

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Management sledování uhlíkové stopy v
dřevozpracujícím podniku**

Bakalářská práce

Vojtěch Klopfštok

doc. Ing. Roman Dudík, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vojtěch Klopřtok

Dřevařství

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Management sledování uhlíkové stopy v dřevozpracujícím podniku

Název anglicky

Carbon Footprint Management in a Wood Processing Company

Cíle práce

Cílem práce je na základě analýzy spotřebovávaných vstupů stanovení východisek a postupu pro formulaci cílů a cílových hodnot v rámci sledování uhlíkové stopy v provozu výroby palet a obalů společnosti Wotan Forest, a. s.

Metodika

Pro analýzu uhlíkové stopy spotřebovávaných vstupů metodicky vycházejte z dokumentu GHG Protocol. Rozsah zahrnutých vstupů plyne minimálně ze Scope 1 a Scope 2. Na základě výsledků analýzy a s přihlédnutím k reáliím daného provozu stanovte východiska postupu pro formulaci cílů a cílových hodnot, které budou z dlouhodobého hlediska vést k postupnému snižování uhlíkové stopy provozu.

Dále reflektujte následující zásady:

1. Při řešení úkolu využijte vědeckých metod, mj. analýzu a syntézu.
2. Prostudujte literaturu k zadanému tématu a včetně vlastních zjištění shromážděte potřebné podklady se zaměřením na zpracovávanou problematiku.
3. Práci napište v souladu s formálními požadavky uvedenými v platných doporučených pravidlech pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD ČZU v Praze.
4. Vlastní metodický postup a výsledky vyhodnoťte a vhodně komentujte. V závěru práce formulujte doporučení využitelná pro praxi.
5. Postup a výsledky vypracování úkolu průběžně konzultujte s vedoucím práce.

Harmonogram:

Literární rešerši k zadanému tématu zpracujte a předložte vedoucímu práce do 31. října 2022.

Pracovní verzi práce předložte vedoucímu práce do 31. ledna 2023.

Hotovou práci odevzdejte do termínu stanoveného v harmonogramu ak. roku 2022/23.



Doporučený rozsah práce

cca 40 stran

Klíčová slova

analýza, cíle, cílové hodnoty

Doporučené zdroje informací

Bergman, R., Puettmann, M., Taylor, A., Skog, K. The Carbon Impacts of Wood Products. Forest Products Journal. 2014. 64: 220–231. Doi: 10.13073/FPJ-D-14-00047.

Kubová, P., Hájek, M., Třebický, V. Carbon Footprint Measurement and Management: Case Study of the School Forest Enterprise. Bioresources. 2018. 13(2). Doi: 10.15376/biores.13.2.4521-4535.

MŽP. Ochrana klimatu a energetika. 2022. Dostupné z:
https://www.mzp.cz/cz/ochrana_klimatu_energetika.

Sathre, R. Life-Cycle Energy and Carbon Implications of Wood-Based Products and Construction. Östersund: Mid Sweden University, 2007. 102 p. ISBN 978-91-85317-67-7.

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition. 2004. 116 p. ISBN 1-56973-568-9.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Roman Dudík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 10. 10. 2022

doc. Ing. Roman Dudík, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 10. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 10. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Management sledování uhlíkové stopy v dřevozpracujícím podniku jsem vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Romana Dudíka Ph.D., a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne _____

Podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří mi pomáhali s tvorbou této bakalářské práce. V první řadě patří velký dík vedoucímu mé bakalářské práce, panu, doc. Ing. Romanu Dudíkovi Ph.D., za odborné vedení a velkou pomoc v komunikaci se dřevařským podnikem. Dále chci poděkovat společnosti Wotan Forest, a.s. za čas strávený při návštěvě provozu a při dalších konzultacích. Rád bych také poděkoval mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali nejen při zpracování této bakalářské práce, ale i po celou dobu studia.

Abstrakt

Management sledování uhlíkové stopy v dřevozpracujícím podniku

Souhrn

Tato práce se zaměřuje na problematiku řízení uhlíkové stopy v dřevozpracujícím podniku.

Práce se zaměřila na analyzování současného stavu emisí skleníkových plynů a navrnutí opatření, cílů a cílových hodnot pro snížení uhlíkové stopy v podniku Wotan Forest, a.s. V první části práce je provedena literární rešerše současných trendů a postupů v oblasti řízení uhlíkové stopy. Dále je provedena analýza emisí skleníkových plynů v dřevozpracujícím podniku a identifikovány klíčové zdroje emisí. Byl uveden návod, jak uhlíkovou stopu u důležitých vstupů pro výrobu zpřesnit. Z výsledků je zpracována grafická sumarizace hodnot s komentářem. Na základě výsledků analýzy jsou navržena opatření pro snížení emisí skleníkových plynů v podniku, jako například využití obnovitelných zdrojů energie, zvýšení využití energie z biomasy, doporučení na zateplení výrobních hal pro úsporu za energie a také způsob, jak pomocí offsetových programů snížit uhlíkovou stopu. V závěru práce jsou zhodnocena navržená opatření a diskutována možná další vylepšení pro snížení uhlíkové stopy v dřevozpracujícím podniku a návrhy na další možnosti výzkumu a analýz, které z tvorby práce vyplynuly. Tato práce má sloužit pro podporu čistší výroby, a stala se základním předpokladem pro dosažení méně uhlíkově náročného průmyslu výroby palet a obalů.

Klíčová slova: analýza, cíle, cílové hodnoty, motivace, udržitelnost

Abstract

Carbon Footprint Management in a Wood Processing Company

Summary

This paper focuses on the issue of carbon footprint management in a wood processing company.

