

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Katedra polygrafie a fotofyziky

Ekologické aspekty výroby papíru
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Albert Ondráško**
Osobní číslo: **C19455**
Studijní program: **B0531A130014 Polygrafie**
Téma práce: **Ekologické aspekty výroby papíru**
Téma práce anglicky: **Ecological aspects of paper production**
Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

Zásady pro vypracování

1. Prostudujte dostupné materiály týkající se ekologických opatření při výrobě a zpracování papíru. Zaměřte se při tom na: - těžbu dřeva pro výrobu papíru - vlastní technologii výroby papíru - recyklaci papíru - standardizaci a legislativu související s ekologickou výrobou a zpracováním papíru.
2. Získané informace zpracujte formou závěrečné práce.
3. V závěrečné části práce diskutujte získané poznatky se zaměřením na zhodnocení významu ekologických opatření při výrobě papíru.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Holická, Ph.D.**
Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **26. února 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. června 2023**

prof. Ing. Petr Němec, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

doc. Ing. Tomáš Syrový, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 26. února 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem Ekologické aspekty výroby papíru jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Albert Ondráško v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své práce Ing. Haně Holické, Ph.D. za přívětivé vedení, odborné konzultace a čas strávený nad touto bakalářskou prací. Děkuji také své rodině a přátelům za neustálou podporu během studia.

Bakalářská práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na téma výroby papíru z hlediska ekologie. Rešerše nabízí rozsáhlý pohled na celou problematiku produkce papírových produktů. To zahrnuje také lesní hospodářství, použití alternativních materiálů, nebo certifikace papírových výrobků.

KLÍČOVÁ SLOVA

ekologie, papír, produkce, papírenský průmysl, dřevo

TITLE

Ecological aspects of paper production

ANNOTATION

This bachelor work focuses on the topic of paper production from an ecological perspective. The research offers an extensive view of the entire issue of the production of paper products. It also includes forest management, using alternative materials or certification of paper products.

KEYWORDS

ecology, paper, production, paper industry, wood

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ	10
ÚVOD	11
1. HISTORIE VÝROBY PAPÍRU	12
1.1. Vývoj papírnictví v Českých zemích	13
1.1.1 Vliv pandemie Covid-19 na český papírenský průmysl	14
2. TECHNOLOGIE VÝROBY PAPÍRU	15
2.1 Příprava vláknin	15
2.1.1 Mechanický způsob	15
2.1.2 Chemický způsob.....	15
2.1.3 Kombinovaný způsob	16
2.2 Příprava papíroviny	16
2.2.1. Mletí.....	16
2.2.2. Plnění	16
2.2.3. Klížení.....	16
2.2.4. Barvení a další úpravy papíroviny	17
2.3 Výroba na papírenském stroji a povrchové úpravy papíru	17
3. VLIV VÝROBY PAPÍRU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	18
3.1 Výroba papíru a lesní hospodářství.....	18
3.1.1 Lesní hospodářství v České republice	20
3.2 Použití alternativních materiálů pro výrobu papíru	22
3.2.1. Aktuální využitelnost alternativních zdrojů.....	24
3.3 Výroba papíru a znečištění vodních toků.....	24
3.4 Výroba papíru a znečištění ovzduší	26
3.5 Energetická náročnost papírenského průmyslu.....	28
3.6 Papírenský odpad a recyklace papírových vláken	29
4. Certifikace a ekoznačení papírových produktů	31
4.1 ISO normy.....	31
4.1.1 ISO 14001	32
4.2 Obecné požadavky pro udělování ekoznaček	34

4.3	Garance dřeva jako udržitelného zdroje.....	35
4.3.1	FSC	35
4.3.2	PEFC	37
4.4	Ekoznačky šetrné k životnímu prostředí	39
4.4.1	Modrý anděl.....	39
4.4.2	Nordic Swan	40
4.5	Konkurence certifikačních organizací.....	41
	ZÁVĚR	42
	POUŽITÁ LITERATURA	43
	SEZNAM PŘÍLOH.....	52

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1 Nákres papírenského stroje Nicolase Roberta Louise [3]	12
Obr. 2 Pohlednice s fotografií papírny Císařský mlýn [5].....	13
Obr. 3 Graf vývoje lesnatosti na našem území 1966-2020 [20]	20
Obr. 4 Graf podílu skladby lesů na českém území v letech 1950-2020 [20]	21
Obr. 5 Graf podílu emisí jednotlivých globálních sektorů (Příloha A)	27
Obr. 6 Podíl emisí jednotlivých průmyslových sektorů (Příloha A)	27
Obr.7 Logo ISO [50].....	31
Obr.8 Ekoznačka EU Ecolabel [57].....	34
Obr.9 Certifikace FSC [61, 62, 63].....	36
Obr.10 Ukázka certifikační známky PEFC [68]	38
Obr.11 Logo Modrého anděla [71]	39
Obr.12 Certifikační ekoznačka Nordic Swan [77].....	40

ÚVOD

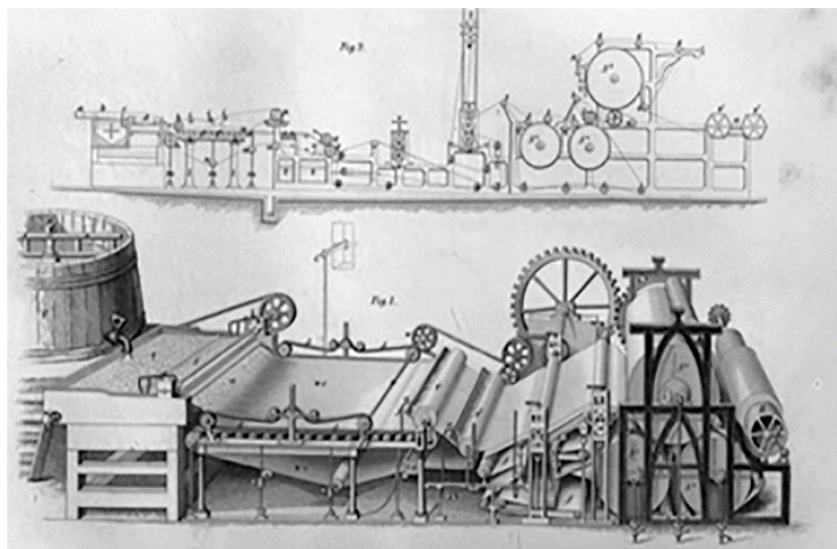
Papír je jedním z materiálů, který zásadně ovlivňuje každodenní život člověka. Používáme ho pro komunikační, hygienické, obalářské nebo grafické účely. Papír, tak jak ho dnes známe, je tvořen vlákny, která jsou uspořádána do pravidelné struktury. Vlákna mohou být z přírodního (dřevo, bavlna) nebo syntetického (polyolefiny, polyamidy) materiálu. Nejčastějším materiálem pro výrobu papíru je dnes dřevo, to obsahuje polysacharid (celulóza), jehož základem je molekula β -D-glukopyranózy.

Dřeviny vykazují průměrně zhruba 40–50 % obsahu celulózy z celkového chemického složení. Dalšími složkami dřeva jsou lignin, hemicelulózy, organické látky, anorganické látky a voda. Pro průmyslovou výrobu papíru se nejčastěji zpracovává vláknina z jehličnatých stromů. Ty sice obsahují vyšší podíl ligninu, než je tomu u listnatých stromů, ale díky vyššímu obsahu celulózy a rychlejšímu růstu umožňují levnější produkci papíru. Spotřeba papíru v České republice byla v roce 2019 přibližně 139 kg na jednoho obyvatele (celkem 1 462 tisíc tun). Výrazněji začala spotřeba stoupat po roce 1989. Dnes máme spotřebu papíru v přepočtu na 1 obyvatele o cca 60 kg vyšší než Slovensko. Dosud máme nižší spotřebu, než je průměr zemí EU15 [1].

V dnešní době, kdy klimatická změna není pouhým pojmem, se v průmyslu při výrobě čím dál tím víc dává důraz na životní prostředí. Pro papírenský průmysl to může znamenat např. používání recyklovaných vláken ze starého papíru, využívání alternativních materiálů nebo snížení dopadu výroby na životní prostředí.

1. HISTORIE VÝROBY PAPIÍRU

Papír je tu s námi už téměř 2 000 let, první zmínky o výrobě papíru pocházejí z Číny z roku 105, hlavní surovinou pro výrobu se stala bavlna či jiné textilní materiály. Do Evropy se tento vynález dostal až ve 14. století a o celé století později i do českých zemích. Se zvyšující poptávkou po písemném záznamu slova se papír stává kvalitnějším a dostupnějším prostředkem pro jeho přenos. Pro jeho výrobu se nejčastěji používal bavlněný líntr (odpad vznikající při výrobě bavlny), len nebo již opotřebené textilie. V období středověku bylo nutné veškerou papírenskou hmotu mlít ve stoupách, ty byly určené zejména ke zpracování obilovin, mletí bylo nevyhovující a příliš hrubé. Zásadní průlom přišel v roce 1670, díky holandskému vynálezu (holandr) bylo možné provádět jemné mletí a vůbec poprvé se začalo uvažovat nad dřevinami jako primárním materiálem pro výrobu papíru. Postupem času papír zcela nahradil, jak papyrus (stonky šachoru papírdárného), tak i pergamen (kůže z mladého dobytka) [2].



Obr. 1 Nákras papírenského stroje Nicolase Roberta Louise [3]

Až do konce 18. století byl papír vyráběn ručně. V době průmyslové revoluce, roku 1798, přišel francouzský tiskař Nicolas Robert Louis (viz. Obr 1) s revoluční myšlenkou strojové výroby papíru. Stroj měl být vybaven tzv nekonečným sítem. První prototyp stroje byl představen v roce 1803 konstruktérem Bryanem Donkinem. Sériová výroba byla zahájena až o pět let později, stroj se doplnil o parní pohon a stříhání papíru. V druhé polovině 19. století bylo ve světě v provozu již 400 papírenských strojů, rychlost výroby byla zhruba 12 m/min v šířce pásu 1,5 metru. Pro porovnání moderní papírenské stroje jsou schopné vyrábět papíry o šířce až 10 metrů s rychlostí výroby 2 000 m/min [4].

1.1. Vývoj papírnictví v Českých zemích

První písemná zmínka o výrobě papíru byla objevena v registru krále Vladislava II. z roku 1499, v něm se odkazuje na klášter ve Zbraslavi. Výroba papíru se rozrůstala velmi rychle, a to zejména na našem území. V 16. století se v českých zemích vyskytovalo dvacet papíren, v 17. století šedesát a ke konci 18. století dokonce sto třicet papíren, které se podílely na téměř polovině veškeré produkce ručního papíru v tehdejším Rakousku-Uhersku. Počátkem 19. století došlo v papírenském průmyslu k rozvoji v podobě strojní výroby papíru, v Rakousku-Uhersku se čeští výrobci papíru podílejí na založení tzv. Svazu výrobců papírů pod názvem Austropapier. Roku 1827 se na českém území v pražské papírně Císařský mlýn vůbec poprvé zavádí strojová výroba papíru [4].



Obr. 2 Pohlednice s fotografií papírny Císařský mlýn [5]

Po první světové válce a rozpadu rakousko-uherské monarchie se rozvoj průmyslu v Československu zpomalil, k úplnému zastavení dochází až ve 30. letech, kdy nastala celosvětová hospodářská krize a později dochází i k okupaci Československé republiky hitlerovským Německem. V poválečném období, od roku 1949, docházelo k častým organizačním změnám, ta největší se uskutečnila v roce 1969, v důsledku federalizace státu se papírenský průmysl rozdělil na dvě správní jednotky – Českou a Slovenskou. Významný rozvoj českého papírenského průmyslu nastal při úpadku tehdejšího režimu po roce 1989, tento trend růstu trval až do roku 1994, kdy docházelo k rozsáhlé privatizaci českých podniků za účasti zahraničních investorů. Ve 21. století se český papírenský průmysl pod vedením ACPP zaměřuje zejména na integraci do evropského dění (zapojení ACPP do CEPI a ICFPA) a mezinárodní obchody. Mezi primární cíle v oblasti celosvětové produkce papíru patří zajištění obnovitelných zdrojů a snížení negativního dopadu na životní prostředí např. zvyšování podílu sběrového papíru ve výrobě, pěstování certifikovaných lesů a používání alternativních materiálů [1].

1.1.1 Vliv pandemie Covid-19 na český papírenský průmysl

Počátkem roku 2020 došlo k vyhlášení celosvětové pandemické situace vlivem onemocnění Covid-19, s touto situací byla spojená celá řada opatření a zákazů v každé zemi na naší planetě, která výrazně narušila běžný život lidí. Došlo k výraznému omezení volného pohybu osob, průmyslu a služeb.

Dle vyjádření prezidenta ACPP Jaroslava Tymicha byla nejvíce postižena produkce a odběr grafického papíru, která už před touto situací klesala vlivem digitalizace. Během této pandemické krize byl v rámci výroby a spotřeby zaznamenán narůstající trend u balicích a hygienických papírů. Nejvíce překvapující vývoj byl pozorován u papíru určeného pro recyklaci. Export tohoto materiálu byl značně omezen, což vytvořilo jeho přebytek, který následně tvořil hlavní surovinu pro výrobu obalových papírů. V České republice se aktuálně v papírenském průmyslu ročně zpracuje 250 tisíc tun sběrového papíru, což tvoří pouze 25 % celkového objemu sběru [6].

Co se týče recyklace papíru docházelo od roku 2018 v Evropě k omezování importu sběrového papíru z Číny, to mělo za následek snížení nákladů na sběr a třídění papíru. Nastolení rovnováhy na evropském trhu mělo přispět vybudování nových papírenských kapacit, které měly být logisticky i finančně dostupné i pro Českou republiku. Sběrový papír se používá zejména pro výrobu obalových a hygienických papírů, v této situaci tyto komodity představují velmi důležitou roli v zásobování. Produkce těchto surovin nesměla ustát za žádnou cenu. Výrazný nedostatek se ale začal projevovat již v dubnu. Situace došla tak daleko, že na apel ACPP vláda povolila otevření sběrných dvorů a výkup sběrového papíru. Veřejnost na toto volání o pomoc zareagovala pohotově a množství vyprodukovaného odpadu postupně rostlo, což zabránilo možné katastrofě [7].

