrázek 1), i při zohlednění nutnosti těžby kůrovcem postižených lesů, je výroba dřevní hmoty jedním z největších benefitů. Celulóza obsažená ve dřevu je tvořena vlákny, jež jsou drženy pohromadě pomocí přírodního pojiva ligninu. Z těchto vláken se po přidání vody z buničiny postupným vypařováním vody a přidavkem dalších aditiv vyrobí papír požadované kvality. (Simanov 2006) Tento energeticky náročný proces lze nahradit právě recyklací již použitého papíru, z něhož se získávají buničinná vlákna. (Wyrzykowski 2021)

K výrobě papíru jsou používány nejrůznější rostlinné materiály, včetně dřeva, slámy, konopí, bagasy z cukrové třtiny, bambusu, rákosu a kenafu. Většina papíru je však vyráběna z dřevěných vláken. Proces těžby dřeva a produkce stromů bude mít v budoucnu dopady na lesní ekosystémy. I když je ze starých růstových lesů vyráběno jen malé procento buničiny, zůstávají takové procesy těžby problémem životního prostředí. Stromy fungují jako úložiště uhlíku a jsou jimi zachycovány emise skleníkových plynů. Odlesňování má za následek ztrátu schopnosti pohlcovat uhlík a obnova lesů trvá roky, i když jsou stromy agresivně přesazeny brzy po sklizni. Recyklace papíru ztrátu schopnosti pohlcovat skleníkové plyny sice zmírňuje, ale uhlíkově neutrální proces recyklace není. (OMRI 2017)

Pro výrobu papíru byly také vyvinuty geneticky modifikované stromy, které jsou vyznačovány nižším obsahem ligninu, naopak vyšším obsahem celulózy a strukturou vláken, která je snadněji rozdracena enzymatickým působením. Modifikované stromy jsou také vykazovány vyšší odolností vůči hmyzu a chorobám a také poměrně rychlým růstem. V roce 2002 byla komerční výsadba geneticky modifikovaných stromů zahájena v Číně. Také v USA povolily výsadbu geneticky modifikované papáji a jedné odrůdy švestek. Takový počín ovšem čelil řadě problémům např. nedostatečné finanční návratnosti investic, vládní regulaci, která výsadbu omezovala a nedostatečnému přijetí veřejností. (OMRI 2017) Legislativa v Evropě je ovšem, co se modifikovaných organismů týče, velmi přísná. (Hávová 2019)

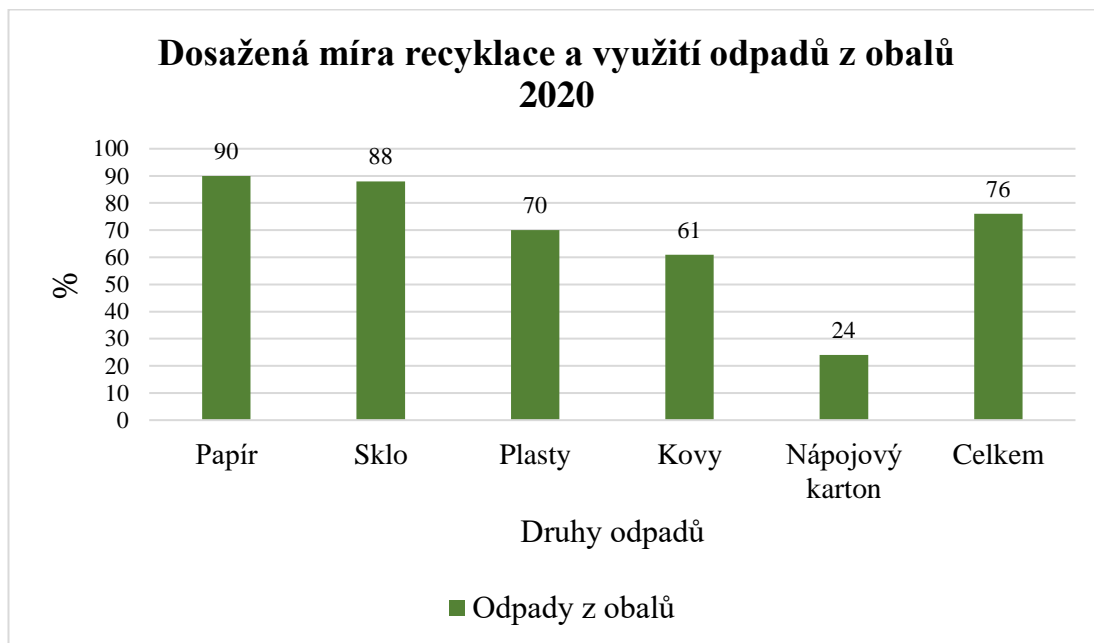
Obrázek 2: Výroba papíru a desek členy Konfederace evropského papírenského průmyslu (URL 2)



6. Míra recyklace

Míra recyklace je vztah mezi recyklovaným materiálem a recyklačním potenciálem. Za potenciál recyklace papíru je považována spotřeba papíru. Podle definice Evropské rady pro sběr papíru je míra recyklace papíru „poměrem mezi recyklací použitého papíru (sběrového papíru), včetně čistého obchodu s papírem určeným k recyklaci (sběrového papíru) a spotřebou papíru“. Míru recyklace lze tedy vyjádřit pomocí následujícího vzorce: (míra recyklace papíru) = (recyklace papíru) / (spotřeba papíru). Míra využití se pohybuje mezi 0 % a 100 %, ale hodnoty přesahující 100 % jsou také možné a důvodů je proto více. Za prvé, existují rozdíly ve vlhkosti mezi surovinami a konečnými produkty. Za druhé, ke ztrátám materiálu dochází při třídění a procesech výroby buničiny a papíru. A zatřetí, země, které dovážejí zpětně získaný papír, jsou v pozici, kdy mohou dosáhnout vysoké míry využití i při nízké místní sběrné aktivitě. Na základě metodiky výpočtu definované European Recovered Paper Council, využití dováženého sběrového papíru snižuje míru recyklace, protože objem byl již zohledněn ve vyvážející zemi. Země s vysokou mírou využití tak mohou mít nízkou míru sběru a nízkou míru recyklace. (Ervasti a kol. 2016)

Obrázek 3: Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů (URL 3)



Jedním z nejlépe spravovaných druhotných materiálů je sběrový papír, který je vyznačován vysokou mírou využití a je u něj dosahováno až 90 % míry recyklace. Za

rok 2020 došlo k recyklaci až 76 % obalů v systému EKO–KOM. Podle studie BIO Intelligence Service, provedenou v roce 2014, je systém sběru a využití obalových odpadů v České republice velice efektivní. Velikou zásluhu na tom mají občané a organizace třídění. V ČR třídí téměř 73 % obyvatel a množství vytríděného odpadu stoupá. Jen za rok 2020 bylo vytríděno 53 kg papíru, skla, plastu a nápojových kartonů na obyvatele. (EKO–KOM ©2022)

7. Recyklace papíru

Pro recyklaci jsou nezbytné druhotné suroviny, které jsou označovány jako materiály, mezi něž se řadí i lepenka a papír, které lze okamžitě použít k výrobě a mohou být tedy bez dalších úprav využity k recyklaci. (Chudárek a kol. 2013)

Recyklace papíru je proces, kterým je nemalou měrou přispíváno ke snížení emisí, znečišťujících látek ve vzduchu i vodě, a výrazně je také omezováno množství odpadu na skládkách a ve spalovnách (Kreníková 1999). Recyklaci lze definovat jako materiálové nebo energetické využívání odpadů (z výroby, zpracování či spotřeby), látek a energií v prvotním nebo pozměněném tvaru. (Kuraš 2014) Dále je recyklací papíru snižováno množství energie až o polovinu a až pětinasobné množství vody potřebné k výrobě papíru, a tím jsou šetřeny nejen náklady, nýbrž i znečištění odpadních vod a ovzduší. Každou 1 tunou recyklovaného papíru je ušetřeno v průměru 14 stromů a tím 0,5 – 0,9 t CO₂ v porovnání s výrobou nového papíru. (Škrdlíková 2020) Přeměna sběrového papíru opět na surovinu vhodnou k výrobě kvalitních papírových výrobků je komplikovanější, (Filip 2002) ale k přeměně na karton či lepenku lze použít až 95 % tříděného papíru. (Wyrzykowski 2021) Papír lze recyklovat v průměru 4–5 x, podle druhu. (Kreníková 1999) Sedminásobná recyklace je v současnosti považována za technologické maximum. (EF Recycling ©2020)

7.1. Recyklační postup

7.1.1. Třídění

V tomto kroku dochází k odstranění nežádoucích příměsí (KO, špinavý papír) a papíru nevhodného pro recyklaci (křídový, voskový papír). Následně je smíšený sběrový papír rozdělen, podle povrchové úpravy a struktury, na noviny, časopisy, kartony, směsný papír a krabice. Papírem, roztríděným tímto způsobem, jsou splňovány požadavky zpracovatelů, neboť jsou papírnami vyráběny různé druhy papíru, podle získaných materiálů. (Magistrát města Plzně ©2022)

7.1.2. Rozvláknění

Tříděný sběrový papír je umístěn do stroje zvaného mill nebo rozvláknovač, který je následován procesem vaření buničiny. Buničina může být při procesu výroby papíru získána mechanickým nebo chemickým rozvlákněním. Mechanické rozvláknění je složeno z drcení či mletí dřeva, při zvýšeném tlaku. Ve výsledné

buničině je obsažen lignin, který má krátká vlákna a vysokou objemovou hmotnost. Tento způsob rozvláknění bývá použit pro výrobu knih či novin. Chemické rozvláknění je označováno jako sulfátový proces pro výrobu buničiny, jehož účelem je oddělení vláken celulózy od ligninu a ostatních nečistot, při vysokém tlaku. Tato metoda rozvláknění bývá použita pro výrobu obalů na potraviny a lepenky. Procesem rozvláknění při recyklaci papíru dochází k rozpuštění papíru ve vodě a vzniku kašovitě hmoty. V tomto stupni je možné různými technickými roztoky začít s procesem zesvětlování (Kuraš 2014)

7.1.3. Odstranění nečistot

Nezbytným krokem je odstranění nežádoucích příměsí (kovové spony, svorky, fólie atd.) od papírového vlákna. Částice jsou tříděny za pomoci sítí s otvory různých velikostí a tvarů. Částečně vyčištěná buničina je čerpána a pomocí odstředivých sil dochází k odstranění malých těžkých částic. Následně je buničina uložena do zásobních věží. (Magistrát města Plzně ©2022)

7.1.4. De-inking proces

Tato fáze neprobíhá za všech okolností. Odstranění velmi drobných nečistot tzv. tiskařského inkoustu (pigmenty, barviva). Tento proces probíhá kombinací chemických a mechanických postupů. První krokem jsou zahrnovány mechanické úkony, přičemž je buničina oplachována vodou. Poté jsou pomocí chemických přísad odstraněny otisky inkoustu. Pro masivnější inkousty je používán proces zvaný flotace, kde jsou inkoustové částice odstraňovány pomocí vzduchových bublin. Inkoust a další částice po přilepení na vzduchové bubliny vyplavou na hladinu, kde dochází k jejich odstranění. Kvůli zpevnění bývá následně přidána nová buničina pro pevnější konečný produkt. Vzniklý odpadní kal je nutné zlikvidovat. (Conserve Energy Future ©2022)