The work focused on analyzing the current state of greenhouse gas emissions and proposing measures, targets and goals for reducing the carbon footprint of Wotan Forest, Inc. In the first part of the thesis, a literature search of current trends and practices in carbon footprint management is conducted. Furthermore, an analysis of greenhouse gas emissions in the timber enterprise is conducted and key sources of emissions are identified. Guidance is given on how to refine the carbon footprint for important inputs for production. From the results, a graphical summary of the values with commentary is produced. Based on the results of the analysis, measures to reduce GHG emissions at the plant are suggested, such as the use of renewable energy, increased use of biomass energy, recommendations for insulation of production halls to save on energy costs, and how to use offset programs to reduce the carbon footprint. The thesis concludes with an evaluation of the proposed measures and a discussion of possible further improvements to reduce the carbon footprint of the timber company, and suggestions for further research and analysis opportunities that have emerged from the development of the thesis. This thesis is intended to serve the purpose of promoting cleaner production, and has become an essential prerequisite for achieving a less carbon intensive pallet and packaging industry.

Keywords: analysis, goals, target values, motivation, sustainability

Obsah

MANAGEMENT SLEDOVÁNÍ UHLÍKOVÉ STOPY V DŘEVOZPRACUJÍCÍM PODNIKU	1
ABSTRAKT	7
<i>Klíčová slova:</i>	7
ABSTRACT.....	8
<i>Keywords:</i>	8
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ	12
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	13
1 ÚVOD.....	14
2 CÍLE PRÁCE	15
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	16
3.1 EMISNÍ FAKTORY	16
3.1.1 <i>Skleníkové plyny (Greenhouse gases – GHGs)</i>	16
3.1.2 <i>Oxid uhličitý – CO2</i>	16
3.1.3 <i>GWP/PGO – Potenciál globálního oteplování</i>	17
3.2 UHLÍKOVÁ STOPA DŘEVOZPRACUJÍCÍHO PODNIKU.....	17
3.2.1 <i>Uhlíková stopa produktu</i>	17
3.2.2 <i>Životní cyklus dřevěného produktu</i>	18
3.2.3 <i>Charakterizace dřevěných palet a obalů</i>	19
3.3 GHG PROTOKOL.....	19
3.4 PŘÍMÉ EMISE.....	20
3.4.1 <i>Scope 1</i>	20
3.5 NEPŘÍMÉ EMISE	20
3.5.1 <i>Scope 2</i>	21
3.5.2 <i>Scope 3</i>	21
3.6 EVROPSKÁ UNIE A JEJÍ POHLED NA UHLÍKOVÉ ZATÍŽENÍ	22
3.7 UHLÍKOVÁ DAŇ	22
3.8 DOPADY UHLÍKOVÉ DANĚ NA ZPRACOVATELSKÝ SEKTOR.....	23
3.9 EMISNÍ POVOLENKY A TRH S EMISNÍMI POVOLENKAMI	23
3.9.1 <i>Emisní povolenka</i>	23
3.9.2 <i>Trh s emisními povolenkami (EU ETS)</i>	24
3.10 BALÍČEK LEGISLATIVNÍCH OPATŘENÍ "FIT FOR 55"	24
3.11 UHLÍKOVÁ NEUTRALITA PODNIKU	25
4 METODIKA	27

4.1	LITERÁRNÍ REŠERŠE	27
4.2	NÁVŠTĚVA PROVOZU VÝROBY PALET A OBALŮ HORKA	27
4.3	SBĚR DAT	27
4.4	IDENTIFIKACE ZDROJŮ EMISÍ A VÝPOČET SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	28
4.4.1	<i>Emisní zdroje</i>	28
4.5	ANALÝZA VÝSLEDKŮ	28
4.6	OPATŘENÍ KE SNIŽOVÁNÍ UHLÍKOVÉ STOPY PROVOZU	29
5	VÝSLEDKY	30
5.1	VÝPOČET UHLÍKOVÉ STOPY – PROVOZOVNA HORKA	30
5.2	SCOPE 1	30
5.2.1	<i>Spotřeba PHM</i>	30
5.2.2	<i>Výroba tepla ze spalování biomasy a LTO</i>	31
5.3	SCOPE 2	32
5.3.1	<i>Spotřeba elektřiny</i>	32
5.4	SCOPE 3	33
5.4.1	<i>Nakoupená kulatina (vstup pro výrobu)</i>	33
5.4.2	<i>Pitná a odpadní voda</i>	33
5.4.3	<i>Vyprodukované odpady (směsný a nebezpečný odpad)</i>	34
5.4.4	<i>Barva</i>	35
5.4.5	<i>Hřebíky a ocelová páska</i>	36
5.4.6	<i>Nakoupené paletové špalíky a řezivo</i>	37
5.4.7	<i>Doprava kulatiny, paletových špalíků a řeziva</i>	40
5.4.8	<i>Uhlíková stopa zaměstnanců</i>	40
5.5	DÍLČÍ UHLÍKOVÁ STOPA POLOŽEK	42
5.6	CELKOVÁ UHLÍKOVÁ STOPA PROVOZU HORKA	43
5.7	VYHODNOCENÍ SLEDOVANÉHO OBDOBÍ	43
5.8	VÝSLEDKY A NÁVRHY SNIŽOVÁNÍ UHLÍKOVÉ STOPY PRO PROVOZNÍ PRAXI	45
5.8.1	<i>Snížit využívání dopravních prostředků</i>	45
5.8.2	<i>Organizovaná a alternativní doprava zaměstnanců do zaměstnání</i>	47
5.8.3	<i>Zařazení elektrifikovaných nebo LPG VZV do výroby</i>	47
5.8.4	<i>Ukončení využívání LTO pro výrobu tepla</i>	48
5.8.5	<i>Výroba elektrické energie</i>	48
5.8.6	<i>Využití fotovoltaických panelů na budovách podniku</i>	49
5.8.7	<i>Zateplování výrobních hal a správních budov</i>	49
5.8.8	<i>Sledování a výkaz udržitelnosti a ochrany klimatu</i>	49
5.8.9	<i>Využití offsetových programů pro kompenzaci uhlíkové stopy</i>	50
5.8.10	<i>Certifikace a standardy pro offsetové programy</i>	50