V listopadu 2021 se vládě nepodařilo nouzový stav prodloužit, čímž se s okamžitou platností zrušila veškerá nařízení a omezení. Papírenský průmysl tak dostal příležitost zmapovat napáchané škody, ty se začaly projevovat velmi rychle. V první polovině roku 2022 byly ceny papíru určeného k recyklaci nejvyšší za posledních deset let. Tento trend se změnil v srpnu téhož roku a cena sběrového papíru začala opět klesat, to bylo způsobeno výrazným snížením produkce obalového papíru. I přesto v současné době nelze počítat se snížením cen za papírové produkty, a to z důvodu zvyšování nákladů za energie [8].

2. TECHNOLOGIE VÝROBY PAPIŘU

Primárním zdrojem pro průmyslovou výrobu papíru je dřevo, nejčastěji se používají odřezky nebo štěpky, které nelze dále využít ve stavebnickém průmyslu. Dřevo je tvořeno převážně celulóзовými a hemicelulóзовými vlákny a ligninem, který zastává funkci spojovacího materiálu. Pro výrobu papíru je nutno vlákna ze dřeva uvolnit mechanickým, chemickým nebo kombinovaným způsobem. Zvolený způsob výroby zásadně ovlivňuje vlastnosti papíru např. pevnost, bělost, stálost [9].

2.1 Příprava vláknin

2.1.1 Mechanický způsob

Pro mechanický způsob se používají dřevěná polena. Polena se nejprve odkorní, potom se napaří vodní parou a následně se provede broušení na tzv. brousných kamenech, čímž se získá vysoký výtěžek vlákniny (dřevoviny). Takto zpracovaná dřevovina má krátká vlákna a obsahuje značný podíl ligninu, to způsobuje nízkou vazebnou pevnost a urychluje degradaci celulóзовých vláken (křehnutí a žloutnutí papíru). Papíry z dřevoviny jsou pórovité a snadno přijímají tiskovou barvu, nejčastěji se využívají pro novinový tisk [10].

2.1.2 Chemický způsob

Mezi nejčastější technologické postupy zpracování celulóзовých vláken patří chemický způsob sulfátový. V rámci tohoto způsobu se využívají dřevěné štěpky, ty se umístí do varných nádob spolu s bílým louhem, což je roztok NaOH a Na₂S v poměru 3:2. Směs se vystaví vysokému tlaku a teplotě 150–170 °C [9]. Sodná báze se doplňuje o vápenatou v podobě uhličitanu. Během reakce ve varných nádobách zůstává sulfid sodný a uhličitan sodný jako pevný zbytek. K tomuto odpadu se přidá hydroxid vápenatý, který spolu s uhličitanem sodným tvoří regenerativní roztok a vrací do oběhu hydroxid sodný. Při vaření várky je také nutno vykompenzovat ztrátu Na₂S přidávkem Na₂SO₄, který vlivem přítomnosti uhličitých látek např. ligninu redukuje síran na sulfid. Po rozpuštění ligninu ve výluhu se vyvařená buničina vypere, tím dojde k odstranění přebytečného louhu. Sulfátový způsob je možné nahradit sulfitovým, kde se místo bílého louhu používá kyselý vodný roztok SO₂, Mg(HSO₃)₂ nebo Ca(HSO₃)₂ [11]. Chemickým způsobem získáváme vlákninu označovanou jako chemická buničina. Výsledné vlastnosti papíru z chemické buničiny jsou ovlivněny typem dřeva, způsobem zpracování a výtěžkem. Při požadavku vyšší bělosti se buničina dále bělí, přičemž dochází k odstranění zbytkového ligninu z vláken. Mezi hlavní bělicí látky patří kyslík, peroxid vodíku a sloučeniny na bázi chlóru (chlornan vápenatý, oxid choričitý, elementární chlór) [12].

2.1.3 Kombinovaný způsob

V rámci kombinovaného způsobu přípravy se spojuje mechanický a chemický způsob úpravy celulózových vláken. Podle konkrétních podmínek přípravy získáváme kombinovanými způsoby 3 typy vláknin – termochemickou (TMB), chemomechanickou (CMB), chemotermomechanickou (CTMB) buničinu. Dřevěné štěpky se nechají napařit vodní parou (TMB, 2. fáze CTMB) nebo se povaří v chemikáliích (CMB, 1. fáze CTMB). Tyto způsoby poskytují vysokou výtěžnost vlákniny, která se svými vlastnostmi blíží chemické buničině. Obecně platí, že papíry z těchto vláknin disponují dostatečnou pevností a rovnoměrnou pórovitostí, což je vhodné pro výrobu natíraných papírů (např. LWC) [12].

2.2 Příprava papíroviny

Vlákniny se dále upravují ve formě vodné suspenze mletím, přidávají se plnidla, klíždla a další látky. Tím se získá tzv papírovina.

2.2.1. Mletí

Mletí je prováděno za přítomnosti vody, způsobuje bobtnání a fibrilaci vláken (podélné štěpení). Zásadní vliv na výslednou pevnost papíru má stupeň mletí, čím je tento stupeň vyšší (jemnější mletí), tím se zvyšuje počet vodíkových vazeb, které přímo úměrně ovlivňují celkovou pevnost papíru [11].

2.2.2. Plnění

Vláknitou zanášku je možné upravit přidavkem nevláknitých materiálů neboli plněním. Při tomto procesu dochází k částečnému zaplnění prázdného prostoru mezi vlákny. Přidavkem plnidel se zajistí rovnoměrný povrch papíru, lepší přijímatost tiskové barvy, zvýšená opacita a bělost. Je nutné brát v úvahu, že použitím plnidel se snižuje celková pevnost papíru. Mezi nejčastější plnidla patří křída, kaolín, mastek nebo titanová běloba [11].

2.2.3. Klížení

Klíždla mění charakter povrchu papíru z hydrofilního na hydrofobní, tím se zvyšuje odolnost vůči smáčení a pronikání vody do vnitřní struktury papíru. Klížení se provádí dvojím způsobem – ve hmotě nebo povrchově. Povrchové klížení se provádí impregnací nebo nátěrem, nejčastěji se používají roztoky škrobu a jeho deriváty. Klížení ve hmotě je prováděno přímou aplikací klíždidel do papíroviny. K tomuto účelu se používají pryskyřičná klíždla, která se aplikují v kyselém prostředí. Změna chování papíru v přítomnosti vody je znatelná až po vysušení papíroviny [11].

Kyselé prostředí má negativní dopad na pevnost a stárnutí papíru a způsobuje problémy se zasycháním tiskových barev, proto se pro určité typy papíru používá klížení v neutrálním prostředí s využitím reaktivních klíždidel [10].

2.2.4. Barvení a další úpravy papíroviny

Rovněž barvení je možné provést dvojím způsobem – ve hmotě nebo povrchově. Proces barvení ve hmotě spočívá v přidavku roztoku barviv do suspenze papíroviny. Barvení papíru ve hmotě negativně ovlivňuje odpadní vody, nepoužívá se tedy pro barvení do sytých odstínů. Zde je vhodnější barvení povrchové, při kterém je pás papíru protahován koncentrovaným roztokem barviva. Pro povrchové barvení je také možné aplikovat pigmentové nátěrové suspenze. Do papíroviny je možné přidat i další látky upravující technologické procesy (retenční prostředky, dispergátory, odpěňovače) nebo konečné vlastnosti papíru např. pevnost, pružnost, měkkost [11].

2.3 Výroba na papírenském stroji a povrchové úpravy papíru

Upravená papírovina je přiváděna do stroje ve formě velmi zředěné vodné suspenze. Na papírenském stroji dochází k přeměně této suspenze na plošný materiál – papír. Papírenský stroj se skládá ze 3 částí – síťové, lisové a sušicí [10]. Papíroviny je z nátokové skříně přiváděna do síťové části papírenského stroje. Pomocí odvodňovacích prvků zde dojde k zplstění a odvodnění papíroviny. Vzniká vlhký papírový list s obsahem sušiny okolo 20 %. Při tomto procesu je nutné, aby list papíru získal jistou pevnost, aby mohlo dojít k transportu listu do lisové části stroje. Vlhký papírový list je přiveden odvodňovacími plstěnci do lisů, kde je papír zbaven dalšího podílu vody (obsah sušiny za lisovou částí bývá 40–45 %). Poslední fází zpracování je sušení na válcích vytápěných vodní parou do konečné podoby papíru (obsah sušiny 92–95 %). V této fázi se dotváří vazebný systém v papíru, který ovlivňuje jeho konečné vlastnosti např. pevnost, pórovitost, opacitu, potiskovatelnost [11]. Po procesu sušení se papír ochladí a pokračuje na závěrečné povrchové úpravy, které zahrnují hlazení (vyrovnání povrchu), natírání (nanesení pigmentové vrstvy), superkalandrování (pro vysokou hladkost papíru), ražbu, laminaci apod. Papír se následně dle požadavků může nařezat do kotoučů nebo na jednotlivé archy, ty se zabalí a expedují [10].

3. VLIV VÝROBY PAPÍRU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Výroba papíru vychází z přírodní trvale obnovitelné základní suroviny – dřeva. Papír je recyklovatelný a biologicky odbouratelný. Papírenský průmysl je celosvětově po potravinářském průmyslu druhým největším odvětvím, které využívá obnovitelné zdroje surovin a použité produkty lze recyklovat. Často však bývá na výrobu, distribuci a použití papíru nahlíženo jako na proces, který je sice pro společnost bezpodmínečně nutný, ale je nepříznivý pro životní prostředí. Jako negativní dopady výroby papíru na životní prostředí bývají uváděny: ničení lesů, znečištění vody v řekách, znečištění ovzduší, energetická náročnost, papírenský odpad.

3.1 Výroba papíru a lesní hospodářství

Lesy a pralesy patří k nejvíce ohroženým ekosystémům naší planety. Vědci odhadují, že v původním nenarušeném stavu zůstalo už jen asi 20 % plochy původních pralesů a téměř polovina světových lesů zmizela vlivem činnosti člověka docela. Úbytek lesů má za následek nárůst tvorby skleníkových plynů, o své životní prostředí přicházejí tisíce druhů rostlin a živočichů. Svůj díl viny na problému nesou klimatické změny, znečištění životního prostředí a další vlivy. Jedním z nejzávažnějších problémů ale zůstává necitlivá a často nelegální těžba dřeva. Do povědomí veřejnosti se obavy ze stále rychlejšího ubývání lesů dostaly v 80. letech minulého století. Prvního pokroku v řešení obtížné situace bylo dosaženo v roce 1990, kdy se v Kalifornii konala konference, na které se sešli zástupci dřevařských společností, obchodníků, zpracovatelů dřeva i občanských a ekologických sdružení a za společný cíl si vytkli zavedení systému trvale udržitelného hospodaření s lesy a dřevem. V roce 1993 vznikla organizace Forest Stewardship Council (FSC) – Rada pro udržitelné hospodaření v lesích. Jejím cílem je podporovat ekologicky šetrné, sociálně prospěšné a ekonomicky životaschopné obhospodařování lesů. Tím chce napomoci ochraně ohrožených a devastovaných lesních porostů po celém světě. Každá společnost, která je ochotná dodržovat systém zásad šetrného hospodaření má možnost požádat o udělení certifikátu FSC. Tento certifikát stvrzuje, že daný výrobek pochází z lesů, které jsou obhospodařovány udržitelným způsobem, v dodavatelsko-obdobratelském řetězci musí být certifikovány všechny články (např. v případě papíru les, výrobce papíru, velkoobchod, tiskárna). S rostoucím povědomím o nutnosti ochrany životního prostředí se kromě FSC začaly uplatňovat i další certifikáty, jednotlivým standardům souvisejícím s výrobou a zpracováním papíru je věnována v této práci samostatná kapitola [13].

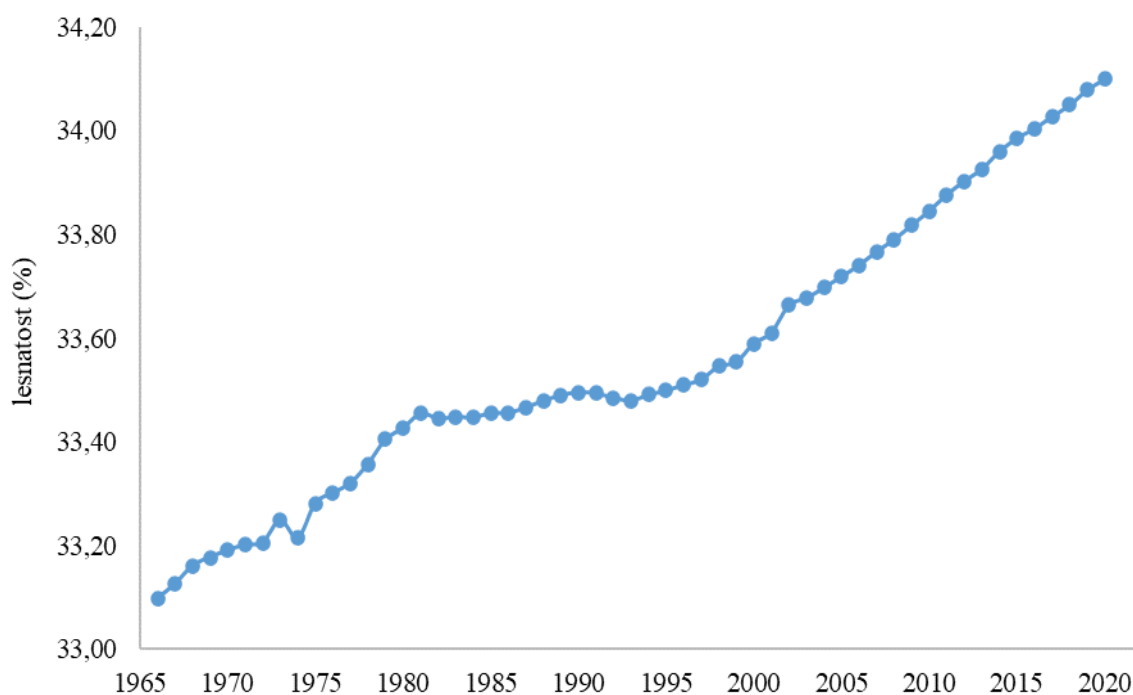
Certifikace má vedle ekologického aspektu také morální a společenský dosah. Při těžbě a zpracování dřeva se podporuje příslušný region přednostním zaměstnáváním místních obyvatel. Zaručuje, že se v procesu průmyslového zpracování nezneužívá dětská práce, dělníci za svou práci obdrží náležitou odměnu. V tropických pralesích se musí vedle šetrného postupu těžby respektovat také požadavky původních obyvatel [14].