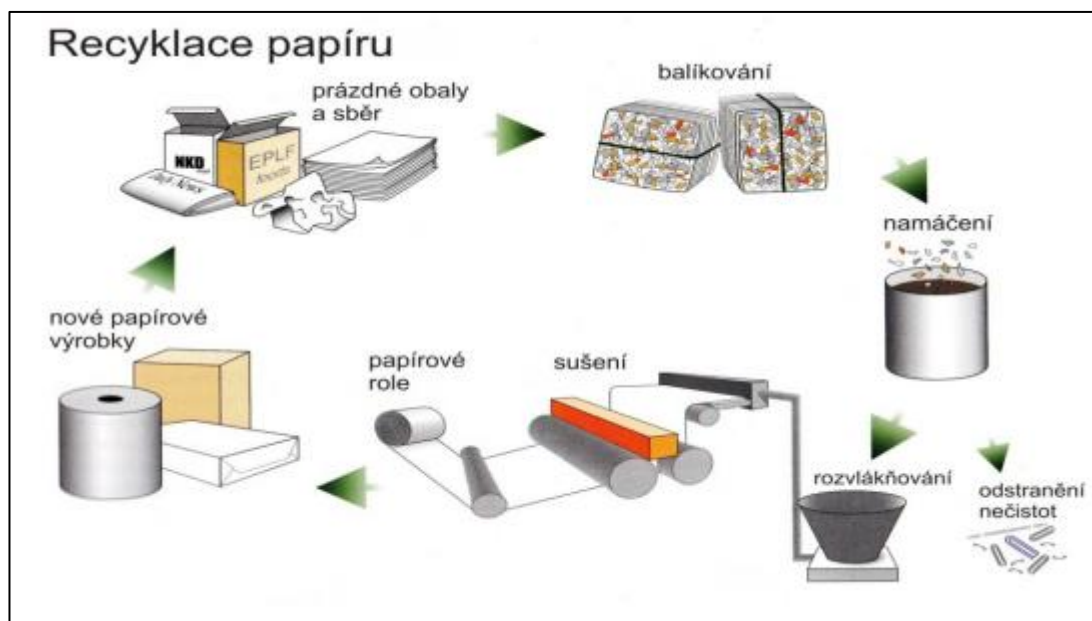
7.1.5. Bělící proces

Tato fáze je důležitá v případě výroby bílého papíru. Bělení je prováděno chemickou cestou za použití peroxidu vodíku a činidel na bázi chlóru ke zvýšení jasu a bělosti. V případě výroby lepenky, není fáze bělení nutná. (Conserve Energy Future ©2022)

7.1.6. Válcování

Finální fáze celého procesu recyklace papíru. K recyklovanému papíru se přidávají také chemikálie typu plnidel, klížidel či odpěňovačů s horkou vodou, čímž vzniká vylepšení povrchových vlastností papíru (pevnost, lesk, soudržnost), přičemž je suspenze ještě zbavena zbylých nečistot a pomocí diskových filtrů odvodněna. (Božek a kol. 2003) Tato směs je pak postupně vkládána do papírenského stroje, ve kterém jsou lisovací válce, čímž dojde k odstranění vlhkosti. K úplnému vysušení je bývá používán vyhřívaný litinový válec. (Conserve Energy Future ©2022) Vysušení je následováno nanášením pigmentů a pojidel, zaručujících lepší vlastnosti papíru. Sadou kalandrových válečků je papír následně „žehlen“. (Samosebou ©2018) Ve chvíli, kdy je buničina pevná, prochází válci vyhřívanými párou, které usnadňují tvorbu zploštělých dlouhých rolí souvislých listů papíru, navíjených na obrovské kotouče. Vzniklý papírový list je následně rozřezán do požadovaných tvarů a velikostí s následným odesláním k výrobcům. (Conserve Energy Future ©2022)

Obrázek 4: Recyklace papíru (Šusteková, 2009)



7.2. Využití recyklovaného papíru

Recyklovaný papír lze využít mnoha různými způsoby. Mezi nejčastější patří výroba sešitů, novin, tašek, krabic, kancelářského papíru, obálek či bloků. Z papíru s krátkými vlákny, který je v otázce kvality na výrazně nižší úrovni, jsou vyráběny především obaly na vajíčka, papírové ubrousky a utěrky, toaletní papír apod. (Samosebou ©2018) Svě využití ale našly i těžší papíry, které jsou používány

k výrobě sádrokartonu. Papírová vlákna mohou být přidána do asfaltových povrchů, čehož se využívá při výstavbě silnic. (Kopidlo ©2011) Odpadový papír našel využití také v zemědělství, kdy se použitý kancelářský papír využívá k výrobě mulčovacích rohoží. Jejich vlastností je hojně využíváno v zemědělství a v zahradnické tvorbě, protože zabraňují růstu plevelů, zadržují vláhu a při plošném využití dokážou snížit erozi půdy. Rohože je také možné aplikovat na půdu a díky jejich organickým vlastnostem je možné je na půdě nechat i po uplynutí jejich životnosti. Časem se rozloží a půdu tak obohatí o prospěšný humus. (Kozáková, 2008) Jako mulč je ovšem vhodné používat jen stránky novin, ale ne reklamní oběžníky nebo časopisy, aby nedocházelo ke zbytečnému vystavení člověka olovu, obsaženém ve vypěstovaném ovoci nebo zelenině. Nicméně, z různých nátěrů a laminátů, které se nanášejí na „lesklý“ papír, nebyla zjištěna žádná rizika pro lidské zdraví, ať už jako primární riziko přímým požitím, nebo jako sekundární riziko prostřednictvím půdy. (OMRI 2017) Sběrový papír také může být zpracován na topné brikety, které mohou sloužit jako zdroj tepla a energie, neboť na rozdíl od surových zemědělských odpadů, u nich nedochází k tak rychlému spalování. (Kuraš 2014) Recyklovaný papír nebo noviny mohou být také využity k přípravě biologicky rozložitelných květináčů pro pěstování sazenic. (Nandede a kol. 2014)

Starý papír, který nelze dále recyklovat nebo je k recyklaci nevhodný, nachází uplatnění jako tepelná izolace či alternativní palivo. (Samosebou ©2018)

Podle různých certifikátů či štítků je možné výrobky recyklace poznat na první pohled. Takovým příkladem mohou být tiskoviny nebo sešity, na kterých je většinou označení „ekologicky šetrný výrobek“. Dalším takovým příkladem by mohl být toaletní papír s nápisem „100 % recyklovaný papír“. Dřevo, které bylo získáno z obnovitelných lesů, je opatřeno certifikátem. Krabice s výrobkem je opatřena logem FSC (Forest Sustainable Stewardship) nebo PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification). (Kozáková 2008) Logem FSC mohou být označeny např. i biologicky rozložitelné květináče. FSC používá systém kontroly a sledování dřeva a buničiny přímo v řetězci, kde je rovněž zakázáno násilí a vysídlování původních obyvatel. (Siegle 2013)

Obrázek 5: Množství využití odpadů z obalů (URL 5)



7.3. Papír nevhodný k recyklaci

Papír považovaný za nevhodný k recyklaci nebo opětovnému využití, může být stále použit jako vstupní surovina pro výrobu kompostu z komunálního odpadu. Nevhodnými jsou např. papíry nebo ubrousky znečištěné potravinami, příliš malého množství, aby se daly zabalit pro přepravu do zařízení na odstraňování tiskařské černi. Některé druhy papíru jsou však odmítnuty kvůli toxickým kontaminantům a dalším nečistotám. Z nepapírových materiálů jsou nevhodné pro kompostování např. plasty, motorový olej, barvy, sklo a další materiály, které by mohly snižovat kvalitu kompostu či dokonce kompost činit škodlivým pro půdní organismy, rostliny a lidi. Čím méně se bude získaný papír přetřídňovat, tím je vyšší pravděpodobnost, že by mohl obsahovat kontaminanty, které budou následně narušovat recyklaci a kompostování. Papír, využitý ke kompostování má pozitivní vliv na některé půdní organismy, např. bylo pozorováno, že ve srovnání s rostlinným odpadem jako vstupní surovinou, zvyšuje kolonizaci aktinomycet (grampozitivní bakterie) kompostu. Noviny jako vstupní surovina zvyšují provzdušnění a snižují shlukování, což zlepšuje podmínky pro aerobní kompost. (OMRI 2017)

Jedním z vedlejších produktů recyklace je kal z odstraňování tiskařské černi, který se stává rostoucím ekologickým problémem. Kal je složen z tiskařských barev, pigmentů, vláken a plnidel. Jsou v něm soustředěny různé biologicky

nerozložitelné a elementární nečistoty a většinou byl spalován nebo skládkován. V některých oblastech se ale skládkování kalů stalo neúnosně drahé, a v některých místech, kde je prostor pro skládkování omezen, bylo zakázáno. Může však být kompostován s kaly z čistíren odpadních vod nebo může být aplikován přímo do půdy. (OMRI 2017)

8. Technologie recyklace papíru

Tabulka 1: Metody, vstupní suroviny a výsledné produkty recyklace papíru (Autor, 2021)

METODA	VSTUPY	VÝSTUPY
Mokrá	Tříděný komunální papír / recyklovaný papír	Sešity, noviny, krabice, obálky, bloky, toaletní ruličky
	Recyklované těžší papíry	Sádrokartony
	recyklovaný papír s krátkými vlákny	Obaly na vajíčka, papírové ubrousky, utěrky, toaletní papír
Suchá	Recyklovaný papír	Mulčovací rohože
	Kartonové obaly	Izolační desky
Suchá – Dry Fiber	Použitý kancelářský papír	Papír: šedý, bílý, barevný

8.1. Mokrá metoda

Vlastnosti papíru jsou rozlišovány v závislosti na zdrojích, výrobních procesech, použití a aplikacích. Specifikace jsou stanoveny soukromým sektorem nebo vládními agenturami pro zadávání zakázek. Povrch papíru je rozlišen na základě druhu využití (např. pro tisk) a metodě zpracování. (OMRI 2017) Při mokré metodě recyklace papíru je použitý papír nejdříve rozvlákněn ve vodě v rozvláknovači. Důležitou součástí recyklace je čištění, při kterém dochází k odstranění kovových sponek, plastových okýnek u obálek, barviv, lepidel a inkoustů. Největší roli hraje zákonitě voda, díky které je získávána kašovitá směs, kterou je možné v případě potřeby bělit. Po těchto krocích je možné recyklovaný papír přidat do papírenského stroje. Vzniklá vláknitá suspenze je následně nanášena do lisu dlouhou štěrbinou na síto. Mokrý buničina je slisována za současného odvodu vody síťovým dopravníkem. Po procesu sušení je nutné zlepšení vlastnosti papíru tzv. povlakováním. I takto připravený papír stále ještě potřebuje jistou péči v podobě „žehlení“ prováděné sadou kalandrových válečků. U hotového papíru tvoří chemikálie méně než jedno procento celkové hmotnosti papíru. (OMRI 2017) Po této závěrečné úpravě je hotový papír navinut na obrovské kotouče, nařezán a poslán ke konkrétním zpracovatelům, u kterých proběhne výroba nových produktů. (Samosebou ©2018)

8.2. Suchá metoda

Moderním způsobem recyklace použitého papíru je suchá metoda, jež je výhodná, na rozdíl od mokrého procesu, vysokou úsporou vody. Nevýhodou je naopak malá produkce vhodná spíše pro kancelářské provozy.