6	DISKUSE	52
7	ZÁVĚR	55
8	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	56
9	PŘÍLOHY	62

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1 - Dílčí uhlíková stopa za vybrané položky v provozu Horka.....	42
Tabulka 2 - celková uhlíková stopa provozu Horka přepočtena na 1 m ³ na vstupu a výstupu.....	43
Graf 1 – Grafické zobrazení hodnot uhlíkové stopy.....	43
Graf 2 – Rozdělení uhlíkové stopy provozu Horka za rok 2022.....	44
Graf 3 – Uhlíková stopa provozu Horka podle položek.....	44
Graf 4 – Uhlíková stopa provozu Horka podle položek s roky 2020–2022.....	45

Seznam použitých zkratk a symbolů

CO ₂	Oxid uhličitý
CO _{2e}	Ekvivalent CO ₂
CO	Oxid uhelnatý
NO ₂	Oxid dusičitý
SO ₂	Oxid siřičitý
EU	Evropská unie
EU ETS	EU Emissions Trading System
GHG	Skleníkový plyn, protokol – závazek snížit emise skleníkových plynů
GWP	Potenciál globálního oteplování
PGO	Potenciál globálního oteplování
PHM	Pohonné hmoty
US	Uhlíková stopa
VZV	Vysokozdvihný vozík
ČL	Čelní nakladač
FLD	Fakulta lesnická a dřevařská
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
ČS	Čerpací stanice
EUR palet	Europaleta o rozměrech: 1200×800×144 mm (d*š*v)
PET	Polyethylentereftalát
PP	Polypropylen
PES	Polyester
LPG	Liquified Petroleum Gas (zkapalněný ropný plyn)
OSN	Organizace spojených národů

1 Úvod

Řešené téma bakalářské práce tématicky navazuje na smluvní výzkum řešený Katedrou lesnické a dřevařské ekonomiky na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze.

Managmentem a snižováním uhlíkové stopy se zabývá čím dál více firem a podniků a není tomu jinak ani u podniků zpracovávající dřevo. Hlavním důvodem je změna klimatu a nutnost snižovat potenciální příspěvky k této změně. Na změnu klimatu upozorňují klimatické opatření Fit for 55, A European Green Deal nebo Pařížská dohoda v rámci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. O snížení klimatické změny a přechod na obnovitelné zdroje se mají v EU postarat emisní povolenky i v budoucnu obecně diskutovaná uhlíková daň.

S rozvojem obnovitelných zdrojů i s vysokou cenou energií minimálně po dobu roku 2022, mohou podniky klást důraz na jejich implementaci. Podniky uvažují o jejich instalaci a částečné osamostatnění např. ve výrobě elektřiny. Spolu se správným managmentem v rámci uhlíkové problematiky má snížit uhlíkovou stopu a zároveň náklady na energie.

Uhlíková stopa je množství skleníkových plynů, které jsou vypouštěny do atmosféry během výrobního procesu včetně těch (přímé emise), které jsou vypouštěny při získávání surovin, výrobě produktů a jejich dopravě (nepřímé emise). Snížení uhlíkové stopy v dřevozpracujících podnicích v rámci dřevozpracujícího průmyslu je další z kroků k ochraně klimatu. Pro měření emisí skleníkových plynů byl zaveden celosvětový standard v podobě Protokolu o skleníkových plynech.

Pro vyčíslování uhlíkové stopy se tedy používá Greenhouse Gas Protocol (Protokol o skleníkových plynech), ten zavedl komplexní globální standardizované rámce pro měření a řízení emisí skleníkových plynů, je celosvětově nejvíce používaným k účtování skleníkových plynů. GHG Protocol vznikl již na počátku 90. let 20. století.

V bakalářské práci proto vyčíslena uhlíkovou stopu provozu Wotan Forest, a.s. Palety a dřevěné obaly za období roku 2022. Wotan Forest, a.s. poskytl potřebná data pro vyčíslení, ta přispěla k dosažení výsledků práce. Cílem bylo určit cílové hodnoty a formulaci cílů v rámci snižování uhlíkové stopy. Dalším dílčím cílem bylo analyzovat zdroje největších emisí a porovnávat výsledné hodnoty se sledovaným obdobím s předešlými dvěma sledovanými roky, které byly zájmem smluvního výzkumu řešeného již zmíněnou katedrou lesnické a dřevařské ekonomiky.

2 Cíle práce

Cíl práce ze zadání bakalářské práce je následující:

Cílem práce je na základě analýzy spotřebovávaných vstupů stanovení východisek a postupu pro formulaci cílů a cílových hodnot v rámci sledování uhlíkové stopy v provozu výroby palet a obalů společnosti Wotan Forest, a. s.

Pro splnění uvedeného hlavního cíle práce, byly autorem práce formulovány následující cíle nutné pro zpracování: Návštěva provozu se zástupci společnosti Wotan Forest, a.s. pro poznání problematiky spojené s konstrukcí a produkcí palet, dále sběrem a vykazováním dat poskytnutých k vyhotovení bakalářské práce. Získání jednotlivých emisních faktorů řešených položek a následný výpočet uhlíkové stopy na základě dostupných dat poskytnutých společností. Bylo nezbytné si stanovit následnou analýzu výsledků, pro vytvoření doporučení a návrhů k sledování a snižování uhlíkové stopy provozu. Vytvořit dotazník týkající se dopravní mobility zaměstnanců, pro analýzu návyků na dopravu do zaměstnání.