V evropských zemích se certifikace lesního hospodářství stala naprosto běžnou záležitostí, velká část světových lesů však zůstává jakoukoliv certifikací naprosto nedotčena. V Evropě jsou sázeny až 4 stromy za 3 stromy, které byly poraženy, tzn., že stromy jsou nahrazovány ve větším měřítku, než existovaly předtím. V ČR byla v roce 1930 plocha lesů 2,354 milionu hektarů a v roce 2005 již 2,647 milionu hektarů [13]. Výrobci papíru zpravidla používají tenčí stromy a takové části stromů, které jiní komerční zpracovatelé (např. výrobci nábytku) nemohou použít, nebo od pil nakupují již nasekané štěpky. Stromy by stejně byly těženy pro jiné komerční zpracovatele, a naopak pro papírenské zpracování jsou vysazovány speciální plantáže. Dle americké studie se papírenský průmysl do roku 1993 podílel na celosvětové těžbě dřeva z 14 %, což tehdy představovalo roční spotřebu 4,1 mil. hektarů lesa, pro lepší představu se jedná o přibližnou rozlohu Švýcarska [15]. Rok 1993 se mimo jiné stal důležitým milníkem pro papírenský průmysl a záchranu lesů, vůbec poprvé v historii bylo recyklováno více papíru, než ho bylo uloženo na skládky [16]. Nelze vyloučit, že papírenský průmysl se i ve 21. století stále podílí na celosvětovém odlesňování za účelem těžby dřeva, nicméně některé země začaly aktivně využívat recyklovaný papír jako hlavní zdroj výroby papíru např. Velká Británie [17]. Při porovnání dat mezinárodní organizace FAO z let 1993 a 2018 je patrné, že se průměrná roční celosvětová produkce papíru téměř zdvojnásobila. Je nutné, ale zdůraznit, že spotřeba dřevní buničiny se od té doby zvýšila pouze o 25 %. V roce 2018 byla totiž veškerá produkce tvořena průměrně z 56 % recyklovaným papírem [18, 19].

V České republice byla v roce 2019 průměrná roční spotřeba 139 kg papíru na jednu osobu. Pro výrobu 1 tuny papíru jsou zapotřebí až 3 tuny dřeva. Ve skutečnosti se jedná o méně kvalitní dřevoviny, které není možné použít ve stavebnictví (odřezky, štěpky) [1]. Mimo jiné Asociace českého papírenského průmyslu navýšila od roku 2000 podíl sběrového papíru ve výrobě na 53 % [20]. Z výše uvedených dat lze vyvodit, že zvýšený podíl sběrového papíru účinně snižuje potřebné množství dřevin pro výrobu papíru, a to průměrně na polovinu. Papírenský průmysl tak čím dál tím více snižuje svůj podíl na masivní deforestaci rozsáhlých lesních ploch nejen v České republice, ale i ve světě.

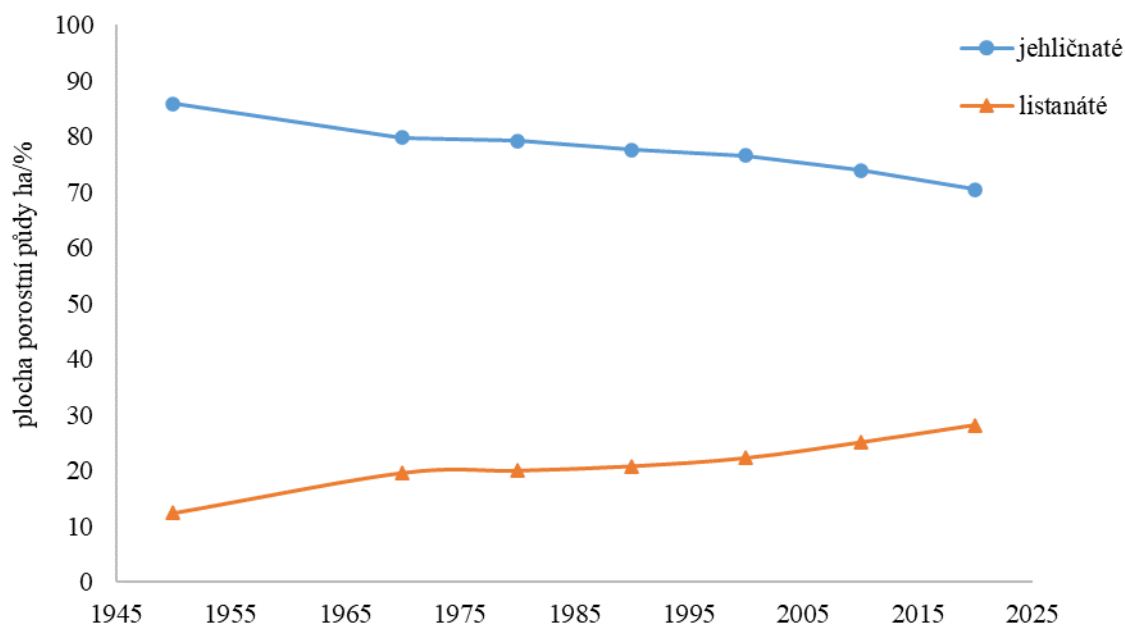
3.1.1 Lesní hospodářství v České republice

Mezi důležité aspekty udržitelného lesa se řadí i jeho složení, tedy poměr přirozené výsadby v poměru jehličnatých a listnatých stromů. Aktuální stav v České republice se dá považovat za nežádoucí. V průběhu 20. století došlo na našem území k masivnímu kácení přirozeného listnatého lesa, který byl nahrazen jehličnatými monokulturami. Z poslední zveřejněné Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky publikované Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) vyplývá, že lesy pokrývají 34,1 % našeho území [21]. Na Obr. 3 si lze všimnout, že celková lesnatost na našem území se od roku 1995 postupem času nepatrně zvětšuje.



Obr. 3 Graf vývoje lesnatosti na našem území 1966-2020 [20]

V České republice se pro výrobu papíru nejčastěji používá dřevo z jehličnatých stromů, které se mimo jiné velmi často používá i v dalších odvětvích průmyslu. Dnes je téměř třičtvrtě lesní plochy tvořeno zejména jehličnany, při čemž jejich přirozený podíl na našem území by měl být poloviční (34,7 %) [21]. I přes to lze v průběhu let sledovat zvýšenou snahu o návrat listnáčů zpět do českých lesů viz Obr. 4, doporučené hodnoty by se mohlo teoreticky dosáhnout v roce 2050.



Obr. 4 Graf podílu skladby lesů na českém území v letech 1950-2020 [20]

Zdravotní stav lesů na našem území

Díky neustálému zvyšování teploty, znečišťování ovzduší emisemi oxidem uhličitým, výskytem vyššího počtu škůdců se na území České republiky nachází okolo 20 % jehličnatého a 13 % listnatého lesa, který lze považovat za zcela zdravý [21]. Největší podíl na devastaci českých lesů má tzv. kůrovcová kalamita, která trvá od roku 2015 dodnes. Vlivem klimatických změn dochází k oteplování a menšímu počtu srážek, toto nové podnebí kůrovci nesmírně svědčí. V roce 2022 bylo nutno vytěžit až 93 milionů tun napadených jehličnanů, jak se ale ukázalo, smíšené lesy jsou schopny tomuto škůdci odolat. Z toho důvodu vláda ustanovila vyšší počet sazenic listnatých stromů [22].

Zákon o lesích

V České republice dne 15. prosince roku 1995 přišel v platnost zákon č. 289/1995 Sb. (tzv lesní zákon), jeho účelem je nastolit podmínky pro zachování, péči a obnovu lesa. Zároveň podporuje užívání a hospodaření v něm, tak aby se jednalo o trvale udržitelný zdroj. V rámci zachování lesů stanovuje zákon povinnosti vůči vlastníkovi, které mu přímo zakazují práce, jimiž by docházelo k ohrožování nebo poškozování lesních ploch. Výjimku k porušení tohoto zákazu může poskytnout orgán státní správy lesů (obecní, krajské úřady, ministerstvo obrany nebo životního prostředí) na základě předložení žádosti vlastníka nebo jedná-li se o veřejný zájem. V případě porušení či omezení funkcí lesa může příslušný orgán státní správy lesa provést odnětí pozemku, a to dočasně nebo natrvalo.

Základním nástrojem pro rozvoj lesů je tzv oblastní plán. Ten se zpravidla vyhrazuje na dobu deseti let pro maximální výměru 20 000 ha lesa, náklady spojené s jeho realizací hradí stát. Každý lesní hospodářský plán obsahuje závazná ustanovení stanovená orgánem správy lesů, která vlastník musí plnit. Patří mezi ně např. maximální výše těžeb nebo podíl minimální výsadby pro obnovu lesa (zpevňovací, meliorační). Stát může vlastníkům poskytnout mimořádné finanční prostředky na technologie zajišťující ochranu životního prostředí, výchovu lesních porostů do 40 let, ochranu proti škůdcům, prevenci proti požárům, opatření k obnově porostů nebo nahrazení nevhodných dřevin (tzv rekonstrukce lesa) [23].

3.2 Použití alternativních materiálů pro výrobu papíru

I přes průkaznou udržitelnost papíru je ve světě, a především v Asii, stále snaha nalézt alternativní zdroje pro výrobu papíru z primárních vláken. Tyto zdroje by měly být ekonomicky výhodnější, ekologicky nezávadné a technologické zpracování těchto materiálů by nemělo být příliš rozdílné od konvenční produkce papíru. Mezi známé materiály splňující tyto podmínky se řadí například hyacint, eukalyptus, konopí, banánovník, bambus, kokosovník a agáve.

Hyacint vodní

Hyacint vodní, *Eichhornia crassipes*, je původně jihoamerická rostlina, která se postupně rozšířila do tropických a subtropických oblastí po celém světě. V rámci šesti měsíců je možné získat až 125 tun této rostliny z jednoho hektaru [24]. Je nutno zdůraznit, že výtěžky se uvádí s obsahem vody, kterou je potřeba odstranit. Po přepočtení využitelnosti výtěžku sušiny hyacintu vodního, vychází na jeden hektar přibližně 6,25 tuny [25].

Jedním z hlavních zdrojů výroby papíru z primárních vláken je dřevo ze smrku. Na území České republiky je možné těžít za účelem zisku pouze to smrkové dřevo, které dosáhlo stáří 80 let. Z takového lesa je možné získat zhruba 180 tun usušeného dřeva připadajících na jeden hektar. Vzhledem k rychlosti reprodukce hyacintu je jeho sklizeň výrazně výhodnější než těžba dřeva. Při porovnání výsledků studie vychází, že hyacint vodní má průměrně stejný obsah ligninu jako dřeviny, a to 20 %, nejnižší obsah ligninu vykazuje stonek hyacintu (12,5 %) [24]. Zásadním rozdílem hyacintu od dřevin je vysoký podíl prachu a nízký obsah celulózy. Hyacint vodní obsahuje dvakrát menší podíl celulózy (19,5 %) než je tomu u dřevin. Tyto aspekty jsou hlavním důvodem, proč se hyacint vodní stále nepoužívá jako primární zdroj průmyslové výroby papíru, ale ve většině případů pouze jako doplňková surovina.

Eukalyptus

Eukalypty rostou v tropických a subtropických oblastech, tyto rostliny vynikají značnou odolností vůči změnám vlhkosti, tolerancí na nízkou úrodnost půdy, vysokou mírou reprodukce a růstu. Aktuálně jsou různé druhy eukalyptu vysazovány ve více než 90 zemích, průmyslově se zpracovává okolo 13 miliónů hektarů, což činí 60 % celosvětové výsadby těchto rostlin. Hlavní výhodou eukalyptů je jejich přizpůsobivost na různá podnebí, eukalyptové plantáže je možné vést v suchém i vlhkém prostředí. Postupem času, ale bylo zjištěno, že v různém podnebí je nutné zvolit vhodný druh eukalyptu. V oblastech s vysokou mírou vlhkosti docházelo k jejich rychlejšímu rozkladu při zpracování a k uvolňování čpavku a dalších nežádoucích látek do odpadních vod [26].

Tuto rostlinu lze také použít jako doplňkovou surovinu pro výrobu některých papírových výrobků např. hygienické ubrousky. Nicméně úplné nahrazení konvenčních zdrojů ve výrobě mělo nežádoucí dopady na výsledné vlastnosti produktu, a to zejména v nedostatečné pevnosti papíru a zmenšení velikosti pórů. V případě, že je zvolena správná kombinace materiálů, je možné získat obdobně kvalitní papír jako u výroby z primárních vláken chemické buničiny [27].

Konopí

Mezi nejnadějnější náhradu dřevin ve výrobě papíru se řadí konopná vlákna. Ty disponují vysokou mírou pevnosti, délkou a hladkostí. Konopný papír je považován za velmi kvalitní. Při výrobě papíru z konopných vláken není potřeba takové množství bělicích chemikálií jako je tomu u klasického papíru, zároveň má tento papír i za normálních podmínek neutrální nebo mírně alkalický charakter. Obdobně jako je tomu u hyacintu vodního, má konopí v porovnání se dřevem velmi rychlou reprodukční schopnost s tím rozdílem, že konopná vlákna mohou obsahovat až šestkrát více celulózy než dřevo [28]. Další výhodou výroby konopného papíru je násobně vyšší počet recyklačních cyklů [29].

Nevýhodou a v neposlední řadě i hlavním důvodem, proč se konopná vlákna nepoužívají při konvenční výrobě papíru jsou vysoké náklady potřebné pro získání a zpracování vlákniny. I přesto se v papírenském průmyslu tento materiál používá, a to zejména pro speciální zakázky nejen v oblasti polygrafického průmyslu, ale také v medicíně, chemickém průmyslu, bankovníctví nebo tabákového průmyslu [28].