Suchou metodou jsou zpracovávány kartonové obaly, které jsou nadrceny nebo namlety a za zvýšené teploty (200 °C) jsou lisovány. Výsledným produktem jsou desky, které se ve stavebnictví využívají jako izolace. (ECOSERVIS ©2022) Tato metoda je výhodná, protože je postavena na technologii rozdrčení nápojových kartonů, přičemž není nutné jednotlivé vrstvy separovat, a tudíž nedochází ke spotřebě vody. (Třídění odpadu ©2022)

Také existuje systém kancelářské recyklace papíru suchou metodou vhodný pro podnikatele či firmy. Takovou možnost nabízí společnost Epson. PaperLab se stal prvním systémem výroby papíru, který použil suché zpracování. Díky tomuto zařízení je možné přeměnit použitý kancelářský papír na nový z bezpečně skartovaného odpadního papíru, a vytvořit tak tisíce listů recyklovaného papíru za den. Základem této metody je jedinečná technologie Dry Fiber. PaperLab funguje jako dokonalá skartovačka, stroj papír rozemele na jednotlivá vlákna, přičemž dojde k odloučení inkoustu a zbytků tonerů, aby byl výsledný papír co nejlépejší. Výsledný papír může být buď „čistý“ (tedy zašedlý „recyklovaný“), nebo vybělený pomocí barviva. Díky této technologii je možné vyrobit i barevné papíry s různou gramáží. Nezměrnou výhodou systému PaperLab je fakt, že v žádné fázi procesu nevyužívá téměř žádnou vodu, snižuje CO₂, přispívá úspoře dřeva a zároveň umožňuje bezpečnou a účinnou likvidaci důvěrného odpadu. (Epson ©2022)

Další možnou volbou je také kompostování, kterého se hojně využívá především na vesnicích. Prázdné obaly se rozstříhají na kousky a u všech rozložitelných organických látek (především papír) dochází k rozložení. (ECOSERVIS ©2022) Zbylé látky jako jsou polyethylen a aluminium jsou po skončení kompostovacího cyklu odstraněny prosetím. (Třídění odpadu ©2022)

9. Praktická část

Praktická část práce je zaměřená na květináč POTS, který je ekologicky i ekonomicky výhodnější než květináč plastový. Cílem je vysvětlit technologii výroby květináče POTS, vysvětlit rozdíly mezi jednotlivými květináči papírovými, zemědělskými i plastovými a zaměřit se na průzkum trhu. Vše s pomocí dostupných článků a odborných monografií, českých i zahraničních. Každý výrobek má své výhody i nevýhody, které jsou v této práci shrnuty.

10. Květináč POTS

Pro výrobu zahradnických obalových produktů jsou používány přírodní materiály. Všechny konfigurace papírů lze použít pro výrobu rostlinných bio nádob, které jsou během používání pomalu rozloženy. Rychlost a rozsah rozkladu závisí především na době degradace a na typu půdy. U papírových květináčů došlo k nejrychlejší degradaci v zemědělských a lesních půdách, přičemž byl stimulován růst mikroorganismů odpovědných za rozklad papíru. Výrobním přístupem je zvyšována pozitivní stopa obalových produktů tím, že jsou navrhována „ekologicky–efektivní“ řešení podle konstrukčního rámce Cradle to Cradle (Sandak a kol. 2019) Cradle to Cradle Certified je představován celosvětový standard pro výrobky, které jsou bezpečné a zodpovědně vyrobené. Cílem tohoto rámce je zajištění pozitivního dopadu na planetu a zdraví lidí. (Cradle to Cradle Certified ©2022) Prostřednictvím napodobení trvalého koloběhu látek, je snaha využít každou součást odpadní suroviny pro jiný, nový výrobek, aby se nic nestalo odpadem, a bylo dosaženo trvalé udržitelnosti. (Steinzeug–Keramo ©2022)

Biologicky odbouratelné květináče, vyvinuté jako alternativa k tradičním plastovým, jsou šetrné k životnímu prostředí, a často jsou používány pro lesnické a zemědělské účely. Jsou jimi snižovány celkové náklady, neboť sazenice s biologicky odbouratelnými květináči mohou být vysazeny rychle, aniž by došlo k narušení kořenů nebo jakémukoli přerušení růstu rostlin. (Sandak a kol. 2019)

Nejčastěji používané jednorázové květináče jsou vyrobeny z rašeliny nebo směsi rašeliny s dřevěnými vlákny. Na druhou stranu jsou takové nádoby mechanicky nestabilní a mají vysokou propustnost pro vodní páru. Často je pozorováno usazování soli na stěnách nádoby, čímž je způsobena nedostupnost obsahu živin. (Treinyte a kol. 2014) Mimo to, se někteří spotřebitelé vyhýbají používání rašeliny, protože těžba rašeliny není ekologická a může přispívat ke globální změně klimatu. (Sandak a kol. 2019) Zajímavou alternativou jsou nádoby vyrobené z kokosových vláken, rýžových slupek nebo vláken z drůbežího peří, které jsou mechanicky odolnější a dobře zadržují vlhkost. (Evans a kol. 2010) Ty však nemohou být zapuštěny do půdy s rostlinami a musí být zlikvidovány. (Treinyte a kol. 2014)

Přírodní vlákna a zemědělské zbytky se tak staly přirozenými řešeními pro vyztužení vláken pro bio kompozity. (Sandak a kol. 2019) Látky z rostlinných odpadních materiálů (např. celulóza, hemicelulóza, škrob, dextrin) jsou nejvhodnějším řešením, protože jsou jimi řešeny dva problémy současně. Přispívají k efektivnímu nakládání s odpady a vyhýbají se nebo minimalizují použití chemických přísad jako pojiva. (Kües 2007) Řešením, splňujícím oba tyto požadavky, jsou obilné otruby, které lze úspěšně použít jako nízkonákladové plnivo v polymerních kompozitech. Otruby proto mohou být ideálním plnivem pro nádoby na extrudovaný papír nebo buničinu, které jsou hojně používány v zahradnictví. Mohou také sloužit jako inhibitor kontrolující rychlost biologického rozkladu v různých produktech. (Sandak a kol. 2019)

10.1. Podmínky pro efektivní využití květináče POTS

Květináči POTS, využívaných pro sazenice rostlin, je umožněn přímý přenos rostlin do půdy, aniž by došlo k ovlivnění jejich kořenů a bez vzniku pevného odpadu. Podpora růstu sazenic je tak přenášena do půdy současně s rostlinou a v důsledku vlivů půdního prostředí (teplota, vlhkost, mikroorganismy atd.) začne probíhat degradace a kořenům je tak umožněno pronikat do půdy stěnami květináče. (Nechita a kol. 2010)

Tímto procesem – biodegradací, jsou využívány přírodní bakteriální kmeny, kterými je zaručena přirozená degradace kontaminantů vyskytujících se v odpadu. Biodegradace může být samovolná či podporovaná, přičemž by byly bakteriální kmeny, pro znásobení jejich metabolické aktivity, aplikovány na kontaminovaný materiál. (Chudárek a kol. 2013)

Důležitou součástí procesu pro zjištění rychlosti rozložení květináče POTS bylo také stanovení křivky biologického rozkladu pro různé obalové produkty a hodnocení rozkladu papírových produktů v laboratorních podmínkách. Tyto nezbytné experimenty byly prováděny v různých typech půdy a klimatech před přijetím květináčů vyrobených z alternativních materiálů. Avšak fyzikální vlastnosti podporující rozklad během kompostování, by mohly také přispět k předčasnému rozkladu během výroby a přepravy. Rychlost degradace závisí především na typu půdy, do níž by byl květináč umístěn, a na materiálu, z něhož by byl květináč vyroben. Různé typy půd mají různý vliv na rychlost degradace, kvůli množství

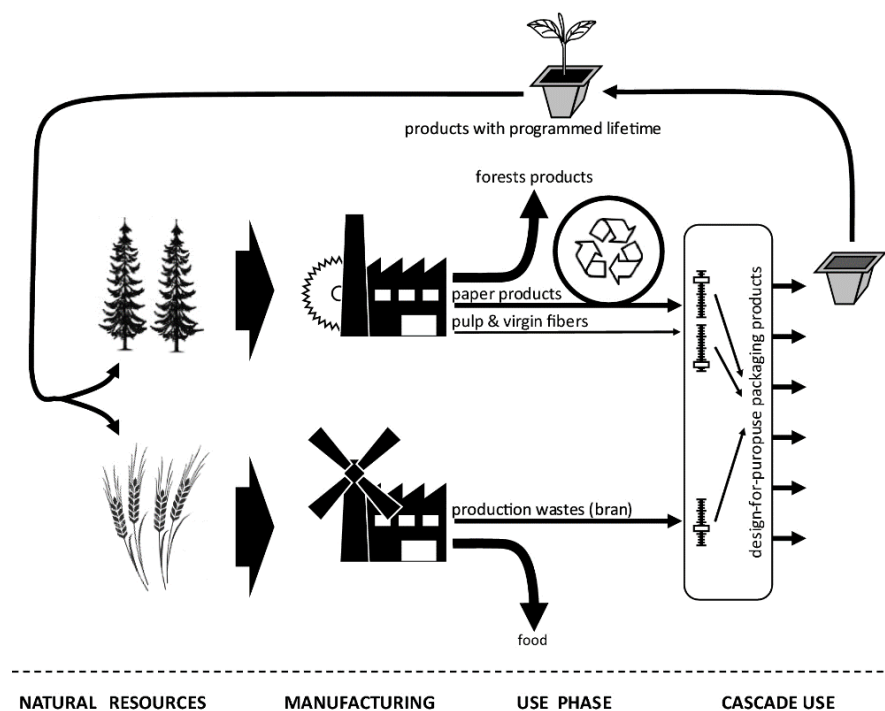
dostupného dusíku, pH, vlhkosti, přítomnosti mikroorganismů a obsahu organické hmoty. V půdě s neutrálním nebo mírně kyselým pH (6,0 – 7,0), jsou přítomny příznivé mikroorganismy a minerály nezbytné pro kořeny rostlin. Takové prospěšné bakterie se v kyselejších půdách nevyskytují, což vede k nekontrolovatelnému růstu plísní. Písčité půdy jsou vzdušné a vysoce propustné. Mají spíše nízkou schopnost zadržovat vodu, rychle schne a snadno ztrácí živiny. Stav písčité půdy lze však zlepšit přidáním organické hmoty nebo hnojiv. Půda přítomná v jehličnatých lesích obsahuje podestýlkový kompost složený převážně z borovicového nebo smrkového jehličí, vřesovitých druhů rostlin a mechů. Kompost je vysoce kyselý, ale má dobré kvasné vlastnosti a může být použit jako optimální náhražka rašeliny poskytující příznivé podmínky pro růst rostlin. (Sandak a kol. 2019)

Při posuzování vhodnosti použitého výrobního materiálu na rychlost a stupeň biodegradace byly použity vzorky kartonu, novin a recyklovaného papíru jako nejběžnějších druhotných surovin. Výsledky prokázaly, že rychlost biodegradace u různorodého materiálu, jako je karton, může být zpomalována v důsledku přítomnosti určitých chemických materiálů, které nebývají při čištění odstraňovány. Také u zkoumaných vzorků novin nebylo dosaženo optimálního výsledku, neboť byly v kompostovacím zařízení pozorovány kusy novin, a to navzdory tomu, že je téměř veškerá výroba novin uskutečňována z recyklovaného papíru. Jedním z faktorů, který také mohl přispět ke zpomalení biologického rozkladu, se ukázala být přítomnost inkoustu, což vede k objektivnímu zjištění, že novinový papír není pro tento typ využití vhodný. Naopak u recyklovaného papíru bylo dosaženo 45. den testování, v kontrolovaných podmínkách, až 61 % biologické rozložitelnosti. Vzhledem k tomu, se z hlediska biodegradace, jeví recyklovaný papír jako nejvhodnější materiál pro výrobu květináčů POTS. (Alvarez a kol. 2009) Zároveň bylo prokázáno, že květináče z recyklovaného papíru měly srovnatelnou svíslou a boční pevnost za mokra i za sucha, podobně jako nádoby či květináče z plastu, a na stěnách nebyl vykázán žádný růst řas nebo hub. (Sandak a kol. 2019)

10.2. Technologie výroby květináče POTS

Podle studie Sandak a kol. (2019) jsou papírové archy pro výrobu květináčů POTS vyráběny z recyklované buničiny typu D (karton, papír, šedé sáčky, vlnitá lepenka) za měření vlhkosti. Buničina byla mleta na laboratorním mlýně PFI a rozvlákněna pomocí defibrilátoru a zformována do listů papíru. Vyrobené papíry byly vyráběny z buničiny bez a s 3 % nebo 5 % přídavkem pšeničných a žitných otrub. Velikost frakce otrubových částic byla nižší než 0,4 mm.