3 Literární rešerše

3.1 Emisní faktory

Vyjadřují množství skleníkových plynů v tunách (jednotkách hmotnosti) oxidu uhličitého či dalších skleníkových plynů vztahených na jednotku energie. Využívají i jiné jednotkové vyjádření (na hmotnostním či objemovém množství produktu), tyto faktory je nutné v dalším kroku převést na odpovídající množství skleníkových plynů vyjádřené v ekvivalentech oxidu uhličitého (CO₂e) pomocí GWP z anglického názvu *Global warming potential* (českým názvem PGO potenciál globálního oteplování) daného plynu. (Dharmawan & Ridwan, 2022)

3.1.1 Skleníkové plyny (Greenhouse gases – GHGs)

Skleníkové plyny, nebo zkráceně GHG, jsou tvořeny molekulami, které mohou udržet sluneční infračervené záření odražené od zemského povrchu po dlouhé časové období, to způsobuje zvyšování teploty planety Země. Dle Kjótského protokolu se sleduje 7 nejdůležitějších plynů – oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), fluorované uhlovodíky (HFC_s), perfluoruhlovodíky (PFC_s), fluorid sírový (SF₆) a fluorid dusitý (NF₃). Oxid uhličitý (CO₂) typický pro dopravu a spalování fosilních paliv vydrží v atmosféře několik tisíc let, metan (CH₄) typický pro skládkován a zemní plyn se vydrží udržet v atmosféře okolo deseti let, oxid dusný (N₂O) vydrží v atmosféře okolo sto let. (Kubová et al., 2018)

Některé plyny mají větší odrazivost než jiné, nebo mohou jednoduše zůstat v atmosféře po delší dobu, proto mají skleníkové plyny různý potenciál. Aby to bylo jednoduché, existují násobiče, které lze použít k jejich přepočtu na ekvivalenty Oxidu uhličitého. Oxid uhličitý byl vybrán jako zástupce skupiny, nikoliv kvůli jeho vlivu na globální oteplování, ale proto, že je nejrozšířenější. (Kucukvar et al., 2015)

3.1.2 Oxid uhličitý – CO₂

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu. Molekula CO₂ je tvořena jedním atomem uhlíku a dvěma atomy kyslíku. Jeho hustota je považována za vysokou a činí 1,977 g.l⁻¹. (Crowther et al., 2016)

Oxid uhličitý je v porovnání s průměrnou hustotou vzduchu asi 1,5x těžší, to je příčina jeho hromadění ve spodních vrstvách (příkladem jsou jeskyně, propasti apod.). Je nutné zmínit jeho dobrou rozpustnost ve vodě, to je jedna z příčin pro snažení ukládat CO₂ pod mořskou hladinu. (Muthu, 2015)

Přirozeným zdrojem oxidu uhličitého je dýchání aerobních organismů, dalšími přirozenými zdroji jsou vulkanická činnost a požáry. Významný vznik oxidu uhličitého, antropogenní činností při spalování fosilních paliv, biomasy, bioplynu a bionafty. Během

úplného spalování se každý uvolněný atom uhlíku sloučí se dvěma atomy kyslíku, vzniká CO₂, to znamená, že množství oxidu uhličitého vyprodukovaného spalováním paliv váží více než množství samotného paliva. Za přirozeným úbytkem oxidu uhličitého stojí fotosyntéza zelených rostlin a absorpce světovými oceány. (Muthu, 2015)

3.1.3 GWP/PGO – Potenciál globálního oteplování

Pro kvantitativní porovnání skleníkového efektu různých skleníkových plynů byl vyvinut a použit index potenciálu globálního oteplování (GWP), který je založen na poměru radiačních účinků stejných emisí dvou různých plynů, integrovaných buď v čase, nebo v libovolném časovém horizontu. Ostatní skleníkové plyny (příkladem může být Oxid dusný) převádíme na Oxid uhličitý, ten zaštiťuje všechny ostatní skleníkové plyny. Lze ho definovat také jako míru potenciálního příspěvku vybraného plynu ke skleníkovému jevu. Jednotkou potenciálu globálního oteplování je příspěvek ke skleníkovému efektu jedné molekuly oxidu uhličitého (CO₂). Index GWP je obdobou indexu potenciálu poškozování ozónové vrstvy (ODP). Index GWP(PGO) je však zatížen koncepčními nedostatky, které vyplývají ze skutečnosti, že životnost části emitovaného CO₂ v atmosféře je pro všechny praktické účely (např. investiční) nekonečná. Kromě toho existují velké nejistoty v životnosti atmosféry a v nepřímých účincích ohřevu důležitých skleníkových plynů, které jsou zde přezkoumány. Velké pozornosti podléhá plyn s krátkou životností, jako je metan. (Qin et al., n.d.)

3.2 Uhlíková stopa dřevozpracujícího podniku

Uhlíkovou stopu lze definovat jako míru celkových emisí CO₂, které jsou buď přímo, nebo nepřímo způsobeny kumulovanou činností dřevozpracujícího podniku. Měří množství skleníkových plynů, které odpovídají aktivitám či produktům firmy. V tomto smyslu pojem produkt zahrnuje jak zboží, tak služby vyráběné a poskytované podnikem. Uhlíková stopa (US) je také nepřímým ukazatelem spotřeby energií, výrobků a služeb. Zde nutno brát v úvahu jak, přímé tak nepřímé emise. Přímé emise se týkají emisí na místě, nepřímé emise jsou mimo místo vzniku produktu. (Wang et al., 2016)

3.2.1 Uhlíková stopa produktu

Dřevařský podnik (výrobní provoz) svojí činností vyrábí produkty. Nejčastěji dřevěné palety a obaly. V tomto smyslu pojem produkt zahrnuje jak zboží, tak služby vyráběné a poskytované podnikem. Vyrobené produkty a jejich životní cyklus může být sledován s cílem snížit uhlíkovou stopu, informace se použijí u vývoje a následně se

ideálně projevují při výrobě produktu za snížení nákladů, spotřebovávané energie, a tak přímo i nepřímo ovlivňují dopad na životní prostředí. (Kucukvar et al., 2015)