3.2.1. Aktuální využitelnost alternativních zdrojů

V současném papírenském průmyslu jsou alternativní materiály v některých zemích běžným doplňkem k primárním zdrojům, které tak optimalizují výrobu z hlediska kvality, udržitelnosti a energetické náročnosti. Úplné nahrazení vláken získaných z dřevin prozatím není možné, a to z dvou zásadních důvodů. Prvním důvodem je obecně nízká kvalita výsledného produktu, to platí pro většinu alternativních zdrojů [30]. V případě, že dojde ke splnění nároků jsou s výrobou spojené výrazně vyšší náklady potřebné pro zpracování. Snaha o nalezení náhrady dřevin je i nadále jedním z předních cílů výzkumu v oblasti výroby papíru. Jedním z příkladů je činnost neziskové organizace Hemp Press, která dne 15. listopadu roku 2022 předala prostředky k vytvoření projektu zajišťovanému americkou univerzitou WMU [29]. Cílem tohoto výzkumu je analyzovat a stanovit maximální počet recyklací konopných papírových výrobků, dojde-li k průkazným výsledkům, může tento objev mít zásadní dopad na celosvětový papírenský průmysl.

3.3 Výroba papíru a znečištění vodních toků

Výroba papíru byla vždy dosti náročná na přísun vody. Papírny se zakládaly především na čistých horských tocích a voda se z výrobního procesu vypouštěla bez jakýchkoliv úprav zpět přímo do vodních toků. Vodní toky byly proto pod papírnami kalné, nicméně v počátcích strojní výroby papíru se ještě nepoužívalo bělení chlórem, které v pozdější době znamenalo významnou zátěž vypouštěné vody jedovatými látkami.

Papírenský průmysl je šestým nejvíce vodu znečišťujícím průmyslem na světě. Proces výroby papíru je velmi náročný na spotřebu vody, při klasickém moderním výrobním postupu připadá průměrně na jednu tunu papíru až 12 000 litrů vody [31]. Avšak počátkem 20. století byla spotřeba vody na výrobu více než čtyřicetkrát vyšší (500–1 000 m³/t). Výrazné snížení nároků na množství vody přišlo až s vývojem nových technologických postupů např. použití membránové filtrace [32].

Výsledné chemické složení odpadních vod určuje volba použitých surovin, odstranění kůry při zpracování dřevin, způsob rozvlákňování, bělení, přidaná plnidla atd. [31]. V případě, že by výrobní podnik nebyl vázán zákony, které by regulovaly zpracování odpadních vod s obsahem toxických látek, mohly být tyto vody vypouštěny bez jakékoliv kontroly do životního prostředí. Úsporu ve spotřebě vody při výrobě papíru může přinést použití sběrového papíru.

I přes značné výhody recyklovaných vláken ve výrobě však bylo zjištěno, že odpadní vody vypouštěné z papíren, využívajících tento zdroj, obsahují výrazně vyšší množství toxických látek, než je tomu u primárních vláken [33]. Odpadní vody mohou obsahovat více než 250 chemicky škodlivých látek [31]. Z toho důvodu je kladen důraz na vyšší nároky na zpracování a vypouštění odpadních vod z papíren, které používají recyklovaná vlákna [33]. Největší zatížení odpadních vod toxickými látkami způsobuje bělení papíru. Mezi hlavní bělicí prostředky vláknin patřily od 17. století sloučeniny na bázi chlóru. Z počátku se pro bělení používaly zejména chlornany [34].

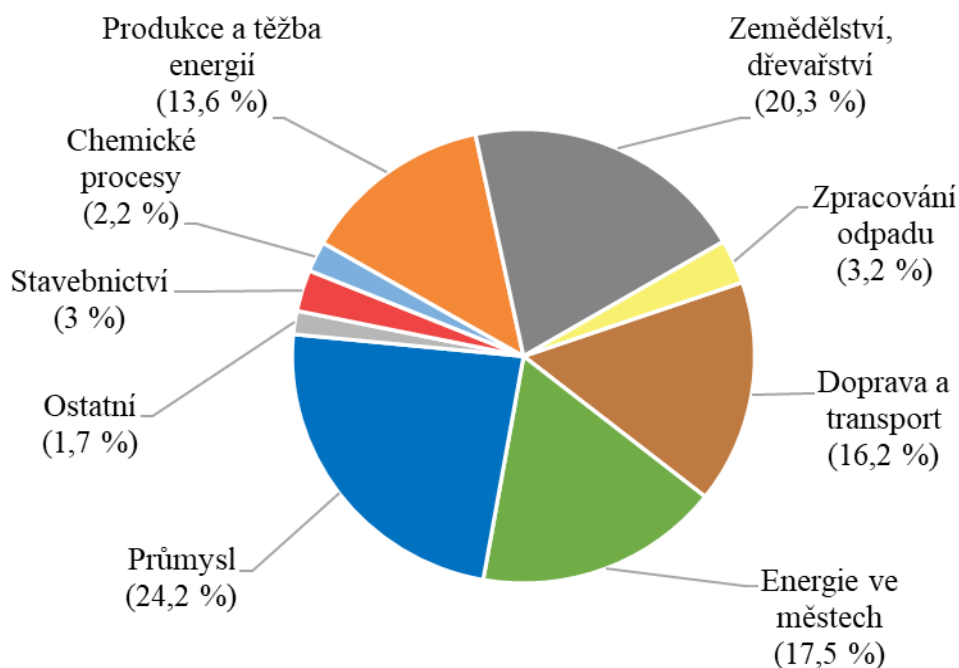
V roce 1985 americká společnost Environmental Protection Agency označila chlornany ve své studii za hlavní zdroj emisí chloroformu [35]. Sloučeniny obsahující chlór jsou velmi toxické, a tedy ve vodních tocích nežádoucí. Dnes se pro bělení vláknin používá zejména elementární chlór nebo oxid chloričitý v kombinaci s dioxiny. Není-li v procesu bělení přítomen elementární chlór jsou výrobky označeny jako ECF (elementary chlorine free). Nejčastějším bělicím prostředkem v systému ECF je oxid chloričitý. V případě, že při bělení nejsou použity žádné sloučeniny obsahující jakoukoliv formu chlóru jsou produkty označeny jako TCF (totally chlorine free), hlavními bělicími prostředky u bělení TCF jsou např. kyslík, peroxid vodíku nebo ozon. Oba tyto systémy se zpočátku potýkaly s řadou problémů jako hromadění chloridů v regeneračním systému nebo s nedostatečnou kvalitou bělení. S rozvojem nových technologií se ukázalo, že bělení ECF je kompatibilní se sulfitovým způsobem výroby buničiny. V alkalickém prostředí docházelo k menší sedimentaci chloridových sloučenin a kovů než u bělicích prostředků TCF [36].

Dnes buničina bělená technologií ECF tvoří více než 93 % produkce bělené chemické buničiny. Poptávka po tomto systému bělení stále roste, a to nejen v Evropě a Spojených státech, ale i v Asii. I přesto, ale nedávné průzkumy ukázaly, že se při tomto bělení uvolňují chloridové ionty, které znemožňují regeneraci chemikálií. Z toho důvodu se doporučuje ošetřit buničinu kyselinou peroctovou, ta účinně snižuje spotřebu oxidu chloričitého a objem odpadních vod [34]. Vedle omezení chlornanů ve výrobě papíru, zde byly také snahy o vývoj nových technologií pro čištění vody např. elektrolýza, reverzní osmóza nebo nano filtrace. Všechny tyto možnosti se prokázaly jako účinné, ale stále jsou velmi nákladné a pro výrobní podniky nedosažitelné. Papírenský průmysl se proto zaměřil na vývoj nových bělicích prostředků, které by neobsahovaly sloučeniny na bázi chlóru a zároveň by byly šetrné k životnímu prostředí [35].

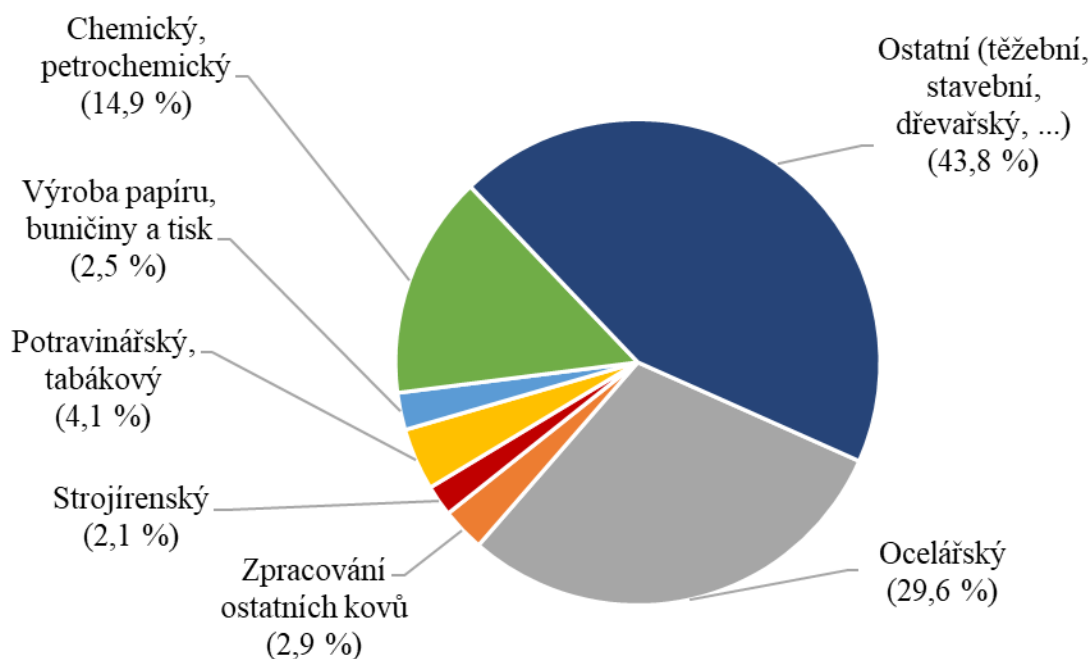
Dalším způsobem, jak omezit znečištění odpadních vod, je investování do nových technologií, které mohou například redukovat kal nebo rozpouštět vysokomolekulární látky. Tyto technologie je nutno ale dále zkoumat a zefektivnit, pro mnoho papírenských podniků jsou stále finančně nedosažitelné [32]. Důležitou roli zde hrají také nařízení a regulace pro jednotlivá průmyslová odvětví, která při výrobě vypouštějí vodu zpět do životního prostředí. Příkladem je přijetí nové odpadní legislativy v České republice v roce 2021, která by měla zvýhodňovat ekologicky nezávadné produkty.

3.4 Výroba papíru a znečištění ovzduší

Nástrojem pro měření dopadu lidských činností na životní prostředí z hlediska vyprodukovaného množství CO₂ a dalších skleníkových plynů vypouštěných do atmosféry je uhlíková stopa [37]. Obecně platí, že čím vyšší je spotřeba energie při výrobě, tím stoupá riziko znečištění ovzduší vlivem uvolňování skleníkových plynů do atmosféry [36]. V dnešní době může být spotřeba energie v průmyslu jako měřítko vlivu na životní prostředí do jisté míry zavádějící. Důvodem je snaha o využívání obnovitelných zdrojů energií nebo zdrojů s nižším dopadem na životní prostředí. Mezi tyto obnovitelné zdroje lze zařadit například jadernou, sluneční, větrnou, vodní nebo geotermální energii. Cílem je nahradit fosilní paliva, která jsou neobnovitelným zdrojem energie a mají násobně vyšší emise oxidu uhličitého, než je tomu u výše zmíněných zdrojů [37]. Mezi nejdostupnější a nejrozšířenější možnosti úspory uvolněných emisí při výrobě papíru se řadí použití recyklovaných vláken. Použije-li se při výrobě 1 tuny papíru více než nadpoloviční podíl recyklovaných vláken, může dojít ke snížení emisí oxidu uhličitého až o 1,4 tuny. Tuto emisní úsporu lze rovnoměrně rozdělit mezi absenci likvidace nerecyklovaného papíru a neuvolněný oxid uhličitý při různých fázích výroby papíru z primárních vláken [38]. Dalším způsobem, jak je možné snížit uhlíkovou stopu, který se uplatňuje v papírenském průmyslu po celém světě, je odbírání dřeva z certifikovaného nebo tzv. udržitelného lesa. Toto označení zaručuje odběratelům, že se jedná o uhlíkově neutrální produkt. Hlavní surovinou pro výrobu papíru je dřevo a tedy stromy, které jsou naopak významným absorbentem CO₂ z atmosféry. Les spravovaný udržitelným způsobem je z hlediska produkce a spotřeby uhlíku neutrální [1]. Nezisková organizace Change Data Lab, založena ve Velké Británii, je autorem projektu Our World In Data. Tento projekt se týká bezplatné správy a vedení rozsáhlých informačních databází zaměřujících se primárně na globální problémy např. prosazování lidských práv, obezita, vzdělanost nebo emise skleníkových plynů. Ze získaných dat zobrazených na Obr. 5 lze vyčíst, že světový průmysl se podílí na čtvrtině uvolněných emisí skleníkových plynů.



Obr. 5 Graf podílu emisí jednotlivých globálních sektorů (Příloha A)



Obr. 6 Podíl emisí jednotlivých průmyslových sektorů (Příloha A)

Při rozdělení průmyslu do odvětví, viz Obr. 6, lze zpozorovat škodlivost jednotlivých odvětví průmyslu. Pro dosažení přesnějších výsledků by bylo nutné v individuálních sektorech, například v papírenském, přičíst podíl chemických procesů [39]. Při přepočtu hodnot a vztahení uvolněných emisí z papírenského průmyslu ku globálním emisím skleníkových plynů vychází, že tento podíl je minimální, a to méně než 0,6 %, viz. Příloha A (v podílu je zahrnut i samotný tisk, hodnota pro produkci papíru bude tedy nižší).

3.5 Energetická náročnost papírenského průmyslu

Výroba papíru představuje energeticky náročný průmyslový proces. Vedle samotné výroby vláknin a papíru je zde nutné zahrnout spotřebu energie vynaloženou na těžbu zdrojů, přepravu a následnou distribuci hotového produktu. Po sečtení všech těchto položek vychází na papírenský průmysl 5 % celkové spotřeby energie na veškerý celosvětový průmysl, což z něj činí čtvrtého největšího odběratele energií v oblasti průmyslu [40].