Obrázek 6: Výroba květináčů s přídavkem otrubových částic (URL 6)

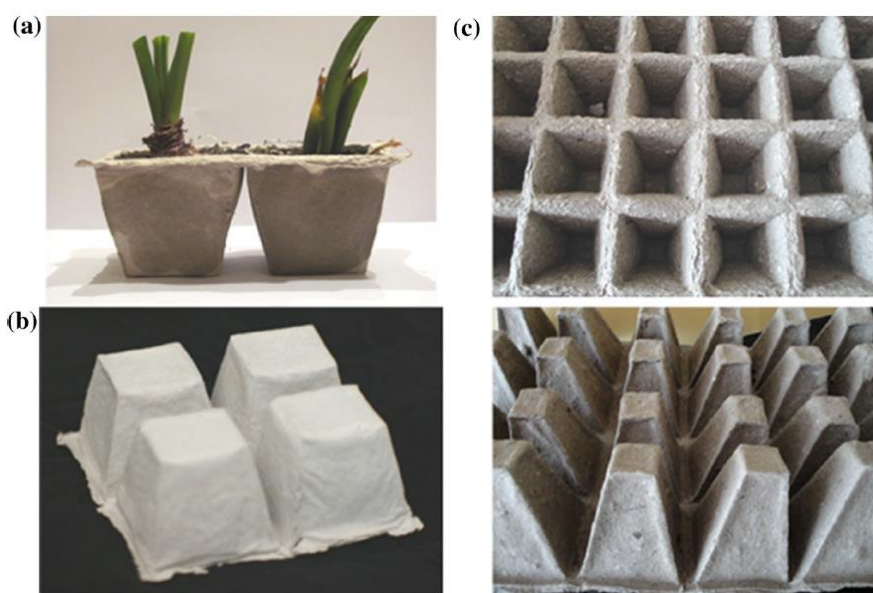


Obrázek zobrazuje schéma toku materiálů účelových obalových nádob.

Některými firmami jsou používány pro vytvarování květináčů stroje pro tvarování nádob. Květináče jsou tak vytvářeny přímo v nádobě z roztoku vodní buničiny s koncentrací sušiny 2,5 %. K výrobě každého květináče bylo použito 600 cm³ roztoku buničiny. Vrstvy vláken s přísadami byly nanášeny do perforované formy. Vytvořené květináče byly sušeny po dobu 12 hodin při 50 °C v klimatické komoře. Konečná velikost vyrobeného květináče byla 6,0 x 6,0 x 5,5 cm (šířka x délka x výška). Test degradace byl proveden i na komerčně dostupných výrobcích

(květináče vyrobené s přídavkem rašeliny) pro porovnání s laboratorně vyráběnými květináči.

Obrázek 7: Obrázky květináčů vyrobených v laboratoři a alternativní komerčně dostupné produkty: a) Rostliny rostoucí v biologicky rozložitelných papírových nádobách (URL 6), b) laboratorně vyrobené prototypy květináčů z odpadní buničiny s přídavkem obilných otrub (URL 6), c) komerčně dostupné květináče z buničiny s přídavkem rašeliny (URL 6)



10.3. Rychlost degradace květináče POTS

V případě sběrového papíru vedlo přidání otrub k brzkému rozpadu struktury papíru. V důsledku toho byla ovlivněna propustnost vzduchu, což mělo za následek přirozené větrání kořenového systému a s tím spojený růst rostlin. (Sandak a kol. 2019) U květináčů dochází ke ztrátě 50 až 80 % pevnosti v tahu během prvního týdne zakopání v závislosti na typu papírového produktu a jeho složení. (Sridach a kol. 2007)

Během biologického rozkladu jsou polymery nejprve fragmentovány na nižší molekulovou hmotnost pomocí abiotických reakcí (oxidace nebo hydrolýza) nebo biotických reakcí (degradace mikroorganismy). Poté jsou fragmenty polymeru asimilovány a mineralizovány mikroorganismy. (Vroman a Tighzert, 2009) Také byl analyzován vliv typů půdy na biologický rozklad. Písčité půdy s nejnižším obsahem organických látek a přetrvávající nízkou vlhkostí měla nejnižší vliv na rychlost

degradace. Vyšší stupeň degradace byl pozorován na vzorcích vystavených lesní půdě, neboť za 40–50 dní došlo k úplnému biologickému rozkladu u všech typů papíru. Zemědělská půda byla považována za nejvíce agresivní, protože k úplnému rozložení papíru došlo již po 30 dnech.

Rozsah rozkladu podle studie Sandak a kol. (2019) do značné míry nezávisí na typu kompozitu (žitné nebo pšeničné obilné otruby), ale spíše na množství přidaného plniva, době expozice a typu půdy. V závislosti na typu půdy, kapacitě zadržování vody a pH může půda stimulovat nebo inhibovat růst mikroorganismů odpovědných za rozklad papírových produktů. Květináče byly nejrychleji degradovány v zemědělských a lesních půdách. U komerčních papírových květináčů došlo k rychlejšímu rozkladu než u květináčů vyrobených v laboratoři, kvůli velkému podílu aditiv, které zvyšují absorpci vody a urychlují rozklad.

11. Porovnání květináčů POTS

11.1. Recyklovaný papírový květináč POTS z Japonska

Na trhu recyklovaných papírových květináčů POTS byly vyvinuty šetrné papírové květináče složené z odpadních novin a kalů z destilace sladkých brambor, pojmenované jako Ekologické papírové květináče (dále jen Eko květináč). Porovnáním fyzikálních, mechanických a chemických vlastností Eko květináčů a vlastností odpadních papírových květináčů (konvenčních), bylo zjištěno, že optimální podmínkou pro výrobu Eko květináčů je použití poměru smíšení odpadových novin v poměru 3 %. Současně byl proveden růstový test mini rajčat v Eko květináčích a odpadních papírových květináčích. Tento pokus prokázal, že Eko květináče si zachovaly svůj tvar bez rozpadu až do přesazení rostlin na pole. Po přesazení pronikly kořeny rostlin skrze květináč a šířily se po celé půdě, přičemž byl u Eko květináče prokázán hnojící účinek.

Obrázek 8: Ekologický papírový květináč (URL 7)



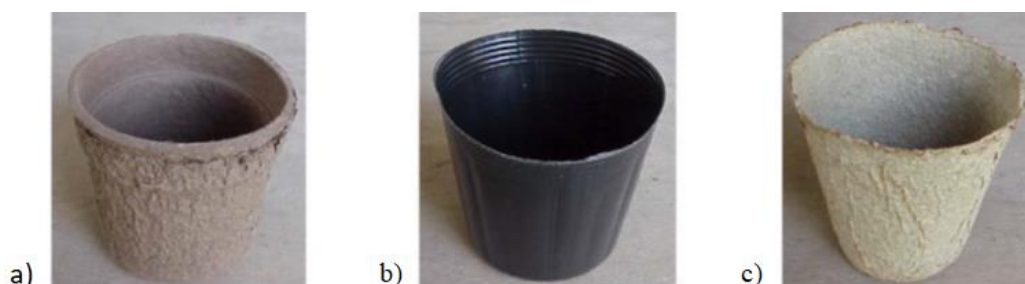
Pro výrobu tohoto květináče byl vyvinut nový koncept zpracování a metoda pro výrobu ekologicky šetrného papíru (dále jen Ekologický papír), ve kterém byly použité odpadní noviny přidány do destilačních kalů. Doposud byly zkoumány fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti takového papíru a na základě těchto údajů bylo diskutováno o jeho prodejnosti. Výsledky ukázaly, že Ekologický papír je široce prodejný, ekologicky šetrný produkt, zvláště užitečný při výrobě pěstebních nádob na rostliny a zemědělských materiálů, čemuž vděčí vysokému obsahu hnojivých sloučenin nutných pro růst rostlin. Na základě těchto zjištění bylo cílem

rozšířit užitkovost Ekologického papíru právě prostřednictvím vývoje ekologicky šetrných papírových květináčů.

Rostliny na pozemku s Eko květináči vykazovaly výrazně odlišný růst než rostliny na pozemky s odpadovými novinovými květináči a s polyethylenovými květináči. Zatímco rostliny pěstované v odpadových novinových květináčích a v polyethylenových květináčích měly podobné suché hmotnosti, rostliny pěstované v Eko květináčích měly přibližně dvakrát větší hmotnost kořenu, stopky a listové hmoty a více než šestkrát větší hmotnost dužiny.

Odpadový novinový květináč by mohl být po použití spálen, zatímco z polyethylenového květináče by po použití vznikl odpad. Zároveň jsou oba květináče, na rozdíl od Eko květináče vyznačovány vyššími náklady. Eko květináč by také mohl být zasazen přímo do půdy, přičemž by po jeho použití nevznikl odpad a také by půdě poskytnul potřebné hnojivo.

Obrázek 9: a) Odpadový novinový květináč (URL 7), b) Polyethylenový květináč (URL 7), c) Ekologický papírový květináč (URL 7)



Eko květináče se proto ukázaly jako prospěšné nejen pro rostliny a zemědělství, ale i pro životní prostředí. Kaly jsou totiž prozatím z části používány jako výživa pro půdu a hnojivo, a zbytek bývá vysypán do moře. Proto by bylo vhodné, aby byly kaly použity jako materiál pro Eko květináče. Nicméně, v uvedení Eko květináčů na trh, existují problémy s masovou výrobou, efektivitou a náklady na zařízení potřebné k výrobě. Pokud by se tyto problémy podařilo vyřešit, byly by Eko květináče přijaty jako užitečné ekologické konzervační produkty, naplňující naléhavou společenskou potřebu. (Yamauchi a kol. 2006)

11.2. Cylindrický papírový květináč POTS z Jižní Koreje

Cylindrické papírové květináče (dále jen CPP), jako ekologicky šetrné biologicky rozložitelné sazenice, byly představeny v Koreji již v roce 2014 a v současné době jsou široce využívány. (Seo a kol. 2017) Cylindrické papírové květináče byly porovnány s Plug sadebním systémem (dále jen Plug), přičemž byly zkoumány růstové faktory sazenic. Výsledky ukázaly, že celkový výhonek rostlin pěstovaných v systému CPP byl vyšší než výhonek pěstovaný v systému Plug. Rozdíl mezi konvenčním systémem zásuvkových zásobníků (Plug) a systémem CPP spočíval v typu podpory substrátu pro prostředí. Systém CPP si tak mohl zachovat svůj fyzický tvar, protože nebyl podporován plastovým zásobníkem a zemina byla obalena pouze papírem. Na rozdíl od systému Plug, tedy dokázal vytvořit mezery mezi povrchy kořenů sazenic a povrchem plastového zásobníku. Díky těmto mezerám, byla systémem CPP zajišťována nejen vynikající propustnost vzduchu a efekt prořezávání vzduchu, ale také byla usnadněna extrakce sazenic, přičemž zlomy kořenů byly během formalizace minimalizovány. Pro CPP je zásadní hospodaření s obsahem vody v kořenové zóně, kvůli rozdílu prodyšnosti mezi CPP a Plug systémem. V ceně, CPP a stávající Plug systémy pro sazenice nejsou nijak výrazně odlišné. CPP je však semenářskými společnostmi a zemědělci preferováno. (Jang a kol. 2020)

Poměr suché hmotnosti kořenů byl vyšší v systému Plug než v systému CPP. Měl tendenci se zvyšovat s navyšující se úrovní zavlažování v obou systémech. Tyto výsledky růstu kořenů naznačují, že vyšší obsah půdní vody by mohl vést ke zpomalení vývoje kořenového systému, protože Plug systémem není vykazován efekt prořezávání vzduchu. CPP však, díky svým účinkům vzduchového prořezávání, může vést ke krátkým kořenům. (Jang a kol. 2020 ex. Cooley, 2013)

Při zvýšené hladině vody, měl růst sazenice tendenci klesat v obou systémech, i když pokles byl větší v systému Plug. Zpočátku byl výrazným zavlažováním v systémech CPP i Plug usnadňován růst sazenice. Vliv zavlažování byl ale na růst v systému CPP relativně menší než v systému Plug. Systém CPP by tak bylo možné použít ke snížení škod způsobených nadměrným obsahem vody v substrátu. Tento rozdíl je způsoben mezerou mezi zásobníkem a papírovým květináčem, která je systému CPP vlastní. Touto mezerou může být zvýšeno

množství zásob vody při nerovnoměrném zavlažování, což by vedlo ke sníženému množství absorbovaném rhizosférou.