Sledování uhlíkové stopy může být rozšířeno o vyhodnocení efektivnosti životního cyklu výrobků/výrobních procesů a implementace do business plánu podniku. Kompletní životní cyklus výrobků se hodnotí podle norem ISO 14040 a 14044 (Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice), a sleduje tak komplexně dopad výroby a spotřeby výrobků na životní prostředí (při důkladném sledování lze analyzovat, jak zlepšit recyklaci výrobků, zpětné vracení k recyklaci nebo likvidaci). (Janoušková et al., 2017)

Obdobně lze hodnotit i ekonomický přínos výrobku v celém životním cyklu výrobku podle normy ISO 14052 (Environmentální management – Nákladové účetnictví materiálových toků), díky které se realizuje výkaz materiálových toků v nákladové účetnictví, proces slouží k efektivnějšímu nakládání s přírodními zdroji. (Hájek et al., 2022)

3.2.2 Životní cyklus dřevěného produktu

Produkt ze dřeva, je nejčastěji charakterizován jako obnovitelný materiál, který ukládá uhlík. Obnovitelný materiál znamená, že organický materiál (dřevo) má schopnost ukládat uhlík během růstu - 1 kg dřevní hmoty "ukládá" 1,851 kg oxidu uhličitého ve formě uhlíku (to je přibližně 50% hustoty dřeva). (Strauss et al., 2013) A je využíván jako pohlcovač uhlíku (např. dřevěná paleta, obalový materiál ze dřeva, nábytek apod.), dokud není materiál na konci svého životního cyklu spálen a neuvolňuje opět CO₂. Důležité je zdůraznit, že dřevo jako organický materiál pochází z udržitelného lesního hospodaření. (Strauss et al., 2013)

Produkt ze dřeva na konci svého životního procesu lze zpracovat recyklací, a použití "odpadní" suroviny na výrobu materiálů na bázi dřeva, v papírenském průmyslu apod. anebo spálením, kde se uvolňuje CO₂, nutno dodat, že 1 kg dřeva "uskladní" 19,271 MJ (pro měkké dřevo) nebo 18,112 MJ (pro tvrdé dřevo) "akumulované sluneční energie".(Strauss et al., 2013)

Lze tedy předpokládat, že dřevěný výrobek, který váže uhlík a při jeho výrobě je potenciálně vyprodukováno méně CO₂ (nemusí tomu tak být) znamená, že uváděný potenciál globálního oteplení (GWP/PGO) je při výrobě záporný (ve výrobku ze dřeva je více uloženého uhlíku než emisí oxidu uhličitého při zpracování a výrobě) nebo velmi malý. Obsah "primární obnovitelné energie" je také v materiálu mnohem vyšší než u mnoha jiných materiálů. (Strauss et al., 2013)

Vznikl také program s názvem *Wood products carbon storage estimator – WPsCS Estimator*, kterým lze vyčíslit hodnotu uloženého uhlíku v dřevěných výrobcích pro konečné použití, i pro dřevěné uhlí a dřevěný odpad na skládkách podle lokality lesního porostu, kde se dřevo vypěstovalo a ukládalo do své stavby uhlík. (Wei et al., 2023)

3.2.3 Charakterizace dřevěných palet a obalů

Jedná se o výrobky, které vytváří vyvýšenou plošinu pro přepravu nebo skladování zboží. Vyrábí se z obnovitelného materiálu (dřevo), a spojovacího materiálu (nejčastěji kov). Případně lze uvažovat také plastové pásky, nátěrového hmoty a lepidla (pro chemickou ochranu materiálu, značení nebo lepení). Kovový spojovací materiál a lepidlo obsahuje vysoký podíl uhlíkové stopy. (Hájek et al., 2022)

Dřevěná paleta se vyrábí podobně jako dřevěné obaly ve standardizovaných rozměrech, lze vyrábět i rozměrově méně obvyklé, impregnované, lakované, vysušené. Dřevěná paleta je stabilní, lehká a pevná, relativně odolná. Ale je i hořlavá, a může se při nepříznivých teplotních a vlhkostních podmínkách deformovat nebo být napadena hnilobou nebo hmyzem. Paletu lze vyrobit také z plastu, kovu, klíženého lisovaného dřeva (třísek) nebo papírové palety z nasávané kartonáže (lisované). (Wang et al., 2016)

3.3 GHG Protokol

Byl zaveden jako standardizovaná metoda pro kvantifikaci a vykazování emisí skleníkových plynů. GHG Protokol vznikl Institutem světových zdrojů a Světovou podnikatelskou radou pro udržitelný rozvoj a stal se nejpoužívanějším nástrojem pro evidenci skleníkových plynů na světě. Poskytuje společnostem, vládám a dalším organizacím konzistentní a transparentní rámec pro měření a vykazování emisí skleníkových plynů. To jim umožňuje pochopit zdroje jejich emisí a přijmout opatření k jejich snížení. (Kasperzak et al., 2023)

Postup stanovení emisí skleníkových plynů podniku u dřevařského podniku:

Do emisní bilance vstupují 3 hlavní skleníkové plyny – oxid uhličitý CO₂, metan CH₄ a oxid dusný N₂O, které jsou podle svého příspěvku k potenciálu globálního oteplování (GWP) přepočteny na ekvivalentní emise oxidu uhličitého (CO₂e). Tento parametr (CO₂e) představuje výslednou jednotku uhlíkové stopy dřevařského podniku. Je výhodné pro porovnávání výsledků, indikátor vztažen na m³ vstupu i na výstupu provozu. (Hájek et al., 2022)

Výpočet uhlíkové stopy a uhlíkové stopy vyjádřené v ekvivalentech oxidu uhličitého:

$$AD_{ix} \cdot EF_{ix} = CF_{ix},$$
$$CF_x \cdot GWP_x = CF \text{ CO}_2e,$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku i a skleníkový plyn x ;