Energie potřebná pro výrobu papíru závisí na použitém způsobu výroby. Mechanické rozvlákňování má vysokou výtěžnost vláken, ale spotřeba energie je vysoká. Chemický proces rozvlákňování poskytuje menší výtěžnost vláken, ale tím že se spaluje kůra, zbytky dřevní hmoty a výluhy vznikající při rozvlákňování, se vytváří pára a energie často ve větším množství, než je množství energie potřebné pro rozvlákňování a na výrobu papíru. V roce 2016 čínský papírenský průmysl překonal hranici sta milionů tun vyrobeného papíru, v tomto roce se v Číně vyprodukovalo 109 milionů tun papíru [41] a 15 milionů tun vlákniny [42]. Tím se z Číny stal největší průmyslový výrobce papíru na celém světě. I přes mnohdy negativní postoj veřejnosti vůči Čínské vládě a jejímu postoji k znečišťování životního prostředí, je to právě čínský papírenský průmysl, který má snahu snížit spotřebu použité energie a uhlíkovou stopu. Jedním z efektivních způsobů, jak je možné snížit odběr energií, je používání většího podílu recyklovaných vláken při výrobě papíru.

V tomto ohledu se Čína řadí mezi pokrokové země, jelikož od roku 2000 zde každoročně činí poměr recyklovaných vláken více než 50 %, mimo klasickou dřevní buničinu je možné se v čínském papírenském průmyslu setkat i s dalšími zdroji vláknin např. bambus, rákos, sušená tráva nebo agáve. Všechny tyto zmíněné materiály se v rámci různých papírových výrobků kombinují, např. klasický kancelářský bílý papír je v Číně vyráběn ze dřeva, bambusu, agáve a recyklovaných vláken. Vlivem využívání výše zmíněných výrobních postupů lze pozorovat v čínské výrobě papíru klesající trend v oblasti spotřeby energie mezi lety 2000 až 2020 [43].

Při výrobě papíru je nutné si uvědomit, že ne všechny druhy papíru jsou stejné. Nezáleží pouze na množství použitých recyklovaných vláken, ale i na samotném procesu výroby, který dle výše zmíněných informací, je možné vhodně doplnit o alternativní materiály a tím optimalizovat výrobu papíru z hlediska spotřeby energie.

3.6 Papírenský odpad a recyklace papírových vláken

Nejjednodušším a nejlevnějším způsobem, jak snížit dopad na životní prostředí je optimalizace průmyslové výroby, tak aby docházelo k maximální redukci odpadu. Hlavním cílem průzkumu, který zaštiťuje Ministerstvo životního prostředí, je nalézt optimální proces výroby, tak aby vyhovoval i menším průmyslovým podnikům a snížil se dopad na životní prostředí. Varianty možných prevencí se hodnotí z environmentálního, ekonomického a technického hlediska. Pro papírenský průmysl se doporučuje jako prevence vzniku znečištění životního prostředí např. suché odkorňování dřeva, uzavírání vodních okruhů při výrobě vláknin (chemické buničiny i mechanické dřevoviny), optimalizace čistících stupňů vláken při úpravě sběrového papíru, použití ultrafiltrace při recirkulaci vod při práci s natíranými papíry, využití tepelné energie ze spalování zbytkového dřeva, kůry a kalů atd. Mezi běžné a dostupné způsoby minimalizace odpadu každého papírenského podniku patří také interní (regenerace chemikálií) a externí recyklace (používání sběrového papíru) [44].

V roce 2020 došlo v České republice k přijetí nové odpadové legislativy, která by měla sloužit jako nástroj pro plnění závazků vůči Evropské unii. Do roku 2025 by Česká republika měla recyklovat veškerý komunální odpad alespoň z 55 % a do roku 2030 z 60 %. Novela zákona taky znevýhodňuje výrobky s ukončenou životností, které není možné recyklovat, a to ve formě poplatku. Tím může tedy dojít ke zvýhodnění ekologických výrobků v podobě zlevnění. Pro papírenský průmysl to znamená jedinečnou příležitost získat podporu Ministerstva průmyslu a obchodu v rozvoji recyklované výroby papíru, a to zejména v oblasti vývoje a používání nových technologií. Druhotné použití vláken zahrnuje recyklaci a spalování za účelem získání energie. Preferovanou cestou je recyklace, některé papíry však recyklovat nelze (silně znečištěné papíry, střešní lepenky, dekorační papíry zalaminované do povrchu nábytku...). Spalování je výhodnější volbou než skládkování (kde může být odpadový papír kompostován a rozložen biologicky), ale pouze v případě nemožnosti další recyklace [38].

Recyklovaná papírová vlákna se získávají ze sběrového papíru. Možnost opakované recyklace papírových výrobků z vláken získaných ze dřevin je de facto jeden z důvodů, proč se považují za trvale udržitelný zdroj. Tato vlastnost dřevných vláken je pro papírenské podniky nejen ekologicky, ale i ekonomicky výhodná. Na druhou stranu samotná recyklace papírových vláken přináší i jisté nevýhody. V procesu recyklace musí být ze sběrového papíru často odstraňovány zbytky barev, což je velmi náročné energeticky i z hlediska spotřebované vody a jejího čištění. Papír může být recyklován 4–6 krát, protože vlákna mají omezený počet cyklů životnosti, po který je možnou udržet jejich kvalitu a pevnost. Recyklace nikdy zcela nenahradí

potřebu primárních nepoužitých vláken. V oblasti papírenského průmyslu se běžně udává recyklace papíru jako poměr mezi použitým sběrovým papírem a celkovou produkcí papíru a lepenek, což v celosvětovém měřítku aktuálně činí 54 % [45].

Toto číslo je však do jisté míry zavádějící a uměle navyšuje množství použitého recyklovaného papíru ve výrobě. Základní předpoklad pro tento údaj je, že všechno vyhozený papír je určen pro recyklaci a ztráty při zpracování sběrového papíru jsou nulové. Pro přesnější představu využitelnosti recyklovaných vláken ve výrobě je zavedena tzv. míra recyklovaného vstupu (RIR), ta se určuje jako poměr použitého sběrového papíru ku celkovým zdrojům (sběrový papír a papír z primárních vláken). Po přepočtení původního výsledku, vychází hodnota RIR okolo 38 % [46]. I přes tento vysoký podíl recyklovaného papíru ve výrobě, uvádí Jaroslav Tymich, prezident ACPP, v rozhovoru pro redakci Průmyslové ekologie, že na evropském trhu začíná výrazně převyšovat nabídka tohoto zdroje. Základem této problematiky je snižující se kvalita sběrového papíru (rozdílné stáří vláken), omezení exportu do Asie a rozšíření výrobních kapacit v Evropě. V České republice se ročně vrátí do oběhu zhruba 200 tisíc tun recyklovaného papíru, to představuje pouze 20 % celkového sběru u nás [47].

Důležitými parametry u recyklace papíru jsou stáří vlákna a plánovaný počet použití. Výrazný rozdíl nastává u stáří vláken, ten lze nejlépe pozorovat při porovnání grafického a novinového papíru. Grafický papír vyžaduje vyšší podíl primárních vláken, zatím co novinový papír je vyroben zejména ze starších recyklovaných vláken. Stáří použitého vlákna je nepřímo úměrné k výsledné kvalitě papíru, z toho důvodu jsou pro grafické papíry vyžadovány kvalitnější zdroje vláknin než sběrový papír. Parametr plánovaného počtu použití se u jednotlivých produktů příliš neodlišuje a po třetím použití klesá pod 10% hranici. [45]. Kvalitu papíru ze sběrového papíru lze dnes výrazně zlepšit, a to použitím technologie Papermorphosis. Zařazením této technologie do procesu výroby papíru je umožněno získat pevnější papírová vlákna v příčném a podélném směru [48].

4. Certifikace a ekoznačení papírových produktů

Certifikace nebo ekologické značení výrobků slouží jako záruka pro spotřebitele. Organizace zajišťující toto označení garantují, že se jedná o ekologicky nezávadné produkty, které nemají negativní dopad na životnímu prostředí a zdraví člověka [49]. V dnešní době existuje celá řada firem se svou vlastní ekoznačkou a certifikačními programy. Tyto organizace se zaměřují na různá průmyslová odvětví, kde mnohdy rozhoduje pouze prestiž a cena za danou použitou ekoznačku. Mezi ty nejznámější organizace, v oblasti papírenského průmyslu, poskytující ekoznačení se řadí Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), EU Ecolabel, Modrý anděl a Nordic Swan. I přes vysoké nároky pro využívání těchto označení, je zájem firem o certifikace každým rokem větší a větší, to je způsobeno zejména zvýšenou poptávkou zákazníků po výrobcích s minimálním dopadem na životní prostředí. Zároveň dnes velkoobchody často považují tyto označení jako standard, a proto jsou přímo po papírnách vyžadovány specifické certifikáty jako ISO 14001, EMAS nebo FSC.

4.1 ISO normy

International Organization for Standardization je švýcarská společnost zabývající se výhradně mezinárodně dohodnutými standardy, které mají za cíl reagovat na globální problémy a tím zlepšovat ekonomickou, technologickou, sociální a ekologickou situaci na naší planetě. ISO normy jsou produktem této organizace a lze je vnímat jako nástroj, který při dodržování pomáhá zajistit jednodušší, bezpečnější a lepší život všech lidí [14].



Obr.7 Logo ISO [50]

Organizace ISO vznikla spojením dvou firem (UNSCC a ISA) v roce 1947, na jejím založení se podílelo 25 zemí a 67 specializovaných komisí. V roce 1951 vydala tato organizace svou první normu ISO/R 1:1951 Standardní referenční teplota v průmyslovém měření délek. I přes úpravy a inovace má tento konkrétní standard v dnešní době stále svou platnost ve formě normy ISO 1:2022. Během několika let se organizace ISO velmi rychle rozrostla. Až do roku

1971 se zaměřovala zejména na technické odvětví průmyslu (standardizace SI jednotek, přepravních kontejnerů apod.), v tomto roce ale tato společnost vydala 2 normy spravující kvalitu vody a ovzduší, které by měly být dostupné pro obyvatele dané oblasti. Z dnešního pohledu se jednalo o jeden z prvních kroků této organizace na cestě k ochraně životního prostředí [51].

Vlivem pandemie onemocnění Covid-19 došlo v roce 2020 k celosvětové zdravotnické krizi, tato událost ukázala organizaci ISO její pravý význam a důležitost její činnosti ve společnosti. ISO normy se ukázaly jako účinný nástroj pro řízení států, firem a jednotlivců v krizových situacích. Z toho důvodu se v roce 2021 společnost ISO rozhodla aktivně podpořit plán OSN tzv. Seventeen Sustainable Development Goals [14]. Jedná se o cíle Spojených národů, které by měly být naplněny v roce 2030. Mezi těchto 17 cílů patří zamezení chudobě a hladomorům, snížení emisí CO₂ a zastavení globálního oteplování, redukce znečištění ovzduší ve městech, vymýcení nerovnosti sociálních skupin a narušování lidských práv a svobod; zajištění dobrých podmínek pro život a kvalitní vzdělání, poskytnutí přístupu k čisté vodě a elektrické energii, vytváření příznivého ekonomického prostředí pro mladé lidi, vyčištění oceánů od plastů, rozvíjení udržitelného lesního hospodářství, zkvalitnění a rozvíjení ekologického průmyslu a infrastruktury, zvýšení podílu recyklace papíru, plastů, skla a hliníkových výrobků; spolupráce na mezinárodním trhu [52].

4.1.1 ISO 14001

ISO 14001 je nejrozšířenějším standardem zabývajícím se ochranou životního prostředí v oblasti papírenského průmyslu. První verze standardu byla vydána v roce 1996, jednalo se o období, kdy si jednotlivé státy začaly uvědomovat dopad tehdejšího průmyslu a hospodářství na životní prostředí. Docházelo k postupné reorganizaci od obchodních strategií až po výrobní procesy, tak aby se omezilo zatěžování životního prostředí na minimum. Prostřednictvím tohoto standardu lze v podniku určit, řídit a kontrolovat snížení nežádoucího vlivu výroby na životní prostředí. Při zavedení tohoto standardu do chodu podniku se zjistilo, že efektivně pomáhá s integrací ekologického provozu firmy, zvyšuje environmentální citění vedení či zaměstnanců, zlepšuje pověst společnosti na poli mezinárodního trhu a v neposlední řadě navyšuje podíl zisků podniku. Používání normy ISO 14001:2015 není podmíněno žádnou certifikací založenou na tomto standardu, nicméně je doporučeno přijmout takové certifikační programy, které splňují tento příslušný standard ve všech jeho bodech.

Jako každá norma organizace ISO je i tato pravidelně revidována a aktualizována podle podrobné analýzy dané globální problematiky či nově nastolených trendů. V roce 2021 byla tato poslední verze standardu ISO 14001:2015 schválena bez změny. Další výhodou přijetí této normy v podnicích, kterou uvádí organizace ISO, je kompatibilita se standardy ISO 14090 (Adaptace na klimatické změny), ISO 9001 (Systém řízení kvality) a ISO 45001 (BOZP) [53]. Tato kombinace norem se stala v posledních letech běžnou součástí optimální průmyslové výroby po celém světě.

Prospěšnost standardu ISO 14001 v praxi

Není pochyb o pravdivosti výše zmíněných informací, které ve svých brožurách uvádí organizace ISO, důkazem je řada průzkumů, které provádí nezávislé výzkumné instituty. Zavedením normy se, podle dostupných informací, skutečně zvyšuje zisk a prestiž firmy. Na druhou stranu se velmi často neuvádí počáteční náklady spojené s implementací standardu do chodu podniku, které mohou zpočátku výrazně převýšit výnosnost firmy. V určitých případech je nutné pro zavedení normy ISO 14001 reorganizovat řízení podniku, modernizovat výrobní stroje a postupy, provést školení pracovníků atd.

Jak prokázaly výsledky průzkumů, které se ve svém zkoumání zaměřily především na ekonomickou a organizační situaci v daném podniku po implementaci standardu ISO 14001, po zavedení normy do výrobního procesu si podniky při překonání počátečních nákladů polepšily ve všech ohledech. Celkový dopad normy ISO 14001 na dění ve firmě lze tedy vnímat skutečně spíše jako prospěšný, a to nejen z hlediska ochrany životního prostředí, ale také tedy z hlediska manažerského a ekonomického. Některé studie také výslovně doporučují spolu se standardem ISO 14001 přijmout také ISO 9001, který podle výsledků zefektivňuje řízení a navyšuje celkovou výkonnost podniku [54].