Vzhledem k tomu, že jsou rostliny v rukou semenářských firem a malovýrobců, zalévány ručně, a ne pomocí automatizovaného zavlažovacího zařízení, objevují se poměrně často problémy spojené s nadměrným zaléváním. Použitím systému CPP se však tyto problémy dají zmírnit. Systém CPP by tedy mohl nabídnout stabilizaci hospodaření, zvýšením příjmů a snížením nákladů na pracovní sílu. Zavedení systému CPP by však vyžadovalo komplexní vyhodnocení různých plodin, úrovní zavlažování a navazujících studií zkoumajících účinky systému CPP na růst rostlin. (Jang a kol. 2020)

11.3. Květináče z různých Agro industriálních odpadů z Argentiny

Květináče pro růst sazenic, byly vyvinuty z bio kompozitu (strukturní / výplňová nebo pojivová / matricová složka), mezi něž byly zařazeny vedlejší produkty a tuhý odpad, konkrétně želatina (vedlejší produkt masného / kožedělného průmyslu), mouka z kukuřičného a pšeničného odpadu, slupky ze slunečnicových semen a použitý papír. Bio květináče byly připraveny s ohledem na tvar a rozměry komerčních plastových květináčů. Tyto květináče byly vyvinuty jako biologicky rozložitelné a zároveň byly testovány na absorpci vody, rozpustnost, pevnost v tahu a rychlost biologického rozkladu.

Jednou z důležitých vlastností těchto květináčů byla nízká hustota umožňující proniknutí do stěn okolní vlhkostí a živinami v půdě, což urychlovalo rozklad stěn. Nejnižší hustoty s ohledem na pojivové / matricové materiály měla kukuřičná odpadní mouka. Naopak nejvyšší hustotu měla želatina a papír. Nicméně, tento aspekt by neměl být považován za negativní, neboť tak byla umožněna lepší propustnost vzduchu a vody, čímž docházelo k přirozenému větrání kořenového systému a příjmu živin vedoucímu k růstu rostlin. Podle výsledků testu rozpustnosti nejvyšších hodnot dosáhly bio kompozity na bázi želatiny, a naopak nejnižších papír. (Fuentes a kol. 2021) Želatina je heterogenní směsí bílkovin rozpustných ve vodě, proto byla vyšší rozpustnost očekávána. Stejně jako u testů rozpustnosti, také u absorpce vody byly vykázány nejvyšší hodnoty u želatinových bio kompozitů. Výsledek byl ve shodě s vyšší absorpční kapacitou želatiny, která je uváděna jako 5–

10násobek její suché hmotnosti. (Calixto a kol. 2018) Dále bylo v rámci testování zjištěno, že přimíchání slupek slunečnicových semen vedlo k nižší absorpci vody. Tento výsledek by mohl být spojen s hydrofobním charakterem slupek slunečnicových semen v důsledku přítomnosti zbytkového oleje, který snižoval absorpci vody. Ovšem nejnižší absorpcí vody, se z testovaných kompozitů, vyznačoval papír. Jisté rozdíly byly prokázány i u mechanického chování jednotlivých bio kompozitů. (Fuentes a kol. 2021) U želatinových bio kompozitů došlo k náhlému lámání stejně jako u křehkého materiálu, zatímco ostatní bio kompozity, odolávaly i po maximálním zatížení. Ačkoli papírové bio kompozity nebyly vyznačovány vysokým procentem tuhosti, podpořily maximální ohybové zatížení. Toto chování bylo způsobeno poskytnutím dostatečné flexibility papíru, přítomností lignocelulózových vláken. (Yang a kol. 2019)

Test biologického rozkladu byl prováděn až do vývoje plísní na povrchu vzorku, tedy 24 dní. Plíseň byla pozorována pouze u květináčů z pšeničné a kukuřičné mouky obsahujících slupky slunečnicových semen. Nejvyšší rychlost rozkladu byla vykázána u květináčů na bázi želatiny, které dosáhly až 62 % degradace. U květináčů na bázi pšeničné a kukuřičné mouky bylo dosaženo 7 % degradace a biologický rozklad bio kompozitů na bázi papíru byl 25 %. Květináče na bázi mouky z pšeničného odpadu by potřebovaly k rozložení v půdě více času. Rostliny vypěstované v těchto květináčích navíc vykazovaly nízký vývoj, zvlněné listy a padání bazálních listů. Také bylo v průběhu času zjištěno zvýšení procenta poškození listů. Toto poškození bylo vizuálně zhodnoceno skrze přítomnost hnědých skvrn a žlutých ploch v listech. Vzhledem k tomu, že rostliny nemohly správně růst, se staly zranitelnějšími vůči hmyzímu útoku. Zejména u rostlin vypěstovaných v květináčích, které byly vyrobeny na bázi mouky z kukuřičného odpadu a semenných slupek rýže, bylo vykázáno nejvyšší procento poškození listů. U květináčů vyrobených z papírového odpadu bylo doložena nejnižší úroveň rozkladu, protože část vystavená vzduchu zůstala téměř nezměněna. Ačkoli byly květináče na bázi papíru nejméně degradované, rostliny dosáhly jen mírného růstu. Ve čtvrtém týdnu nebylo zjištěno žádné procentuální poškození růstu listů v žádném papírovém květináči. Tento výsledek odhalil, že rostliny byly dostatečně silné na to, aby odolaly útoku mšic.

Na závěr, byl z měření výšky hodnocen vliv na růst rostlin, během růstu a vývoje bylo zároveň pozorováno jakékoli poranění a vizuálně byla vyhodnocena degradace květináčů. Bio kompozity na bázi želatiny dosáhly nejvyšší rozpustnosti a absorpce vody. Ale byly to papírové bio kompozity, které se ukázaly jako nejvíce flexibilní. Jako biologicky rozložitelné se ukázaly být všechny testované květináče. U květináčů na bázi želatiny došlo k téměř kompletní degradaci v prvním týdnu, což vedlo k působení hnojiva a byl tak umožněn největší rozvoj rostlin. Květináče na bázi želatiny by tak mohly být považovány za rostlinné, zatímco ostatní by měli být považovány za kompostovatelné. Naopak, růst rostlin v květináčích ba bázi pšenice a kukuřičného odpadu mouky, stejně jako u papíru, byl kvůli nízké úrovni rozkladu zbrzděn. S ohledem na tyto skutečnosti by výběr materiálu pro biologicky rozložitelné květináče měl záviset na konečné aplikaci. Například v případě sazenice, které byly vysazeny pomocí automatického stroje by bylo vhodnější vybrat bio kompozity na bázi želatiny. Tímto způsobem, sazenice rostoucí v rostlinných květináčích nebude trpět „transplantačním šokem“, který by negativně ovlivnil jejich přežití. Biodegradace květináče navíc hnojí půdu, což přispívá k růstu sazenic. Na druhé straně květináče v zahradě školky by měly být nejlépe kompostovatelné, neboť odolávají častému zavlažování. V tomto případě by bylo vhodné připravovat kompostovatelné květináče z odpadního papíru či pšeničného a kukuřičného odpadu. (Fuentes a kol. 2021)

11.4. Biologicky rozložitelný květináč z textilního a papírového odpadu

Z důvodu rostoucího množství textilního a papírového odpadu, většinou ukládaného na skládky, byl také zkoumán vliv použití vyřazeného textilního (bavlna, polybavlna) a papírového odpadu (noviny, vlnitá lepenka) pro výrobu biologicky rozložitelných květináčů s optimální pevností tahu.

Jako pojiva, která mohou zlepšit pevnost materiálu, byly využity např. hustý sirup s výraznou vůní a sladkou chutí, zvaný melasa, který vzniká jako vedlejší produkt při výrobě cukrové třtiny. Dalším použitým pojivem byl Alginát sodný, který je využíván jako pojivo, neboť je biologicky rozložitelný, široce dostupný, obnovitelný a netoxický. A posledním přidaným pojivem byl kukuřičný škrob, který je jako pojivo široce využíván, neboť je dostupný, obnovitelný a cenově dostupný. (Juanga–Labayen a kol. 2021a)

Výsledky prokázaly účinnost využití textilního a papírového odpadu k rozvoji sazenice s žádoucí pevností a biologickou rozložitelností ve srovnání s komerčními nádobami. Bylo dosaženo 100 % klíčivosti u všech semen a zároveň bylo prokázáno, že vyvinuté květináče nemají toxický vliv na růst semen.

Vyřazený textilní odpad je považován za zdroj bohatý na vlákna, zatímco vlákna celulózy, z papírového odpadu, jsou s každou přibývajícím recyklací zkracována a oslabována. Spojení těchto odpadů, pro výrobu biologicky rozložitelných květináčů, by mohlo vést k podpoře odklonu od skládkování. (Juanga–Labayen a kol. 2021b)

11.5. BAPER POTS z Indonésie

Vlivem vzniku mnoha vedlejších zemědělských produktů, a zájmu udržení rovnováhy v přírodě, byla započata snaha vedlejší odpady využít, např. k výrobě květináče zvaného Baper Pots. (Ziv a kol. 2022) *Třtinovec cukrový* (*Saccharum officinarum*) neboli cukrová třtina je pěstována primárně, kvůli svému hlavnímu produktu, kterým je cukr, nicméně o některé vedlejší produkty prozatím nebyl projeven větší zájem. (Misran 2005)

Jedním z takových odpadních produktů je bagasa, obsahující celulózu, hemicelulózu a lignin. Těmito třemi složkami jsou dohromady tvořeny chemické vazby, sloužící jako základ buněčných stěn rostlin (Hermiati a kol. 2010), což představuje bagasu jako vhodnou hlavní přísadu pro výrobu biologicky rozložitelných květináčů. Květináčem Baper Pot složeným především z bagasy a odpadního papíru, je tak splňováno hned několik důležitých kritérií. Květináč je např. schopen podporovat vývoj kořenů, dno květináče musí být perforované, aby bylo možné vypustit přebytečnou vodu a stěny květináče musí být schopny prosakovat vodu a vzduch, pro ustálenou teplotu půdy. Podle provedených testů bylo prokázáno, že odpadní papír a bagasa mohou být použity jako alternativní materiál pro výrobu květináčů a zároveň mohou přispět k redukci problémů s papírovým odpadem a nevyužitelností bagasy jako zemědělského odpadu. V porovnání s jinými květináči je Baper Pot vyznačován dobrou kvalitou, pevností a nízkou hmotností pro snadnou manipulaci. Zároveň pro výrobu tohoto květináče zůstává výhodou snadné získání materiálu a jeho nízká cena. (Ziv a kol. 2022)

12. Porovnání plastového a biologicky rozložitelného květináče

12.1. Plastový květináč

Plastové květináče byly vyvinuty k nahrazení hliněných, dřevěných, kovových či kamenných květináčů, sloužících k pěstování zahradnických rostlin. Tyto květináče byly těžké, hnily, snadno se rozbili či měly příliš vysokou cenu. Pokusy o nahrazení těchto květináčů vedly například i k výrobě květináčů z rašeliny. (Saha a kol. 2022)