EF_{ix} je emisní faktor pro položku i a skleníkový plyn x ;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku i a skleníkový plyn x ;

GWP_x je příspěvek ke klimatické změně skleníkového plynu x ;

CF_{CO_2e} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) vyjádřené v ekvivalentech oxidu uhličitého. (Hájek et al., 2022)

3.4 Přímé emise

Vyjadřují množství emisí skleníkových plynů uvolněných bezprostředně při aktivitě výroby, například při výrobě dřevěných palet a obalů, výrobě elektřiny, vytápění či spalování pohonných hmot u strojního vybavení z těchto důvodů lze tuto uhlíkovou stopu lze snadněji kontrolovat, měřit (např. spotřeba PHN) a stanovit výslednou hodnotu. Díky těmto faktorům lze uhlíkovou stopu i lépe snížit. (Hranice Analýzy Uhlíkové Stopy | CI2, o.p.s., n.d., 2023)

3.4.1 Scope 1

Do Scope 1 se řadí přímé emise skleníkových plynů vlastněných nebo kontrolovaných společností.

Stacionární zdroje emisí

Přímé emise ze stacionárních zdrojů emisí, např. emise z lokálních topenišť (kotelů v podniku).

Mobilní zdroje emisí

Přímé emise z mobilního spalování, např. generátory používané v podniku, automobilů vlastněných podnikem, motory strojů),

Emise z průmyslových provozů

Další emise – např. skládky odpadů či čistírny odpadních vod ve vlastnictví podniku.

3.5 Nepřímé emise

Množství emisí skleníkových plynů uvolněných během celého životního cyklu výrobků, tedy od jejich výroby až po eventuální recyklaci nebo likvidaci. Příkladem jsou emise spojené s výstavbou inženýrských sítí, výrobou stavebních materiálů pro rodinné domy či výrobou automobilu a jeho životního cyklu. Pro stanovení nepřímé stopy jsou potřebné údaje z analýzy životního cyklu výrobků (LCA). (Hranice Analýzy Uhlíkové

Stopy | CI2, o.p.s., n.d., 2023) Do databáze životního cyklu přispívají i výrobci stavebních materiálů, databáze ecoinvent, ale i Evropské asociace nebo národní databáze. (Life Cycle Databases | Greenhouse Gas Protocol, n.d., 2023)

3.5.1 Scope 2

Do Scope 2 se řadí nepřímé emise skleníkových plynů, příkladem je nákup elektřiny, páry, vytápění nebo chlazení spotřebované společností v důsledku aktivit podniku. Tyto nakupované energie, nevznikají přímo v podniku.

3.5.2 Scope 3

Do Scope 3 patří všechny další nepřímé emise skleníkových plynů, které nejsou klasifikovány jako Scope 2 (Scope 3).

1. Nepřímé emise ze zakoupených produktů

Příkladem je nákup zboží a služeb, spotřeba energie a paliv nezahrnutá ve Scope 1 a Scope 2, distribuce a doprava zboží a služeb, ale i dojíždění zaměstnanců do práce.

2. Nepřímé emise z prodaných produktů (navazující)

Franšízy (nezahrnuté ve Scope 1 nebo 2), majetek, který si podnik pronajímá (nezahrnutý v Scope 1 nebo 2), distribuce prodaných produktů (nezahrnutý v Scope 1 nebo 2), použití prodaných produktů, likvidace prodaných produktů na konci jejich životnosti. (Vrabcová & Urbancová, 2021)

Skládá se z dvou hlavních částí:

Standard pro podnikové účetnictví a vykazování

Standard slouží pro podnikové účetnictví a vykazování poskytuje návod, jak účtovat a vykazovat emise z vlastních provozů společnosti, jakož i emise z nákupu a využívání elektřiny, tepla, páry a chlazení.

Standard pro projektové účetnictví

Je nástrojem pro projektové účetnictví poskytuje návod, jak účtovat a vykazovat snížení emisí z projektů, jejichž cílem je snížit emise skleníkových plynů, jako jsou projekty obnovitelných zdrojů energie nebo opatření v oblasti energetické účinnosti.

Používání GHG protokolu o vykazování skleníkových plynů pomáhá organizacím nebo identifikovat příležitosti ke snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení energetické účinnosti. V návaznosti umožňuje také podniku stanovit cíle pro snižování emisí a sledovat pokrok při dosahování těchto cílů. To může pomoci vybudovat důvěru u zainteresovaných stran, jako jsou investoři a zákazníci, kteří se stále více zajímají o

dopad činnosti organizace, na životní prostředí. GHG protokol navíc poskytuje společný jazyk pro porovnávání emisí v různých organizacích. Nutno je myslet na to, že ideálním předpokladem je porovnávat organizace ze stejného odvětví nebo zájmu činnosti. To umožňuje přesnější a konzistentnější vykazování emisí, které může pomoci informovat o politice organizace, image podniku a podpořit snižování emisí v celosvětovém měřítku. I tímto nástrojem může podnik přispět k boji proti změně klimatu. (Kasperzak et al., 2023)

3.6 Evropská unie a její pohled na uhlíkové zatížení

Evropa je dlouhodobě lídrem v boji proti změně klimatu a zavedla řadu strategií ke snížení emisí CO₂. V posledních letech si Evropa, resp. její členské země si stanovily v Zelené dohodě (A European Green Deal) ambiciózní cíle pro snížení emisí skleníkových plynů s cílem stát se do roku 2050 kontinentem bez emisí uhlíku. Objevuje se čím dál častěji pojem uhlíkově neutrální Evropa. Takováto Evropa má být financována z prostředků nástroje na podporu oživení – NextGenerationEU, jednou třetinou z celkové částky 1,8 biliony eur. (NextGenerationEU, n.d., 2023) Dle Climate Action Tracker se hodnotí tento cíl ve snižování uhlíkové stopy jako přijatelný. (*Net Zero Targets | Climate Action Tracker*, n.d.)