Podle průzkumu, zajišťovaného kanadským výzkumným ústavem pro enviromentální ekonomiku, je nutné obecně standardy brát pouze jako identifikátor případných problémů, které mohou vznikat například trváním na zastaralých systémech výrobních procesů. Papírenský průmysl se v tomto ohledu ukázal jako velmi přívětivý. Na rozdíl od ostatních odvětví průmyslu bylo zaznamenáno, že po zavedení mezinárodního standardu ISO 14001 v papírnách vykazují snížené emise skleníkových plynů a menší znečištění vody. Nutno ale zdůraznit, že samotná implementace standardu a systému enviromentálního řízení nezajišťuje podniku snížení pevných emisí nebo podíl odpadních vod, můžou se vyskytnout náklady pro zakoupení nových technologií pro jejich dosažení [55].

4.2 Obecné požadavky pro udělování ekoznaček

Kromě zaplacení určité částky za možnost používání ekoznačky je výrobce produktu povinen provést v první řadě podrobnou analýzu výrobního procesu. Pro udělení certifikátu musí výsledné hodnoty odpovídat pevně stanovenému rozsahu. Tyto parametry jsou nastavovány podle již zmíněných mezinárodních norem, a to především normy ISO řady 14000 nebo, v případě EU Ecolabel, se upravují na základě rozhodnutí komise Evropské unie [49].

Podle rozhodnutí Evropské komise ze dne 7. června 2011 jsou pro udělení ekoznačky EU Ecolabel kontrolována u žadatele následující kritéria – vypouštění konkrétních emisí do vody a ovzduší, spotřeba energií, zdroj použitých vláken, produkce nebezpečných látek, nakládání s odpady, použití produktů a mnoho dalších [56]. Každý tento aspekt je hodnocen speciálním systémem bodování. Vyhodnocení zahrnuje veškeré výrobní procesy spojené s produkcí papíru, počínaje odběrem zdroje výroby až po distribuci vyhotoveného papírového produktu. Mimo jiné toto rozhodnutí přesně stanovuje obsah popisku na obalu, kde musí být uveden podíl recyklovaných vláken nebo je zde výrobce povinen uvést apel na sběr a recyklaci papíru. Posledním požadavkem je i uvedení informací o samotné ekoznačce EU Ecolabel, kde je uvedena nezávadnost výrobku a identifikační číslo odkazující na mezinárodní databázi.



Obr.8 Ekoznačka EU Ecolabel [57]

Při splnění všech těchto přísných měření a podmínek je žadatel vyzván k zaplacení ročního poplatku a až poté je výrobce oprávněn na svých produktech uvádět logo certifikátu EU Ecolabel podle stanovených pravidel k použití. Výše ročního poplatku za použití se u této značky pohybuje od 200 do 25 000 €, výsledná částka je stanovena podle časového horizontu používání, velikosti a lokace firmy [58]. Obdobný postup schvalování a cen lze nalézt i u ostatních ověřených poskytovatelů certifikací a ekoznačení.

4.3 Garance dřeva jako udržitelného zdroje

V roce 1990 bylo vykáceno 17 miliónů hektarů tropického lesa. V roce 1992 se v brazilském městě Rio de Janeiro konala mezinárodní konference OSN se zaměřením na ochranu životního prostředí, kde se poprvé v historii projednávalo označení udržitelného a obnovitelného lesního hospodářství. Odebírání dřeva z udržitelného lesa by mělo být uhlíkově neutrální, zárukou tohoto označení by se měly stát tzv. certifikace, které stojí za vznikem konceptu certifikovaných lesů. Průmyslové podniky, využívající dřeviny jako primárního zdroje výroby, tak dostaly možnost snížit svůj dopad na životní prostředí odběrem dřeva z ověřeného udržitelného lesa. Během let vznikla celá řada organizací se svými certifikačními programy zaměřujícími se na obnovu lesů. Do roku 2003 bylo na celém světě certifikováno 117 miliónů hektarů lesa, a to zejména na území Evropy a Severní Ameriky [59].

V současné době certifikační systém usnadňuje orientaci prodávajících a odběratelů na mezinárodním trhu se dřevem. Přední organizace pro ochranu životního prostředí, zaštiťující tyto certifikáty, se v posledních letech zaměřují zejména na lesní hospodářství v Asii a Jižní Americe, které představují dohromady přes polovinu veškeré lesní plochy na naší planetě.

4.3.1 FSC

Nezisková organizace Forest Stewardship Council je původem z Mexika. Jedná se historicky o jednu z prvních firem zaměřující se na certifikační programy v oblasti dřevního průmyslu. Jako reakci na konferenci OSN v Riu, v roce 1993, zakládá FSC svou první certifikaci zaměřenou na udržitelné lesní hospodářství. Poprvé se toto dobrovolné ekoznačení použilo v tomtéž roce ve Velké Británii. Na přelomu tisíciletí se vnímání veřejnosti ohledně zatěžování životního prostředí změnilo. Společnost začala dávat větší důraz na jeho ochranu, což pomohlo certifikačním firmám k vzestupu. Aktuálně je certifikace organizace FSC rozšířena po celém světě. V Evropě a Spojených státech amerických je toto ekoznačení také jedním z běžných standardů, který je přímo požadován odběrateli papírových výrobků od papíren. Mimo jiné se tato firma v roce 1998 rozhodla ke spravování vlastních lesů, které dnes přesahují plochu 200 miliónů hektarů [60].

Národní kancelář FSC ČR byla v naší republice založena v roce 2002, od tohoto roku se podařilo sdružit téměř 33 firem a jednotlivců, kteří mají motivaci zkvalitnit ekologickou, ekonomickou a sociální situaci týkající se lesů v České republice. Zároveň došlo v roce 2020 k výraznému nárůstu počtu českých firem s certifikací FSC na mezinárodním trhu na 11 % a k 9% nárůstu rozlohy certifikovaných lesů [13].



Obr.9 Certifikace FSC [61, 62, 63]

Tyto 3 typy certifikátů jsou označovány jako CoC (certifikace pro zpracovatelské řetězce) a jsou kontrolovány třemi systémy hodnocení podle stanoveného standardu FSC-STD-40-004a. Mezi kontrolní systémy se řadí transferový, procentuální a kreditní systém. Volbou druhu certifikace a způsobu hodnocení se tyto ekoznačení dále rozdělují podle požadovaných nároků na plnění podmínek výše zmíněného standardu [64].

Transferový systém

Tento způsob kontrolního systému se může použít pro všechny druhy certifikací FSC, ale zároveň se jedná o jediný způsob, jak získat FSC 100 % certifikaci. Předmětem kontroly jsou všechny vstupní materiály. V případě jsou-li splněny přísné nároky vztahující se na všechny fáze výrobního procesu, je možné veškeré produkty označit požadovanou certifikační ekoznačkou. Transferový systém hodnocení je jediný možný systém kontroly certifikace, kterým mohou získat výrobci nedřevěných lesních produktů v oblasti potravinářství a léčiv příslušnou certifikaci.

Procentuální systém

U procentuálního systému kontroly se určuje poměr vstupních materiálů ku celkovému objemu surovin z lesní produkce, výstupní hodnota tohoto podílu se označuje jako výstupní FSC procento. Každý podnik mající či žádající certifikaci FSC Recycled % nebo FSC Mix % musí mít tuto procentuální hodnotu vyšší než 50 %, pokud není stanoveno organizací jinak. Časový úsek, za který je tato kontrola prováděna je stanoven samotnou výrobní společností, zároveň ale nesmí interval revize přesáhnout 12 měsíců. Je-li překročeno výstupní FSC procento z procentuálního prohlášení, je certifikace majiteli společnosti odebrána.

Kreditní systém

Obdobně jako v předchozím systému kontroly je i tato určena pouze pro certifikace typu FSC Recycled Credit a FSC Mix Credit. Základním rozdílem od ostatních kontrol je, že se může týkat pouze určité skupiny vstupů nebo výrobků, pro které se zakládají tzv. kreditní účty. Tyto kredity se stanovují na základě prodaných výstupů a množství potřebných zdrojů, ty se pomocí konverzních faktorů organizace FSC převedou na kredity. Tento systém kontroly je ale omezen a není možné ho využít pro určitá odvětví průmyslu, mezi která patří i papírenské a tiskařské podniky [65].

4.3.2 PEFC

Organizace Forest Stewardship Council je ve světě známa především díky vysokým nárokům na ekologii a sociální zaměření firem, díky čemuž si v dnešní době nese označení jako jedna z nejprestižnějších ekoznaček. Mezi další velmi uznávané certifikační organizace v oblasti lesního hospodářství se řadí Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), která je ve světě považována za nejrozšířenější, a to zejména díky svému jednoduššímu přístupu k certifikačnímu systému. Na rozdíl od FSC nabízí tato organizace pouze jeden typ certifikačního programu. I přesto se tyto dvě značky nevyklučují a dnes se již běžně vyžadují oba tyto certifikáty pro jeden výrobek. Příkladem jsou národní parky v České republice, Krkonošský národní park vlastní kombinaci certifikátů FSC i PEFC. Společnost PEFC byla založena v roce 1999, její hlavní záměr bylo splnění požadavků lokálních vlastníků lesa, kteří si nemohli dovolit vstoupit do prestižních certifikačních programů. Tohoto cíle se tato certifikační organizace drží dodnes, a i přes svůj globální růst dává stále důraz na menší vlastníky lesů [66].

Obdobně jako u předchozích ekoznaček, je i certifikační systém PEFC založen na mezinárodně domluvených procesech a návodech, které by měly vést k trvale udržitelnému lesnímu hospodářství. Tato kritéria neustále procházejí revizemi a úpravami, tak aby bylo možné dosáhnout, co možná nejvyšších ekologických a sociálních standardů. Na našem území tato společnost pracuje jako dceřiná organizace pod záštitou PEFC Česká republika, ta spolupracuje s vlastníky lesa, zpracovateli dřeva nebo dalšími zájmovými skupinami z oblasti lesního hospodářství. Mezi tyto kategorie se řadí například státní podnik Lesy České republiky, Vojenské lesy a statky, Česká zemědělská univerzita, Mendelova univerzita, Česká asociace podnikatelů lesního hospodářství nebo Česká lesnická společnost [67].

Požadavky pro používání certifikační známky organizace PEFC lze pomyslně rozdělit do tří kategorií – obecné, technické a grafické. Mezi obecné nároky na používání ekoznačky se řadí vymezení pravidel a právních předpisů, které regulují zacházení se samotnou certifikační známkou na výrobcích či propagačních materiálech dané firmy. Každá ochranná známka PEFC umístěná na produkt firmy musí obsahovat správný odkaz na Radu PEFC a licenční číslo daného podniku, který je přidělen organizací PEFC (viz. Obr. 10); nesmí být obsažena v logu nebo názvu výrobku; při použití jiné certifikační ekoznačky, musí být specifikováno, které vlastnosti výrobku se vztahují k certifikaci PEFC. V rámci obecných požadavků si Rada PEFC také vyhrazuje právo odmítnout či zakázat používání jejich ochranné certifikační známky pro danou firmu, je-li shledáno, že je narušena základní vize a poslání organizace PEFC. Obecná pravidla pro používání certifikační značky také rozdělují odběratele do tzv. uživatelských skupin, které se rozlišují oprávněním používáním PEFC označení. Národní řídicí orgány (skupina A) a subjekty certifikované podle PEFC standardu trvale udržitelného hospodaření v lesnictví (skupina B) nemají povoleno uvádět ekoznačku na svých produktech, toto oprávnění mají pouze subjekty s certifikací spotřebitelského řetězce podle standardu PEFC (skupina C), nicméně všechny skupiny a to včetně skupiny D (nezařazení uživatelé) mohou certifikační označení organizace PEFC uvádět mimo své produkty například v propagačních materiálech nebo na internetových stránkách dané firmy.



Obr.10 Ukázka certifikační známky PEFC [68]

Technické a grafické požadavky stanovují podmínky o podobě certifikační známky uvedené na produktu nebo mimo něj. Každá certifikační známka musí obsahovat informace o značce, odkaz na webovou stránku, viditelný rámeček a být vybarvená v jedné ze třech povolených barev (originální zelená, černá, bílá). V případě je-li výsledný produkt zpracován pouze z recyklovaných surovin, dojde podle technických požadavků organizace PEFC ke změně označení „Certifikováno PEFC“ na „Recyklováno PEFC“. Rozdílnost těchto dvou označení je v obsahu recyklované suroviny [69].

4.4 Ekoznačky šetrné k životnímu prostředí

Mimo snahu o udržitelné lesní hospodářství se řada certifikačních organizací zaměřuje na ochranu životního prostředí i v jiných aspektech výroby, například se snaží regulovat uvolněné množství emisí oxidu uhličitého, podporují vývoj ekologicky čisté energie nebo se starají o zajištění dostatečné bezpečnosti pracovních podmínek v podniku.

4.4.1 Modrý anděl

Tato značka vznikla usnesením ministerstva životního prostředí a jaderné bezpečnosti Spolkové republiky Německa v roce 1972 a jde tedy o jednu z nejstarších ekologických certifikačních známek na mezinárodním trhu. Ekoznačka Modrého anděla byla založena s cílem zamezení vymírání ohrožených druhů a klimatických změn vlivem nešetrné průmyslové a hospodářské výroby [70]. Logo Modrého anděla je vždy opatřeno vavřínovým prstencem, postavou uprostřed, nápis Blauer Engel a štítkem ekoznačky (viz. Obr. 11).



Obr.11 Logo Modrého anděla [71]

Pro udělení této značky je nutné uzavřít základní smlouvu s organizací Modrý anděl, zaplatit roční poplatek 400 € (v případě prodloužení smlouvy je výše ročního poplatku stanovena pouze ve výši 200 €) a splnit požadovaná kritéria pro daný produkt, který je předmětem certifikace. Tato kritéria jsou stanovena samotnou organizací v rámci nezávislých studií, mezinárodních dohod, standardů a odbornou konzultací [72]. Příkladem těchto kritérií mohou být specifikace výroby grafických papírů a lepenek, kde je hlavním cílem používání výhradně sběrového papíru a omezení technicky nepotřebných látek v produkci, tím rozuměno nahrazení chlórových, halogenových, komplexotvorných bělidel a zákaz používání OZP, azobarviv, pigmentů uvolňujících aminy a aditiv s obsahem minerálních olejů atd. Po splnění těchto podmínek je Porotou Modrého anděla rozhodnuto o udělení ekoznačky [73]. Aktuálně organizace Modrý anděl působí převážně na území Německa, na globálním trhu uzavírají tzv. dohody o vzájemné toleranci a navazují úzké spolupráce s dalšími státy (Čína, Japonsko, Rakousko, Jižní Korea) nebo přímo s jinými certifikačními ekoznačkami (EU Ecolabel) [74].