Obecně jsou zemědělské, okrasné a lesnické plodiny pěstovány v plastových květináčích, které jsou vyznačovány dobrými mechanickými vlastnostmi, nízkou hmotností, trvanlivostí a nízkou cenou. (Fuentes a kol. 2021) V průběhu času nedochází ke změně jejich pevnosti vlhkostí, tudíž nedochází k jejich znehodnocení. Samotné plastové květináče jsou také významné svou odolností proti plísním, růstu řas a ochranou před korozi. Vlivem rozsáhlé výroby jsou tyto produkty široce dostupné i v nejrůznějších tvarech, barvách a velikostech. (Briassoulis a kol. 2013) Jejich stěny jsou relativně nepropustné. Rostlinami pěstovaných v takových květináčích, je vyžadováno méně zalévání a ve stěnách se nekoncentrují soli. (Treinyte a kol. 2014) Nicméně, před přesazením rostliny do půdy, je nutné jejich odstranění, neboť nejsou biologicky odbouratelné. (Briassoulis a kol. 2013) Kořeny rostlin by tak byly nuceny růst dolů ve snaze dosažení vody a živin, což by neslo za následek zapletení jen málo dlouhých kořenů. (Fuentes a kol. 2021 ex Ray, 2000)

Rostlinou v plastovém květináči by tak byl přijímán kyslík pouze shora, čímž by docházelo k zabránění oksyličování kořenů. Kyslíkem je umožňováno udržení teploty pěstebních substrátů, a jeho nedostatečný příjem, by byl následován utlumením půdy, rovněž by se rostlina stala náchylnější k teplu, suchu a chorobám, čímž by byla ovlivněna produkce v nadzemních výškách. Nepropustnost vody by mohla vést k zavlažovacím problémům, čímž by mohlo dojít k umocnění tvorby plísní nebo hub přímo na substrátu. (Fuentes a kol. 2021) K přesazení sazenic do krajiny je tedy nutný již dobře vyvinutý kořenový systém, jakož i k zajištění přežití a růstu po přesazení. (Richardson–Calfee a kol. 2010)

K zamezení zbytečných odpadů z plastových květináčů by bylo považováno za možné řešení opětovné použití nebo recyklace. Avšak s těmito možnými řešeními

by byly spojeny vysoké náklady spojené s procesem čištění použitých květináčů. Před samotnou recyklací by bylo nutné z použitých květináčů odstranit organické zbytky, mastnotu, vegetaci, vlhkost a pesticidy. (Briassoulis a kol. 2013) Avšak většina plastových květináčů je nerecyklovatelných, likvidovat je musí spotřebitelé, a je tak vytvářen významný problém skládkování. (Hall a kol. 2012)

Plastové květináče jsou dodnes široce využívány, ale především kvůli zlepšení životního prostředí a úbytku plastových odpadů, je výrazně podporována změna v podobě alternativy, k těmto květináčům. (Fuentes a kol. 2021)

12.2. Biologicky rozložitelné květináče

Výhody poskytující alternativou k plastovým květináčům, jsou biologicky rozložitelné květináče, vyrobené z přírodních surovin, které mohou být rozloženy přirozenou cestou. Tyto přírodní suroviny jsou získávány z obnovitelných zdrojů nebo z vedlejších produktů zemědělství. (Schettini a kol. 2013) Mezi ně jsou zahrnovány např. juta, kenaf, konopí, kokosová vlákna a zemědělské zbytky včetně stonků většiny obilnin sloužící jako zpevňující vlákna bio kompozitů. (Sreekumar a kol. 2008) Ale většina biologicky rozložitelných květináčů je vyrobena z rašeliny, papíru nebo kokosového vlákna, přičemž nejvíce převládají květináče vyrobené z rašeliny. (Hall a kol. 2012)

Obrázek 10: Biologicky odbouratelný květináč, 100 % bez rašeliny (Autor, 2022)



Biologicky rozložitelné květináče jsou vyráběny v několika velikostech a jsou ideální pro osivo, semenáčky a sazenice. Na obrázku jsou květináče výšky 6, 8,5 a 10 cm.

V závislosti na míře jejich biologické rozložitelnosti, která závisí na vybraných surovinách, jsou rozděleny jako rostlinné a kompostovatelné. (Nambuthiri a kol. 2015) Jsou rozlišeny tím, že do rostlinných květináčů, lze sázet půdu spolu s rostlinou a po přesazení následuje rychlé rozložení květináče, čímž je podporován vývoj kořenů a jejich růst do okolní půdy, využitím květináče zároveň jako hnojiva. Kdežto kompostovatelné květináče musí být po přesazení do půdy vyřazeny a kompostovány odděleně, vlivem nedostatečně rychlé nebo neúplné degradace. (Fuentes a kol. 2021 ex Mooney, 2009)

13. Porovnání květináčů POTS v ČR

1) Obrázek 11: Papírový květináč (URL 8)



2) Obrázek 12: Kulatý květináč Jiffy (URL 9)



3) **Obrázek 13: Jednorázový květináč (URL 10)**



4) **Obrázek 14: Papírový květináč výsadbový (URL 11)**



5) **Obrázek 15: Květník rašelinový se zářezem (URL 12)**



Tabulka 2: Porovnání trhu biologicky rozložitelných květináčů v ČR (Autor, 2022)

	VÝROBCE (Firma / e-shop)	SLOŽENÍ	ROZMĚRY (cm)	CENA (Kč/ks)
1.	HG Warm Decor Store	Papír, rašelina	6 x 6	629 / 100
2.	Hi garden	Přírodní dřevěná vlákna	6	3 / 1
3.	M.A.T.	Recyklovaný kartonový papír, rašelina	6 x 6 x 6	78 / 20
4.	Zero Wejst	Recyklovaný kartonový papír	6 x 6	39 / 5
5.	NOHEL GARDEN	Rašelina	5 x 5	18 / 1 plato (12 kelímků)

14. Výsledky

Energie uvolněná ze spalování papíru a lepenky by mohla být využita přeměnou na elektřinu a dodáváním do sítě, nebo dodáváním přímo jako teplo např. prostřednictvím dálkového vytápění. Nicméně, v případě recyklace papíru a lepenky na úkor spalování nebo skládkování, by kapacita těchto zařízení mohla být uvolněna. Spalovací kapacity by tak mohly posloužit pro příjem většího množství KO, který by jinak musel být uložen na skládky. A emisemi ze skládek, v důsledku tvorby metanu, bývá vysokou měrou přispíváno ke globálnímu oteplování. Avšak jinými způsoby likvidace (kompostování, spalování) by bylo dosahováno, při uvolňování metanu, nízkých nebo neexistujících hodnot. Zvýšením míry recyklace a opětovnému použití primárních dřevěných vláken, by bylo dosaženo zvýšené dostupnosti tohoto zdroje pro jiné využití. Nicméně, k recyklaci je zapotřebí určité množství vstupního materiálu z primárního papíru, obvykle od 20 % do téměř 100 %. (Villanueva a Wenzel, 2007)

Využitím např. obilních otrub, ke zpracování obalových produktů, by bylo umožněno určité snížení vstupů primárních dřevěných vláken, aniž by došlo ke zhoršení požadovaných vlastností. Úpravou poměru recyklovaných vláken, primárních vláken a obilných otrub, by byla možná optimalizace vlastností květináčů. Zároveň by bylo poskytnuto řešení, při problémech s nákladnou likvidací vedlejších produktů při zpracovávání obilovin. (Sandak a kol. 2019)

Vliv zvyšujících se nároků ze strany zemědělství vedl k celosvětovému intenzivnímu rozvoji výrobního průmyslu květináčů a jejich rychlému rozšíření a využití s vysokou ekonomickou efektivitou. Došlo k přizpůsobení potřebám velkých zemědělských sdružení i malých zemědělců. Použitím různých typů květináčů je zvyšována flexibilita při stanovování období pěstování, rostlina je chráněna a izolována před poraněním nebo poškozením v důsledku manipulace a přepravy, kořeny jsou chráněny před vysušením během skladování a přepravy, a také je dosahováno předčasného dozrávání plodin. Negativní dopad plastových květináčů používaných v zemědělství, na životní prostředí, byl použitím biologicky rozložitelných květináčů snížen. (Uleanu a kol. 2022)

K efektivnímu využití biologicky rozložitelných květináčů jsou také důležité degradační procesy probíhající v půdě. Rychlost degradace je ovlivněna molekulární strukturou materiálu nebo vlastnostech půdy např. teplotě či dostupnosti vody a kyslíku. (Brassoulis a kol. 2014) K zajištění rovnováhy je také nutné i vrácení organických zbytků zpět do půdy, přímo či prostřednictvím kompostu. K tomuto účelu je možné využít i např. papírenské odpady, stromovou kůru či čistírenské kaly. (Kuraš 2014)

15. Diskuse

Jak je již v práci zmíněno, dochází ke stále vyššímu stupni recyklace odpadů, především papíru. Čím dál více občanů se aktivně zapojuje do třídění odpadů, a to především zásluhou dostatečné informovanosti, která probíhá již od základní školy. Ale je nutné tuto recyklační činnost rozšířit i na další druhy odpadů. V souvislosti s nutnou separací bioodpadu se jeví velmi přínosné poskytnutí nádob na tento odpad pro domácnosti zdarma. V blízké budoucnosti je také plánováno rozestavění kontejnerů na separovaný odpad s možností ukládky různých druhů odpadů do jedné nádoby (nápojové kartony, plechovky apod.). Pro tento účel má být zprovozněna v Praze speciální třídící linka. K maximálnímu usnadnění třídění (blízkost kontejnerů, možnost třídění různých odpadů najednou, častá frekvence odvozu plných nádob) by byla občany jistě velmi vítána a vedla by k dalšímu nárůstu sběru. (Horáček, 2022) Další skvělou pomocí v boji proti odpadům jsou bezobalové obchody prodávající potraviny do znovupoužitelných obalů, které si zákazníci přinesou sami, čímž dochází k využití znovupoužitelných obalů a nevzniká tak odpad. Tento bezobalový způsob života, předcházení vzniku odpadů a udržitelný způsob života v souladu s přírodou by se měl podporovat. Jednou z možností by byla finanční podpora, dotace či snížení daní, nebo by se jako možnost jevil uvalení sankcí na obaly. (Moniová, 2020)

Během posledního desetiletí dochází ke stále většímu tlaku na elektronizaci a digitalizaci. Je politováníhodné, že stále i přes jisté zlepšení, se neobejdeme bez papírových dokumentů, účtů, potvrzení a jiných vytisknutých materiálů. Samozřejmě seniorní část populace upřednostňuje papírovou komunikaci, ale je nutné do budoucna zamezit plýtvání papíru na zbytné a často duplicitní tiskoviny. S tím související suchá metoda recyklace papíru je velmi slibná, ale její využití je zatím bohužel velmi omezené. Jistě by stálo za úvahu zvýhodnění firem, které by tuto metodu používaly – ať už formou daňových úlev nebo nižšími cenami nově nakupovaných papírových produktů. Metoda Dry Fiber vyvinutá v Japonsku se jeví jako ideální řešení především pro větší firmy. Vzhledem k množství produkovaného papírového odpadu by také bylo možné použití jedné jednotky pro suchou cestu recyklace papíru pro několik firem současně. (Epson ©2022) Pro dostatečné množství papíru a zároveň šetření lesů a ochraně životního prostředí byly vyvinuty geneticky modifikované stromy. (Hávová, 2019) V ČR se zatím pěstují tzv. japonské

topoly, které se vyznačují rychlým růstem a snadným množením. Bohužel se ale jejich dřevo používá jako palivo, nikoliv pro výrobu papíru. I tak ale přispívají k ochraně čistoty ovzduší, neboť vytápění dřevem je výrazně ekologičtější než použití fosilních paliv.