3.7 Uhlíková daň

Je tržní nástroj, protože u zboží náročného na emise jako je výroba palet a obalů, zvýší tržní ceny a/nebo sníží zisky. Je to dále daň z obsahu uhlíku v palivech, jako je uhlí, ropa a zemní plyn. Jejím cílem je povzbudit jednotlivce a organizace, aby snížili spotřebu fosilních paliv, předešli platbě daně a přešli na čistší, nízkouhlíkové alternativy. Daň je obvykle založena na množství CO₂ nebo jiných skleníkových plynů, které jsou vypouštěny při spalování paliva, a může se vztahovat na výrobu elektřiny, dopravu a další odvětví. (Abbood et al., 2022)

Další obecné rysy zavedených uhlíkových/energetických daní jsou následující: (podle Baron, 1996, s. 26):

Jsou pouze jedním z nástrojů v balíčku politických opatření zaměřených na snížení emisí. Jejich zavedení je primárně politické rozhodnutí. Často jsou součástí celkové fiskální reformy, neboť nahrazují jiné daně z energie a snižují rušivé dopady tradičních daní (např. z práce a kapitálu). Obvykle se zavádějí postupně a v průběhu času se upravují s ohledem na inflaci. Uhlíková daň může sloužit jako mezinárodní konkurenční výhoda/nevýhoda, osvobozením nebo sektorovým uvalením. Evropská unie (EU) zatím nemá jednotnou celoevropskou uhlíkovou daň. Uhlíkovou daň z některých členských

zemí zavedlo jako součást své národní politiky v oblasti klimatu a energetiky. Například Švédsko má uhlíkovou daň zavedenou od roku 1991 a její sazbu v průběhu času postupně zvyšuje. Finsko, Dánsko a Norsko rovněž zavedly uhlíkovou daň a Francie, Nizozemsko a Belgie zavedly mechanismy stanovování cen uhlíku, které mají podobný účinek jako uhlíková daň. Evropská unie zkoumá možnost zavedení celoevropské uhlíkové daně, která bude dodržována v členských zemích EU a pomůže při financování přechodu na nízkouhlíkové hospodářství. Tento proces ještě nebyl dokončen. (Hájek et al., 2019)

Forma uhlíkové daně, která přináší největší snížení celkových emisí – ukládá uhlíkovou daň na odvětví pouze tehdy, pokud se jedná o klíčové odvětví. Tímto odvětvím byla doposud v Evropské unii označena skupina ETS1. (Evropský Parlament, n.d., 2022)

3.8 Dopady uhlíkové daně na zpracovatelský sektor

Sektorová daň z uhlíku ovlivňuje celkové emise podniku třemi způsoby. Za prvé, výrobní mix zdaněného odvětví přechází od více znečišťujících přímých vstupů k méně znečišťujícím. Pokles poptávky po vstupech v odvětví snižuje produkci a emise všech přímých i nepřímých dodavatelů do odvětví. (King et al., 2019)

Za druhé, cena produkce zdaněného odvětví se zvýší, což způsobí, že jeho odběratelé přestanou používat zboží tohoto odvětví jako vstup a sníží produkci a emise všech jeho přímých i nepřímých odběratelů. Velikost těchto předcházejících a následných vlivů odvětví je funkcí postavení a velikosti podniku v dřevozpracovatelském odvětví. (King et al., 2019)

Za třetí, daňové příjmy se vracejí spotřebiteli, který tak může spotřebovávat více z každého odvětví – efekt daňového rabatu. (King et al., 2019)

3.9 Emisní povolenky a trh s emisními povolenkami

3.9.1 Emisní povolenka

Jednou z klíčových strategií, resp. nástrojem, které Evropa použila ke snížení svých emisí, je zavedení systému cen uhlíku. Tento systém stanovuje cenu za emise uhlíku. Systém cen uhlíku vyjadřuje emisní povolenka, ta funguje jako cenný papír, trh s emisními povolenkami je regulovaný a monitorovaný. V ČR nad ním vykonává dohled ČNB stejně jako u cenných papírů, na evropské úrovni její evropská obdoba ESMA. Majitele jedné emisní povolenky majitele opravňuje k vypuštění jedné tuny CO₂ do ovzduší. Velcí znečišťovatelé (organizace) tyto povolenky musí nakupovat a vyřazovat (vyměňovat) za své emise. Celkový objem povolenek v systému postupně klesá, čímž

záměrně roste jejich cena a emitenti jsou tak motivováni k investicím do bezemisních alternativ a snižováním svého uhlíkového zatížení, to vede při zachování stejného objemu výroby k menšímu nákupu emisních povolenek z pohledu emitenta. Zároveň stát získá z prodeje a ze zvyšující se ceny emisních povolenek výnosy, které musí použít k podpoře zelené modernizace a ochraně nízkopříjmových skupin. Čímž vytváří ekonomickou pobídku pro jednotlivce, myšleno nákupem modernějšího systému vytápění, zvyšuje nezávislost jednotlivců. Podniky a organizace, národní vlády a jejich politiku, aby snižovaly svou uhlíkovou stopu. (Emisní Obchodování – Ministerstvo Životního Prostředí, n.d., 2023)

3.9.2 Trh s emisními povolenkami (EU ETS)

Evropská unie (EU) zavedla systém obchodování s CO₂ známý jako *EU Emissions Trading System* (EU ETS), který umožňuje společně nakupovat a prodávat povolení (povolenky) k vypouštění skleníkových plynů. Tento systém byl úspěšný při snižování emisí z průmyslového odvětví – ETS1 (energetika a těžký průmysl), to je, ale necelá polovina skleníkových plynů v evropské unii. (Emisní Obchodování – Ministerstvo Životního Prostředí, n.d., 2023)