4.4.2 Nordic Swan

Unikátní ekoznačkou v tomto odvětví je Nordic Swan, na rozdíl od ostatních již zmíněných certifikačních známek, je toto označení geograficky omezeno pouze na severské země, kam se řadí Norsko, Švédsko, Finsko, Dánsko a Island. Ekoznačka Nordic Swan byla založena v roce 1989 za účelem zvýšení udržitelnosti a šetrnosti severských výrobků k životnímu prostředí, což se Nordic Swan daří dodnes. Z toho důvodu byla tato organizace v roce 1994 přizvána společností ISO jako jeden ze zakládajících členů Global Ecolabelling Network, jedná se o síť sdružující světové ekoznačky do jedné přehledné databáze, tato síť byla založena na standardu ISO 14024 Type 1 [75]. Obdobných ekologických aktivit se Nordic Swan drží dodnes, v roce 2021 se po uvedení programu Seventeen Sustainable Development Goals, představený OSN, rozhodla tento plán plně podpořit a tím si nastavila rok 2030 jako důležitý milník ve své budoucí činnosti [76].



Obr.12 Certifikační ekoznačka Nordic Swan [77]

Obdobně jako u certifikační společnosti Modrý anděl i Nordic Swan zaštiťuje certifikaci velkého množství výrobků. Aktuálně je možné u této organizace certifikovat více než 25 000 různých produktů, které jsou rozděleny do tzv. produktových skupin [75], mezi tyto skupiny výrobků se řadí např. barvy, baterie, textil, kosmetika, tiskařské komponenty nebo papírové produkty [78].

Pro certifikaci jsou zkoumány 4 aspekty výrobního procesu, mezi které patří používání udržitelných materiálů pro výrobu, hospodářství podniku a způsob financování, použité zdroje energií, postavení firmy ke klimatickým změnám a chemické znečištění [79], ke kterému je společnost Nordic Swan obzvlášť nekompromisní, v tomto ohledu je známa svými přísnými nároky [80]. Na rozdíl od ostatních certifikačních organizací je výše ročního poplatku za používání ekoznačky na produktech stanovena podle výše ročních příjmů, exportu do zahraničí. Avšak minimální částka ročního poplatku za užívání certifikační známky Nordic Swan je stanovena na 2 000 € bez daně [81].

4.5 Konkurence certifikačních organizací

Na světovém trhu se aktuálně pohybuje obrovské množství vládních, průmyslových a enviromentálních certifikačních organizací zaměřujících se výhradně na ochranu životního prostředí. Jejich konkurenceschopnost na trhu je daná zaměřením certifikační organizace, vnímáním certifikátů ve společnosti a vlastníkem ekoznačení. Jeden z příkladů dlouhotrvající konkurence ekoznačení lze nalézt v oblasti průmyslu udržitelného lesního hospodářství na americkém trhu, a tím jsou programy organizací FSC a SFI. Neustále se zvyšující počet certifikátů, od menších i větších firem, měl podle průzkumů negativní vliv na spotřebitele. Organizace vlastníci ekoznačku mohou fungovat na základě odlišných norem, což mělo za následek nepřehlednost v celém odvětví. Jedním z předních aspektů, který ovlivňuje volbu spotřebitelů, je podpora dané ekoznačky na domácím trhu vládou [82]. Příkladem je dlouholetá spolupráce vlády České republiky a PEFC, díky čemuž bylo možné zrealizovat na našem území řadu projektů na záchranu českých lesů [83].

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo osvětlit vliv výroby papíru na životní prostředí, rozvést jednotlivé negativní dopady produkce a pokusit se upravit obecné veřejné mínění. První téma, zaměřené na ekologické aspekty výroby papíru se týká interakce lesního hospodářství a výroby papíru, kde se v rámci veřejného mínění je možné velmi často setkat s negativním postojem k této problematice. Jak ale vyplývá z uvedených dat, tak je tento názor mylný. Co se týče stavu lesů, tak na našem území jsou aktuálně vážnější problémy např. rozsáhlé lesní požáry, monokulturní skladba lesů a s tím spojená kůrovcová kalamita.

Práce zkoumá také nároky na energetickou náročnost a uvolňování emisí skleníkových plynů, které se při porovnání dat z Přílohy A (Obr. 5, 6) s ostatními odvětvími průmyslu ukázaly jako zanedbatelné. Daleko závažnější problémem se ale ukázalo znečišťování vodních toků. Tento problém se z prvopočátku průmyslové výroby papíru týkal zejména bělení papíru, což při aplikaci bělení typu ECF a TCF do produkce de facto vymizelo. Aktuálně se tato problematika týká neustálého zvyšování podílu recyklovaného papíru ve výrobě, které zapříčiňují zvyšování podílu toxických látek v odpadních vodách. Je tedy nutné, aby výroba papíru s příchodem nových technologických postupů byla neustále podrobována kontrole a zefektivňována s ohledem na životní prostředí. V posledních několika letech se stala trendem snaha o nalezení jiného zdroje primární vlákniny pro výrobu papíru. Papíry z těchto nových materiálů by měly dosahovat podobné kvality, jejich produkce by měla být méně nákladná a dostupnost suroviny by měla být podstatně přístupnější. Tyto podmínky stále žádný materiál pro velkokapacitní výrobu nespĺňuje, pro produkci se stále upřednostňuje použití primárních nebo recyklovaných vláken ze dřeva. Nicméně se již řada materiálů používá v malém nákladu nebo v kombinaci s klasickými zdroji výroby.

Jak ukázaly jednotlivé průzkumy, tak velkou roli na ekonomickou a ekologickou situaci papírových podniků mají certifikace. Získání těchto certifikačních značek a osvědčení je v dnešní době běžnou součástí výrobního procesu. I přes obecně vysoké počáteční náklady se certifikace a dodržování mezinárodních norem ukázaly jako účinný nástroj pro dosažení ekologické výroby papíru. Skrze tyto osvědčení lze celosvětově kontrolovat nezávadnost činnosti papírenského průmyslu a s ohledem na nově vyvinuté technologie také neustále vyvíjet tlak na výrobní podniky, čímž je možné efektivně snižovat dopad papírenského průmyslu na životní prostředí.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ARNIKA. Šetrné papírování: Vybraná data o papíru [online]. Arnika.org, 2020 [cit. 2022-09-25]. Dostupné z: <https://arnika.org/toxicke-latky/nase-temata/pro-spotrebitele/setrne-papirovani>
- [2] KORDA, Josef. Papírenská encyklopedie. Praha: SNTL, 1992. ISBN 8 0-03-00647-3.
- [3] Paper making machine: a schematic side elevation (top), and a bird's-eye view (below), both lettered for a key. Engraving. In: Wellcome Collection [online]. London [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://wellcomecollection.org/works/u5jw2qqm>
- [4] ZUMAN, František, VYKYDAL, Miroslav a Josef KORDA, ed. Papír: historie řemesla a výrobní techniky. [Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1983-1985].
- [5] Pozdravy z Bubeneče. In: Bubeneč - historie a současnost pražské čtvrti [online]. Praha, 2004 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.bubenec.eu/papirna-cisarsky-mlyn/>
- [6] TYMICH, Jaroslav. Současný stav a perspektivy papírenského průmyslu [online]. Praha: Asociace českého papírenského průmyslu, 2021 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <http://www.acpp.cz/novinky/soucasny-stav-a-perspektivy-papirenskeho-prumyslu>
- [7] Papír a celulóza: Odborný časopis českého a slovenského papírenského průmyslu [online]. 2020 (2–3). 27–28 [cit. 2023-01-027]. ISSN 0031-1421. Dostupné z: <http://www.acpp.cz/casopis-pac/archiv>
- [8] Papír a celulóza: Odborný časopis českého a slovenského papírenského průmyslu [online]. 2022 (4–5). 81 [cit. 2023-01-027]. ISSN 0031-1421. Dostupné z: <http://www.acpp.cz/casopis-pac/archiv>
- [9] KINDL, Ing. Josef. Výroba buničiny a papíru: Výroba chemické buničiny. Mezistromy.cz [online]. Praha [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/materialy-na-bazi-dreva/vyroba-buniciny-a-papiru-/odborny>
- [10] KAPLANOVÁ, Marie a kol. Moderní polygrafie. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2010, 391 s. ISBN 978-80-254-4230-2
- [11] GEBRTOVÁ, Jaa. Polygrafické sešity: Tiskové papíry a jejich vlastnosti. 2. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1997. 11–14 s. ISBN 80-7194-103-4.

- [12] PANÁK, Ján, Michal ČEPPAN, Vladimír DVONKA, Ľudovít KARPINSKÝ, Pavel KORDOŠ, Milan MIKULA a Stefan JAKUCEWICZ. Polygrafické minimum. 2. doplněné vydání. Bratislava: TypoSet, 2000, 264 s. ISBN 80-967811-3-8.
- [13] FSC ČESKÁ REPUBLIKA. Výroční Zpráva FSC ČR 2021. Czechfsc.cz [online]. Brno: Národní kancelář FSC ČR, 2022 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://www.czechfsc.cz/cz-cs/vyrocní-zpravy-fsc-cr>
- [14] ISO. ISO Strategy 2030 [online]. 2021. 3–24 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.iso.org/publication/PUB100364.html>
- [15] NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING AND NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Industrial Environmental Performance Metrics: Challenges and Opportunities [online]. 1. Washington, DC: The National Academies Press, 1999 [cit. 2022-10-01]. ISBN 978-0-309-17300-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.17226/9458>. Strana 129–137.
- [16] ROBERT C. WILLIAMS PAPER MUSEUM. Recycling in the Paper Industry [online]. Atlanta, Georgia: Institute of Paper Science and Technology at Georgia Tech., 2006 [cit. 2022-10-01]. Dostupné z: http://ipst.gatech.edu/amp/collection/museum_recycling.htm
- [17] CONFEDERATION OF PAPER INDUSTRIES. Paper: Myths & Facts [online]. 1. 1 Rivenhall Road, Swindon, Wiltshire SN5 7BD, s. 12 [cit. 2022-10-01]. <https://thecpi.org.uk/library/PDF/Public/Publications/Other/Myths%20and%20the%20Facts.pdf>. Dostupné z: <https://www.paper.org.uk/CPI/CPI/Content/Information/Myths-and-Facts.aspx?hkey=f7fca509-8f6e-4a4b-b5f6-17a0c94b69c7>
- [18] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. FAO yearbook: Forest product [online]. 1993. [cit. 2022-10-02]. ISSN 0084-3768. Dostupné z: <https://www.fao.org/forestry/statistics/80570/en/>. Strana 87, 285.
- [19] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. FAO yearbook: Forest product [online]. 2018. [cit. 2022-10-02]. ISSN 1020-458X. Dostupné z: <https://www.fao.org/forestry/statistics/80570/en/>. Strana 256, 284, 292.
- [20] CENIA. Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2020 [online]. 2021, 593 s. [cit. 2022-11-24]. ISBN 978-80-7674-024-2. Dostupné z: https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2022/01/Statisticka_Rocenka_ZP_CR-2020.pdf. Strana 296-298.

- [21] ZPRÁVA O STAVU LESA A LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2020 [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021, 128 s. [cit. 2022-11-30]. ISBN 978-80-7434-625-5. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/informace-o-lese-a-myslivosti/>. Strana 53-56.
- [22] Papír a celulóza: Odborný časopis českého a slovenského papírenského průmyslu [online]. 2022 (6). 116–117 [cit. 2023-01-027]. ISSN 0031-1421. Dostupné z: <http://www.acpp.cz/casopis-pac/archiv>
- [23] ČESKO. Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů In: Sbíрка zákonů České republiky. 1995, částka 76, s. 3946–3967. ISSN 1211-1244. Dostupný také <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2887>
- [24] PINTOR-IBARRA, Luis, J Jesús RIVERA-PRADO, Maginot HEYA a José RUTIAGA-QUIÑONES. Evaluation of the Chemical Components of Eichhornia crassipes as an Alternative Raw Material for Pulp and Paper. *Bioresources* [online]. 2018(13), 15 [cit. 2023-01-12]. ISSN 1930-2126. Dostupné z: [doi:10.15376/biores.13.2.2800-2813](https://doi.org/10.15376/biores.13.2.2800-2813)
- [25] ISTIROKHATUN, Titik, Nur ROKHATI, Richa RACHMAWATY, Metty MERIYANI, Slamet PRIYANTO a Heru SUSANTO. Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation. *Procedia Environmental Sciences* [online]. 2015(23), 8 [cit. 2023-01-12]. ISSN 1878-0296. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041)
- [26] SAMDIN, Zaiton, Mohd RAZALI, Rosman AINISHIFAA, Khaw ALFRED a Norfaryanti KAMARUDDIN. Eucalyptus in Malaysia: Review on Environmental Impacts. *Journal of Landscape Ecology* [online]. 2020(13), 79–88 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1805-4196. Dostupné z: [doi:10.2478/jlecol-2020-0011](https://doi.org/10.2478/jlecol-2020-0011).
- [27] MORAIS, Flávia, Ana CARTA, Maria AMARAL a Joana CURTO. Micro/nano-fibrillated cellulose (MFC/NFC) fibers as an additive to maximize eucalyptus fibers on tissue paper production. *Cellulose* [online]. 2021(28), 19 [cit. 2023-01-21]. ISSN 6587–6605. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1007/s10570-021-03912-9](https://doi.org/10.1007/s10570-021-03912-9)
- [28] CRINI, Grégorio, Eric LICHTFOUSE, Gilles CHANET a Nadia CRINI. Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. *Environmental Chemistry*

Letters [online]. 2020(18), 5–6 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1610-3661. Dostupné z: doi:10.1007/s10311-020-01029-2

[29] HEMP INNOVATIONS FOUNDATION. Hemp Innovations Foundation Awards First Hemp Grant: Hemp Press. <https://hempinnovationsfoundation.org/> [online]. Washington DC, 15. listopad 2022 [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: <https://hempinnovationsfoundation.org/wp-content/uploads/2022/11/Hemp-Recycles-Press-Release-11.15.2022.pdf>

[30] ATANU, Kumar Das, Akiho NAKAGAWA-IZUMI a Hiroshi OHI. Evaluation of Pulp Quality of Three Non-Wood Species as Alternative Raw Materials for Paper Production. JAPAN TAPPI JOURNAL [online]. 2015(69), 549–553 [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: doi: 10.2524/jtappij.1501

[31] MUNA, Ali a T.R SREEKRISHNAN. Aquatic toxicity from pulp and paper mill effluents: a review. Advances in Environmental Research [online]. 2001, 5(2), 22 [cit. 2023-01-05]. ISSN 1093-0191. Dostupné z: doi: [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(00\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(00)00055-1)

[32] MOHAMMADREZA, Kamali a Zahra KHODAPARAST. Review on recent developments on pulp and paper mill wastewater treatment. Ecotoxicology and Environmental Safety [online]. 2015, (114), 17 [cit. 2023-01-05]. ISSN 0147-6513. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.05.005>

[33] BALABANIČ, Damjan, Metka FILIPIČ, Aleksandra Krivograd KLEMENČIČ a Bojana ŽEGURA. Raw and biologically treated paper mill wastewater effluents and the recipient surface waters: Cytotoxic and genotoxic activity and the presence of endocrine disrupting compounds. Science of The Total Environment [online]. 2017(574), 12 [cit. 2023-01-05]. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.030>

[34] SHARMA, Nirmal, Nishi K. BHARDWAJ a Ram Bhushan Prashad SINGH. Environmental issues of pulp bleaching and prospects of peracetic acid pulp bleaching: A review. Journal of Cleaner Production [online]. 2020(256), 2–9 [cit. 2023-01-08]. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120338>

[35] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Ambient Water Quality Criteria For Chlorine 1984 [online]. Leden 1985, 3–11 [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=20011OLZ.txt>

[36] NATIONAL COUNCIL FOR AIR AND STREAM IMPROVEMENT. Environmental footprint comparison tool: Effects of decreased release of chlorinated compounds [online].