Důležitou součástí ochrany životního prostředí je také využívání produktů recyklace. Tato práce je zaměřená konkrétně na květináč POTS. A ačkoliv je v naší populaci velmi mnoho zapálených zahrádkářů a pěstitelů, zjistila jsem opakovanými dotazy, že mnozí z nich biologicky odbouratelné květináče vyrobené z papíru nejen nepoužívají, ale ani neznají. Určitě by tedy bylo dobré zvýšit povědomí nejen odborné veřejnosti, ať už formou reklamy či přímým doporučením v zahradních centrech, hobby marketech či na internetu. Oproti plastovému květináči totiž po rozkladu nedochází k vytvoření odpadu. Mimoto, biologicky rozložitelný květináč disponuje hnojícími účinky a svou strukturou umožňuje rostlině větší prostor pro růst, nicméně ho nelze využít vícekrát, neboť v závislosti na druhu, dochází buď k jeho rozkladu nebo musí být před výsadbou odstraněn. K ideální rychlosti biologického rozkladu jsou nezbytné vhodné klimatické podmínky a kvalita půdy (vyhovují pH, vlhkost, teplota a dostatek živin). (Juanga–Labayen a kol. 2021b)

V různých zemích jsou testovány odlišné receptury a postupy na jejich výrobu, jejichž studie a výsledky by mohly být přínosné pro životní prostředí.

16. Závěr a přínos práce

Hlavním tématem této bakalářské práce je recyklace papíru a využití produktů recyklace papíru. Úvodní část je zaměřena na seznámení s legislativou, se zaměřením na recyklaci papíru, odpady, obaly a životní prostředí.

Teoretická část práce se zabývá především postupem a technologií recyklace papíru. Důležitou součástí této problematiky je předcházení vzniku odpadů. Je velmi žádoucí, aby docházelo k preventivním opatřením již během výroby produktů a následnému vzniku množství odpadů, v co nejmenší možné míře, především nebezpečných odpadů, vzhledem k jejich dopadům na životní prostředí a lidské zdraví, i když tato opatření, mohou být pro výrobce velice technologicky náročná.

K produkci odpadů dochází každý den a zásadním faktorem, při jejich vzniku, je i přístup obyvatel, na kterých také svým způsobem záleží, kolik odpadů vznikne. Například odmítnutí reklamních letáků by dlouhodobě mohlo vést ke snížení počtu jejich výtisků. S omezením používání jednorázových obalů napomáháno i bezobalovými obchody na potraviny. MŽP v souvislosti s touto problematikou zveřejnilo manuál pro domácnosti, popisující různé rady a tipy sloužící k předcházení vzniku odpadů. U spousty produktů či zboží je také možné opětovné použití nebo minimálně prodloužení životnosti. Na předcházení vzniku odpadů je možné se podílet i formou kompostování, jehož prostřednictvím je umožněno navrácení všech organických zbytků zpět do půdy, a zároveň je tím ušetřena doprava, při svozu odpadů. Ke zvýšení efektivity třídění odpadů, byl zaveden systém door-to-door, díky kterému dochází k navyšování množství vytríděného odpadu a zabránění vzniku černých skládek.

Užitečným způsobem, výrazně snižujícím množství odpadů uloženého na skládkách je recyklace. Recyklace je důležitou součástí procesu a udržitelné rovnováhy v přírodě. Množství recyklovaných odpadů z papíru stoupají a podobně je to i se zájmem o produkty recyklace. V tomto ohledu je důležitá informovanost a dostatečná propagace těchto produktů, jejichž množství stále přibývá.

Nicméně, i plastové produkty jsou stále velmi potřebné a v různých odvětvích mají významnou roli. Nahrazení těchto produktů by bylo technologicky i ekonomicky velmi náročné a v některých případech i nemožné. Důležitým problémem je velké množství plastových produktů, spíše než jejich recyklace či

spalování, neboť i výrobou papíru, především běleného, je zanechávána vysoká ekologická stopa vlivem spotřeby dřeva, vody, energie, i chemických látek. S tímto problémem má snahu pomoci i legislativa, stažením z prodeje určitých jednorázových plastových produktů, vedoucím k poklesu ukládání plastového odpadu na skládky.

Praktická část práce spočívala v souhrnném přehledu květináčů POTS, vznikajících spojením odpadního papíru a dalších vedlejších produktů či odpadů. Popsáním jejich výhod i nevýhod pro spotřebitele i pro životní prostředí a porovnáním těchto květináčů s komerčními plastovými květináči. Květináče POTS jsou biologicky rozložitelné a zároveň mají hnojící účinky. Produkci a použitím těchto květináčů by mohlo dojít ke zpracování odpadních papírů, které jsou již dále nerecyklovatelné, ale i odpadů ze zemědělství či jiných vedlejších produktů. Využitím a zpracováním těchto odpadů, by mohlo být dosaženo jejich efektivního využití a případné volné kapacity spalovacích zařízení, které by mohly být využity pro likvidaci jiných odpadů, čímž by zároveň došlo k omezení skládkování.

17. Přehled literatury a použitých zdrojů

17.1. Odborné publikace

Alvarez, J. L., Larrucea, M. A., Bermúdez, P. A., Chicote, B. L., 2009: Biodegradation of paper waste under controlled composting conditions. *Waste Management* 29. P. 1514–1519

Božek, F., Urban, R., Zemánek, Z., 2003: *Recyklace*. Vysoká vojenská škola pozemního vojska, Vyškov, 202 s. ISBN 80–238–9919–8

Briassoulis, D., Hiskakis, M., Babou, E., 2013: Technical specifications for mechanical recycling of agricultural plastic waste. *Waste Management* 33. P. 1516–1530

Briassoulis, D., Mistriotis, A., Mortier, N., De Wilde, B., 2014: Standard testing methods and specifications for biodegradation of bio-based materials in soil – a comparative analysis. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering*. Zurich 668. Nečíslováno

Calixto, S., Ganzherli, N., Gulyaev, S., Figueroa–Gerstenmaier, S., 2018: Gelatin as a Photosensitive Material. *Molecules* 23. P. 2064–2086

Evans, M. R., Taylor, M., Kuehny, J., 2010: Physical Properties of Biocontainers for Greenhouse Crops Production. *HortTechnology* 20. P. 549–555

Ervasti, I., Miranda, R., Kauranen, I., 2016: A global, comprehensive review of literature related to paper recycling: A pressing need for a uniform system of terms and definitions. *Waste Management* 48. P. 64–71.

Filip, J., 2002: *Odpadové hospodářství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 118 s. ISBN 80–7157–608–5

Fuentes, R. A., Berthe J. A., Barbosa S. E., Castillo L. A., 2021: Development of biodegradable pots from different agroindustrial wastes and byproducts. *Sustainable Materials and Technologies* 30. Nečíslováno

Hall, T. J., Dennis, J.H., Lopez, R. G., 2012: A Net Present Value and Financial Feasibility Analysis of Converting from Plastic Pots to Degradable Paper Pots. *Acta Horticulturae* 930. P. 135–140

Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., Prasetya, B., 2010: Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian* 29. P. 121–130

Chudárek, T., Čech, L., Doležal, T., Horsák, Z., Kuchaříková, M., Mitošinka, J., Nejedlý, S., Špičák, P., Toman, M., Truchlik, M., Vysloužil, L., 2013: Odpadové hospodářství v praxi. Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí a SITA CZ a.s., 157 s. ISBN 978–80–210–6601–4

Jang, D. C., Kweon, Y. W., Kim, S. H., Kim, D. H., Kim, J. K., Heo, J. Y., Kim, I. S., 2020: Responses of Vegetable Seedlings Grown on Cylindrical Paper Pots or Plug Trays to Water Stress. *Horticultural Science and Technology* 38. P. 158–168

Juanga–Labayen, J. P., Yuan, Q., 2021a: Making Biodegradable Seedling Pots from Textile and Paper Waste – Part A: Factors Affecting Tensile Strength. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18/13. Nečíslováno

Juanga–Labayen, J. P., Yuan, Q., 2021b: Making Biodegradable Seedling Pots from Textile and Paper Waste – Part B: Development and Evaluation of Seedling Pots. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18/14. Nečíslováno

Kreníková, V., 1999: Odpadové hospodářství. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, 130 s. ISBN 80–7044–213–1

Kües, U., 2007: Wood production, wood technology, and biotechnological impacts. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen, 635 s. ISBN 978–3–940344–11–3

Kuraš, M., 2014: Odpady a jejich zpracování. Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., Chrudim, 344 s. ISBN 978–80–86832–80–7

Misran, E., 2005: Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry. *Jurnal Teknologi Proses* 4. P. 6–10

Nambuthiri, S., Fulcher, A., Koeser, A., Geneve, R., Niu, G., 2015: Moving Toward Sustainability with Alternative Containers for Greenhouse and Nursery Crop Production: A review and Research Update. *HortTechnology* 25. P. 8–16

Nandede, B. M., Raheman, H., Kumar, G. P., 2014: Standardization of potting mix and pot volume for the production of Vegetable Seedlings in paper pot. *Journal of Plant Nutrition* 37. P. 1214–1226

Nechita, P., Dobrin, E., Ciolacu, F., Bobu, E., 2010: The biodegradability and mechanical strength of nutritive pots for vegetable planting based on lignocellulose composite materials. *BioResources* 5. P. 1102–1113

Richardson–Calfee, L. E., Harris, J. R., Jones, R. H., Fanelli, J. K., 2010: Patterns of root production and mortality during transplant establishment of landscape–sized sugar maple. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 135. P. 203–211

Saha, S., Hariprasad, P., 2022: Paddy straw–based biodegradable horticultural pots: An integrated greener approach to reduce plastic waste, valorize paddy straw and improve plant health. *Journal of Cleaner Production* 337. Nečíslováno

Sandak, A., Sandak, J., Modzelewska, I., 2019: Manufacturing fit–for–purpose paper packaging containers with controlled biodegradation rate by optimizing addition of natural fillers. *Cellulose* 26. P. 2673–2688

Seo, T. C., An, S. W., Kim, S. M., Nam, C. W., Chun, H., Kim, Y. C., Kang, T.K., Kim, S. W., Jeon, S. G., Jang, K. S., 2017: Effect of the Seedlings Difference in Cylindrical Paper Pot Trays on Initial Root Growth and Yield of Pepper. *Journal of Bio–Environment Control* 26. P. 368–377

Simanov, V., 2006: Produkce a spotřeba celulózy, papíru a kartónu. *Lesnická práce* 85. S. 15-17

Schettini, E., Santaga, G., Malinconico, M., Immirzi, B., Mugnozza, G. S., Vox, G., 2013: Recycled wastes of tomato and hemp fibres for biodegradable pots: Physico–chemical characterization and field performance. *Resources, Conservation and Recycling* 70. P. 9–19

Sreekumar, P.A., Albert, P., Unnikrishnan, G., Joseph, K., Thomas, S., 2008: Mechanical and water sorption studies of ecofriendly banana fiber-reinforced polyester composites fabricated by RTM. *Journal of Applied Polymer Science* 109. P. 1547–1555

Sridach, W., Hodgson, K., Nazhad, M. M., 2007: Biodegradation and recycling potential of barrier coated paperboards. *BioResources* 2. P. 179–192

Treinyte, J., Grazuleviciene, V., Bridziuviene, D., Svediene, J., 2014: Properties and behaviour of starch and rapeseed cake based composites in horticultural applications. *Estonian Journal of Ecology* 63. P. 15–27

Uleanu, F., Giosanu, D., Vulpe, M., Bratu, G., Vîjan, L., 2022: Domestic peat biodegradation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 960.

Nečíslováno

Villanueva, A. a Wenzel, H., 2007: Paper waste – Recycling, incineration or landfilling? A review of existing life cycle assessments. *Waste Management* 27. P. 29–46

Vroman, I., Tighzert, L., 2009: Biodegradable Polymers. *Materials* 2. P. 307–344

Yamauchi, M., Masuda, S., Kihara, M., 2006: Recycled pots using sweet potato distillation lees. *Resources, Conservation and Recycling* 47. P. 183–194.