United States of America Research Triangle Park: NCASI, 2013, 4–15 [cit. 2023-01-08].
Dostupné z: <http://www.paperenvironment.org/chlorinatedcompounds.html>

[37] Papír a celulóza: časopis českého papírenského průmyslu. 2013. Praha: Svaz průmyslu papíru a celulózy. ISSN 0031-1421. Strana 3.

[38] DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. Waste Strategy Annual Progress Report: Waste Strategy for England 2007 Annexes [online]. Spojené království Velké Británie a Severního Irska: Vláda, 2007, 371 s. [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/publications/waste-strategy-for-england-2007>. (Strana 71. Tabulka A28.)

[39] RITCHIE, Hannah, Max ROSER a Pablo ROSADO. GLOBAL CHANGE DATA LAB. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions: Emissions by sector. Ourworldindata.org [online]. [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

[40] MAN, Yi, Mengna HONG, Jigeng LI, Sheng YANG, Yu QIAN a Huanbin LIU. Paper mills integrated gasification combined cycle process with high energy efficiency for cleaner production. SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Journal of Cleaner Production [online]. 2017(156), 9 [cit. 2022-12-31]. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.228>

[41] HELGI LIBRARY. Paper and Paperboard Production. HelgiLibrary.com [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://www.helgilibrary.com/indicators/paper-and-paperboard-production/>

[42] HELGI LIBRARY. Production of Pulp for Paper. HelgiLibrary.com [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://www.helgilibrary.com/indicators/production-of-pulp-for-paper/>

[43] MAN, Yi, Yulin HAN, Jigeng LI a Mengna HONG. Review of energy consumption research for papermaking industry based on life cycle analysis. SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Chemical Industry and Engineering [online]. 2019(27), 11 [cit. 2022-12-31]. ISSN 1004-9541. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2018.08.017>

[44] ZBOŘIL, Josef, Jan KOUBSKÝ a Miroslav KOVÁŘ. Manuál prevence a minimalizace odpadů pro papírenský průmysl [online]. In: ČESKÉ CENTRUM ČISTŠÍ PRODUKCE. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004, 8–42 [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: https://prirucka.ekohelp.cz/PE57/dokumenty/dokumenty/b-odpady/manual_pro_papirny.pdf

- [45] MEINL, Gert, Lydia TEMPEL, Mike SCHIEFER a Constanze SEIDEMANN. How old are fibers in paper for recycling and what is their life expectancy? A contribution to the life cycle assessment of wood fiber-based products. *Tappi Journal* [online]. 2017(16), 397–403 [cit. 2023-01-23]. ISSN 0734-1415. Dostupné z: doi:10.32964/TJ16.7.397
- [46] VAN EWIJK, Stijin, Julia STEGEMANN a Paul EKINS. Global Life Cycle Paper Flows, Recycling Metrics, and Material Efficiency. *Journal of Industrial Ecology* [online]. 2017(22), 691–692 [cit. 2023-01-23]. ISSN 1530-9290. Dostupné z: doi:10.1111/jiec.12613
- [47] PRŮMYSLOVÁ EKOLOGIE. Máme v Česku dostatek kapacit pro recyklaci sběrového papíru? *Průmyslovaekologie.cz* [online]. 25. listopadu 2019 [cit. 2023-01-23]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/mame-v-cesku-dostatek-kapacit-pro-recyklaci-sberoveho-papiru->
- [48] STERNER, Marion a Mikael MAGNUSSON. Innovative technology for making improved paper from the poorest fibers. *Tappi Journal* [online]. 2017(16), 633–637 [cit. 2023-01-24]. ISSN 0734-1415. Dostupné z: doi:10.32964/TJ16.11.633
- [49] CENIA. O ekoznačkách: Co je to ekoznačení? [online]. Praha [cit. 2023-01-30]. Dostupné z: <https://www.ekoznacka.cz/co-je-to-ekoznaceni/>
- [50] ISO-e1538996534469. In: *Quality Book* [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://quality-book.com/iso-e1538996534469/>
- [51] ISO. About us: Our Story begins in 1946 [online]. [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.iso.org/about-us.html>
- [52] UNITED NATION. Take Action for the Sustainable Development Goals [online]. 2015 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- [53] ISO. Introduction to ISO 14001:2015 [online]. 2021, 2–10 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.iso.org/publication/PUB100371.html>
- [54] REIS, Aline, Fábio NEVES, Suzana HIKICHI, Luiz BEIJO a Eduardo SALGADO. Is ISO 14001 certification really good to the company?: A critical analysis [online]. In: . 28. 2018, s. 4–13 [cit. 2023-03-08]. ISSN 1980-5411. Dostupné z: doi:10.1590/0103-6513.20180073

- [55] BARLA, Philippe. ISO 14001 certification and environmental performance in Quebec's pulp and paper industry. *Journal of Environmental Economics and Management* [online]. 53. 2007, s. 305 it. 2023-03-08]. ISSN 0095-0696. Dostupné z: doi:10.1016/j.jeem.2006.10.004.
- [56] EVROPSKÁ KOMISE. Rozhodnutí komise, kterým se stanoví ekologická kritéria pro udělování ekoznačky EU kopírovacímu a grafickému papíru: 2011/332/EU [online]. 7. června 2011, 12–24 [cit. 2023-01-30]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011D0333&qid=1674990637110>
- [57] Ecolabel logo. In: <https://eu-ecolabel.de/> [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: eu-ecolabel.de/typo3conf/ext/eu_ecolabel_sitepackage/Resources/Public/Icons/ecolabel-logo.svg
- [58] EVROPSKÁ KOMISE. EU Ecolabel [online]. 12. září 2022 [cit. 2023-01-30]. Dostupné z: <https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ecolabel>
- [59] PERERA, Priyan a Richard P. VLOSKY. A History of Forest Certification [online]. Louisiana Forest Products Development Center, 2006 [cit. 2023-01-08]. Dostupné z: http://www.lfpdc.lsu.edu/publications/working_papers/index.htm. Louisiana State University Agricultural Center.
- [60] FOREST STEWARDSHIP COUNCIL INTERNATIONAL. Our History: From Roots to Forest Canopy. fsc.org [online]. 2022 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://fsc.org/en/our-history>
- [61] FSC 100%. In: Forest Stewardship Council Česká Republika: Logo FSC a ochranné známky [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://czechfsc.cz/cz-cs/o-fsc/logo-fsc-a-ochranne-znamky>
- [62] FSC MIX. In: Forest Stewardship Council Česká Republika: Logo FSC a ochranné známky [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://czechfsc.cz/cz-cs/o-fsc/logo-fsc-a-ochranne-znamky>
- [63] FSC RECYCLED. In: Forest Stewardship Council Česká Republika: Logo FSC a ochranné známky [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://czechfsc.cz/cz-cs/o-fsc/logo-fsc-a-ochranne-znamky>
- [64] FSC ČESKÁ REPUBLIKA. Co znamená logo FSC na výrobku? Jak poznám FSC výrobky? [Czechfsc.cz](https://www.czechfsc.cz) [online]. Brno: Národní kancelář FSC ČR [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.czechfsc.cz/cz-cs/o-fsc/logo-fsc-a-ochranne-znamky>

- [65] FOREST STEWARDSHIP COUNCIL INTERNATIONAL. Standard FSC pro zpracovatelské řetězce: FSC-STD-40-004 Verze 3-1. Czechfsc.cz [online]. Bonn, Německo: FSC International Center Performance and Standards Unit. 14. ledna 202. 17–22 [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.czechfsc.cz/cz-cs/pro-zpracovatelsky-retezec-coc>
- [66] PEFC. What is certification? [online]. [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.pefc.org/what-we-do/our-approach/what-is-certification>
- [67] PEFC. PEFC [online]. [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.pefc.cz/pefc/>
- [68] Certifikováno PEFC. In: PEFC [online]. [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.pefc.cz/globalni-konzultace-ke-standardum-spotrebitelskeho-retezce-a-znacky-pefc/>
- [69] PEFC. TD CFCS 2001:2020: Pravidla Pro Používání Ochranných Známek PEFC V České republice (mezinárodní Dokument Rady PEFC Trademarks Rules) [online]. In: . 2020, s. 13–30 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.pefc.cz/standardy-pefc-cr/>
- [70] BLAUEN ENGEL. Ecolabel with history [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.blauer-engel.de/en/blue-angel/our-label-environment/ecolabel-history>
- [71] Certifikace Modrý Anděl. In: Svoboda Press [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.svoboda.cz/novinka/certifikace-modry-andel/>
- [72] BLAUEN ENGEL. Information brochure: How do I get the Blue Angel? [online]. červenec 2020. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.blauer-engel.de/en/certification/certification-your-product>
- [73] BLAUEN ENGEL. Graphic paper and cardboard made from 100% waste paper (recycled paper and cardboard) (DE-UZ 14a): Award Criteria [online]. leden 2020 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/grafische-papiere-und-kartons-aus-100-altpapier-recyclingpapier-und-karton>
- [74] BLAUEN ENGEL. Our label for the environment: Cooperation partners [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.blauer-engel.de/en/blue-angel/our-label-environment/cooperation-partners>
- [75] NORDIC ECOLABELING. Nordic Swan Ecolabel: The official ecolabel of the Nordic countries [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/nordic-swan-ecolabel/>

- [76] NORDIC ECOLABELING. Why choose ecolabelling: Why choose the Nordic Swan Ecolabel? [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/why-choose-ecolabelling/>
- [77] Nordic Swan Green. In: Cleanpng.com [online]. 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.cleanpng.com/png-nordic-swan-ecolabel-scandinavia-natural-environment-6311406/>
- [78] NORDIC ECOLABELING. Sets of criteria [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/product-groups/>
- [79] NORDIC ECOLABELING. Nordic Swan Ecolabel: Nordic Ecolabelling on important environmental aspects [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/why-choose-ecolabelling/>
- [80] NORDIC ECOLABELING. Nordic Swan Ecolabel: Chemicals, nano and microplastic [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/nordic-swan-ecolabel/environmental-aspects/chemicals-nano-and-microplastic/>
- [81] NORDIC ECOLABELING. Certification process: What does it cost? [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.nordic-ecolabel.org/certification/costs/>
- [82] LI, Yuanhao a Klaas van't VELD. Green, greener, greenes. *Journal of Environmental Economics and Management* [online]. 2015(72), 164–176 [cit. 2023-02-12]. ISSN 0095-0696. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069615000455>
- [83] *Papír a celulóza: Odborný časopis českého a slovenského papírenského průmyslu*. 2013 (4). 105–106 [cit. 2023-02-12]. ISSN 0031-1421.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Global-GHG-Emissions-by-sector-based-on-WRI-2020 Sub-sector (further breakdown)

PŘÍLOHA A: Global-GHG-Emissions-by-sector-based-on-WRI-2020

Sub-sector (further breakdown)	Share of global greenhouse gas emissions (%)	Sub-sector	Share of global greenhouse gas emissions (%)
Transport	16,2	Road	11,9
Energy in buildings (elec and heat)	17,5	Aviation	1,9
Energy in industry	24,2	Rail	0,4
Energy in Agri & Fishing	1,7	Pipeline	0,3
Unallocated fuel combustion	7,8	Ship	1,7
Fugitive emissions from energy	5,8	Residential	10,9
Cement	3	Commercial	6,6
Chemical & petrochemical (industrial)	2,2	Iron & Steel	7,2
Livestock & Manure	5,8	Non-ferrous metals	0,7
Rice Cultivation	1,3	Machinery	0,5
Agricultural Soils	4,1	Food and tobacco	1
Crop Burning	3,5	Paper, pulp & printing	0,6
Forest Land	2,2	Chemical & petrochemical (energy)	3,6
Cropland	1,4	Other industry	10,6
Grassland	0,1	Energy in Agri & Fishing	1,7
Landfills	1,9	Unallocated fuel combustion	7,8
Wastewater	1,3	Coal	1,9
		Oil & Natural Gas	3,9
		Cement	3
		Chemical & petrochemical (industrial)	2,2
		Livestock & Manure	5,8
		Rice Cultivation	1,3
		Agricultural Soils	4,1
		Crop Burning	3,5
		Forest Land	2,2
		Cropland	1,4
		Grassland	0,1
		Landfills	1,9
		Wastewater	1,3

Tabulka z Přílohy A uvádí podíl vypouštěných emisí skleníkových plynů jednotlivých odvětví vycházející z lidské práce (průmysl, zemědělství, ...) [39]