Yang, J., Ching, Y. C., Chuah, C. H., 2019: Applications of Lignocellulosic Fibers and Lignin in Bioplastics: A Review. *Polymers* 11. P. 751–777

Ziv, K., Sa'idah, Z., Yuliani, Y., 2022: BAPER POT: Processing Sugarcane Bagasse and Waste Paper into Flower Pots as a Solution to the Balance of Nature. *Jurnal Integrasi Sains dan Qur'an (JISQu)* 1. P. 11–16

17.2. Legislativní zdroje

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech), v platném znění

Zákon č. 545/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2008/98/ES o odpadech

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech

17.3. Internetové zdroje:

Anonym 2015: Výzkum: systém třídění obalových odpadů v Česku patří v EU k nákladově nejefektivnějším (online) [cit.2021.11.18], dostupné z <https://www.tretiruka.cz/news/vyzkum-system-trideni-obalovych-odpadu-v-cesku-patri-v-eu-k-nakladove-nejefektivnejsim/>

Conserve Energy Future, ©2022: What is Paper Recycling? (online) [cit.2022.03.23], dostupné z <https://www.conserve-energy-future.com/paperrecycling.php>

Cradle to Cradle Certified, ©2022: What is Cradle to Cradle Certified® (online) [cit.2021.12.08], dostupné z <https://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>

ECOSERVIS, ©2022: Recyklace nápojových kartonů (online) [cit.2022.01.18], dostupné z <https://ecoservis.eu/recyklace-napojovych-kartonu/>

EF Recycling s.r.o., ©2020: Recyklace (online) [cit.2022.03.30], dostupné z <https://efrecycling.cz/recyklace/>

EKO–KOM, a.s. ©2022: Jak systém funguje (online) [cit.2022.02.20], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/jak-system-funguje/>

EKO–KOM, a.s. ©2022: Přehled dosahovaných výsledků (online) [cit.2022.02.20], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/vysledky-systemu/>

Ekoporadenský portál Ministerstva životního prostředí, ©2008: Kolik papíru se vyrobí z jednoho vzrostlého stromu? (online) [cit.2022.03.22], dostupné z <https://www.ekoporadny.cz/faq/odpady-faqs/kolik-papiru-se-vyrobi-z-jedneho-vzrostleho-stromu.htm>

Epson Exceed your vision, ©2022: The sustainable way to securely destroy and upcycle paper (online) [cit.2022.01.18], dostupné z

<https://www.epson.de/en/products/industrial-equipment/paperlab-a-8000>

Havelka, P., 2020: Anketa: Jak funguje recyklační průmysl v Česku – Česká asociace odpadového hospodářství (online) [cit.2021.11.12], dostupné z

<https://www.spcr.cz/aktivity/z-hospodarske-politiky/13733-anketa-jak-funguje-recyklacni-prumysl-v-cesku>

Hávová, N., 2019: Už brzy bychom mohli sázet geneticky modifikované lesy, tvrdí mladý vědec, který objevil princip tloustnutí stromů (online) [cit.2022.02.26],

dostupné z <https://plus.rozhlas.cz/uz-brzy-bychom-mohli-sazet-geneticky-modifikovane-lesy-tvrdi-mlady-vedec-ktery-7789080>

Horáček, F., 2022: Místo tří kontejnerů bude Pražanům stačit jeden. Moderní linka vše roztřídí (online) [cit.2022.03.30], dostupné z

<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-byznys-trendy-analyzy-misto-tri-kontejneru-bude-prazanum-stacit-jeden-moderni-linka-vse-roztridi-186677>

Hosnedlová, P., 2020: Oběhové hospodářství není jen o odpadech. Evropě má pomoci dosáhnout klimatické neutrality (online) [cit.2022.01.15], dostupné z

<https://euractiv.cz/section/obehove-hospodarstvi/news/obehove-hospodarstvi-neni-jen-o-odpadech-evrope-ma-pomoci-dosahnout-klimaticke-neutrality/>

Hosnedlová, P., 2021: Evropané se více zajímají o třídění odpadu. Češi na tom nejsou vůbec špatně, ukazuje průzkum (online) [cit.2021.12.10], dostupné z

<https://euractiv.cz/section/obehove-hospodarstvi/news/evropane-se-vice-zajimaji-o-trideni-odpadu-cesi-na-tom-nejso-u-ubec-spatne-ukazuje-pruzkum/>

Jandusova, M., 2021: V recyklaci se začnou dít věci (online) [cit.2021.12.15], dostupné z <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/v-recyklaci-se-zacnou-dit-veci>

Kopidlno, ©2011: Jak se recykluje papír, sklo a nápojové kartony (online) [cit. 2021.09.04], dostupné z <https://www.kopidlno.cz/jak-se-recykluje-papir-sklo-a-napojove-kartony/d-136715>

Kozáková, R., 2008: Výroba a použití mulčovacích folií z recyklovaného papíru (online) [cit. 2021.09.04], dostupné z <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-a-pouziti-mulcovacich-folii-z-recyklovaneho-papiru>

Magistrát města Plzně, ©2022: Zpracování a využití tříděných odpadů (online) [cit. 2022.03.03], dostupné z <https://odpady.plzen.eu/zajimavosti/zpracovani-a-vyuziti-tridenych-odpadu.aspx>

Moniová, M., 2020: Bez obalů až domů. Vznikají nové e-shopy na prodej do vratných nádob (online) [cit.2022.03.30], dostupné z <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/bez-obalu-az-domu-vznikaji-nove-e-shopy-na-prodej-do-vratnych-nadob-110325>

MŽP – Ministerstvo životního prostředí, ©2019: Česko čeká velká odpadová revoluce, vláda dnes schválila novou odpadovou legislativu (online) [cit.2021.10.01], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/news_20191207_cesko_cka_velka_odpadkova_revoluce_vlada_dnes_schvalila_novou_odpadovou_legislativu

MŽP – Ministerstvo životního prostředí, ©2020: Odpadové hospodářství (online) [cit. 2021.10.03], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi

MŽP – Ministerstvo životního prostředí ©2021: Vláda opětovně schválila zákon o jednorázových plastech, míří znovu do Sněmovny (online) [cit.2022.01.20], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/news_20211105_Vlada-opetovne-schvalila-zakon-o-jednorazovych-plastech

Nalejvačová, L., 2020: Podpora recyklování v EU pomocí nástroje Next Generation EU (online) [cit.2021.12.16], dostupné z <https://euroskop.cz/2020/09/16/podpora-recyklovani-v-eu-pomoci-nastroje-next-generation-eu/>

OMRI, 2017: Technical Evaluation Report: Newspaper or Other Recycled Paper (online) [cit.2022.02.26], dostupné z <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Newspaper%20TR%20Final%2001%2011%2017.pdf>

Samosebou, ©2018: Od třídění a sběru papíru až po recyklaci (online) [cit. 2021.09.03], dostupné z <https://www.samosebou.cz/2018/12/04/od-trideni-sberu-papiru-az-po-recyklaci/>

Siegle, L., 2013: Is it better to use recycled paper or FSC–certified paper? (online) [cit.2022.02.26], dostupné z

<https://www.theguardian.com/environment/2013/mar/31/recycled-or-fsc-certified-paper>

Snopková, T., 2019: Recyklační společnost v právu EU – směrnice o odpadech (online) [cit.2020.12.14], dostupné z

<https://www.epravo.cz/top/clanky/recyklacni-spolecnost-v-pravu-eu-smernice-o-odpadech-110307.html>

Steinzeug–Keramo ©2022: Cradle to Cradle Certified® (online) [cit.2022.03.30], dostupné z <https://www.steinzeug-keramo.com/cz-cz/zivotni-prostredi/cradle-to-cradle/>

Škrdlíková, H., 2020: Vše, co jste chtěli vědět o třídění a recyklaci papíru (online) [cit. 2021.08.27], dostupné z <https://zajimej.se/vse-co-jste-hteli-vedet-o-trideni-a-recyklaci-papiru/>

Třídění odpadu, ©2022: Jak se recyklují nápojové kartony (online) [cit.2022.01.18], dostupné z <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluji-napojove-kartony>

Tymich, J., 2020: Anketa: Jak funguje recyklační průmysl v Česku – Asociace českého papírenského průmyslu (online) [cit.2021.11.12], dostupné z <https://www.spcr.cz/aktivity/z-hospodarske-politiky/13733-anketa-jak-funguje-recyklacni-prumysl-v-cesku>

Wyrzykowski, K., 2021: 10 způsobů, jak využít recyklované obaly ve vašem podnikání (online) [cit. 2021.08.28.], dostupné z <https://packhelp.cz/recyklovane-obaly-v-podnikani/>

17.4. Ostatní zdroje

Šusteková, M., 2009: Sada obalů BIO výrobků Biolife. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. 42 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. iS MUNI

18. Přílohy

Obrázky

URL 1: https://www.czso.cz/csu/czso/lesnictvi_zem

[cit. 2021.11.02]

URL 2: <https://www.statista.com/statistics/995050/cepi-paper-board-production-europe/> [cit.2022.03.22]

URL 3: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-ekokom/vysledky-systemu/> [cit.2022.02.20]

URL 5: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-ekokom/vysledky-systemu/> [cit.2022.02.20]

URL 6: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10570-018-02235-6>

[cit.2021.10.26]

URL 7:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344905001576?token=624FC1AF744E6582BE389C96B80B7347E05C72401E7A489FF6F8AE0874F541B1E05F878A8118B459FFB32359E5997DD0&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220301151636> [cit.2022.03.01]

URL 8: <https://www.lunzo.cz/kvetinace/papirovy-kvetinac-100-ks/>

[cit.2022.02.20]

URL 9: https://www.higarden.cz/jiffy/kulate-kvetinacky-jiffy-6x6cm/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu1-J-G2McF1XMJQgZ0lqNN5Vc6VYwoO_qoh5sa0hhI3jyu6NAAJh8IRoCb2kQAvD_BwE

[6x6cm/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu1-J-G2McF1XMJQgZ0lqNN5Vc6VYwoO_qoh5sa0hhI3jyu6NAAJh8IRoCb2kQAvD_BwE](https://www.higarden.cz/jiffy/kulate-kvetinacky-jiffy-6x6cm/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu1-J-G2McF1XMJQgZ0lqNN5Vc6VYwoO_qoh5sa0hhI3jyu6NAAJh8IRoCb2kQAvD_BwE) [cit.2022.02.20]

URL 10: https://www.zahradajezek.cz/raselinove-kvetinace-a-tablety-jiffy/kvetinac-jednorazovy-6x6x6-cm-raselinovy--20ks/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu17nnIUIJ-zPL2PL4ki1Y4pX_56KIpjesLA4kiJX4KGFnzNeNa4Eb7jxoCU4YQAvD_BwE

[20ks/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu17nnIUIJ-zPL2PL4ki1Y4pX_56KIpjesLA4kiJX4KGFnzNeNa4Eb7jxoCU4YQAvD_BwE](https://www.zahradajezek.cz/raselinove-kvetinace-a-tablety-jiffy/kvetinac-jednorazovy-6x6x6-cm-raselinovy--20ks/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu17nnIUIJ-zPL2PL4ki1Y4pX_56KIpjesLA4kiJX4KGFnzNeNa4Eb7jxoCU4YQAvD_BwE)

[zPL2PL4ki1Y4pX_56KIpjesLA4kiJX4KGFnzNeNa4Eb7jxoCU4YQAvD_BwE](https://www.zahradajezek.cz/raselinove-kvetinace-a-tablety-jiffy/kvetinac-jednorazovy-6x6x6-cm-raselinovy--20ks/?gclid=CjwKCAiA6seQBhAfEiwAvPqu17nnIUIJ-zPL2PL4ki1Y4pX_56KIpjesLA4kiJX4KGFnzNeNa4Eb7jxoCU4YQAvD_BwE) [cit.2022.02.20]

URL 11: <https://www.zerowejst.cz/domaci-kompostovani/papirovy-kvetinac-vysadbovy/> [cit.2022.02.20]

URL 12: <https://www.mall.cz/kvetinace/nohel-garden-kvetnik-raselinovy-se-zarezem-5x5cm-12ks-100076642420?tab=description> [cit.2022.02.20]