Poslední dobou rostou emise z dopravy, proto EU hledá ideální, harmonizovaný nástroj na sledování a snižování emisí i v sektorech mimo ETS1. I proto se zavádí novela směrnice o ETS je zde zpřísněn dohled nad trhem a jeho transparentnější fungování. ETS2 dostal řadu pojištění proti výraznému růstu ceny povolenky nebo dokonce odklad obchodování (v souvislosti s přetrvávajícími vysokými cenami energií). Byl nově nastaven práh pro cenu povolenky na 45 EUR. Pokud bude tržní cena vyšší, uvolní se na trh dodatečné množství povolenek, aby se cena snížila, tím se zvýší objem výnosů z aukcí povolenek. Pokud bude na trhu významný přebytek povolenek, z trhu se povolenky stáhnou, mají sloužit jako nové nástroje na stabilizaci trhu. Zde je výhoda pro dřevozpracující podniky, že mohou počítat s cenovým stropem ceny emisní povolenky pro plán výroby a nákupu povolenek. (Emisní Obchodování – Ministerstvo Životního Prostředí, n.d., 2023)

3.10 Balíček legislativních opatření "Fit for 55"

K dosažení cíle globální klimatické neutrality vyzval již Klimatický summit OSN v Paříži roku 2015, vznikla tzv. Pařížská klimatická dohoda ta stanovila cíl v oblasti udržení globálního oteplení v polovině století na úrovni + 2 °C (za lepší hodnotu považována + 1,5 °C) ve srovnání s dobou před průmyslovou revolucí. (Pařížská Dohoda, n.d., 2023) V roce 2021 představila Evropská komise svůj nový klimatický

balíček "Fit for 55" v rámci Evropské zelené dohody (Greenddeal). Jeho součástí jsou opatření, která mají do roku 2030 snížit emise skleníkových plynů o 55 % ve srovnání s rokem 1990 (Evropská komise, 2021d). K realizaci nových klimatických cílů EU je předložena řada opatření a nařízení, mezi něž patří příprava nové lesnické strategie a revidované nařízení pro sektor LULUCF. To má připravit cestu ke klimatické neutralitě EU v roce 2050. (Köhl et al., 2021)

Lesy jako přirozené a obhospodařované pohlcovače CO₂ mohou hrát významnou roli při dosahování klimatické neutrality (Geden a Schenuit, 2020). Současné politiky EU proto silně zdůrazňují pohlcující účinek lesů. Klimatický balíček "Fit for 55" má proto v zadržování uhlíku na lesy a navazující dřevozpracující průmysl ještě dalekosáhlejší dopad. (Köhl et al., 2021)

Další důležitou strategií, kterou Evropa zavedla, je podpora tepelné izolace budov, příspěvky na elektromobilitu obnovitelných zdrojů energie, která se financuje z výnosů za prodané emisní povolenky. EU si stanovila cíl dosáhnout do roku 2030 alespoň 32 % podíl energie z obnovitelných zdrojů. (Evropská komise, 2021d)

3.11 Uhlíková neutralita podniku

Podniky se postupem času budou nuceni zabývat pojmem Uhlíková neutralita, známá také jako čistá bezemisní bilance, označuje cíl dosáhnout nulové uhlíkové stopy nebo čisté rovnováhy mezi množstvím oxidu uhličitého uvolněného do atmosféry a množstvím oxidu uhličitého z atmosféry odstraněného. To znamená, že v daném časovém období podnik nepřispívá ke zvyšování hladiny oxidu uhličitého v atmosféře.

K dosažení uhlíkové neutrality je nutné co nejvíce snížit emise skleníkových plynů, a to prostřednictvím opatření, jako je zvyšování energetické účinnosti (zateplování schránek budov podniku, výměna osvětlení podniku, zefektivnit vytápění podniku) přechod na obnovitelné zdroje energie a omezení využívání fosilních paliv. Zbývající emise lze kompenzovat činnostmi, které odstraňují oxid uhličitý z atmosféry, například výsadbou stromů nebo investicemi do technologií zachycování uhlíku – offsetové programy, projekty kompenzace emisí (uhlíkové stopy). (Kucukvar et al., 2015)

V České republice činí hodnota tun CO₂ v přepočtu na jednoho obyvatele – 9,24 t/CO₂, data pochází z roku 2021. To je nejvyšší hodnota v porovnání ostatních států v rámci střední Evropy. Nutno poznamenat, že hodnota množství t/CO₂ v přepočtu na jednoho obyvatele se v České republice snížila od roku 1978 zhruba o 9 t/CO₂, podobně se situace vyvíjela i v okolních státech. (*Per Capita CO₂ Emissions, 2021, n.d.*)

Uhlíková neutralita je dalším důležitým krokem v dlouhodobém boji proti změně klimatu nejen v Evropě, protože přebytek oxidu uhličitého v atmosféře je hlavním

příspěvatelem ke globálnímu oteplování. V rámci Evropské unie mají do roku 2050 zákonem stanovenou uhlíkovou neutralitu pouze dva státy – Francie a Švédsko. (EUROPEAN PARLAMENT, 2019).

4 Metodika

4.1 Literární rešerše

Prvním dílčím krokem pro pochopení problematiky bylo nutné vypracovat literární rešerši. Rešerše je postavená tak, aby se zaměřila na obecnou problematiku měření a vykazování uhlíkové stopy. Popsala molekulu uhlíku a další prvky, které se podílí na klimatické změně. Popsat smysl emisních faktorů prvků.

Pohled na uhlíkovou stopu, který produkuje dřevozpracující podnik. Popsat životní cyklus dřevěných výrobků/produktů a jejich významnou výhodu v uchování uhlíku.

Přiblížit problematiku GHG Protokolu, proč je důležitý pro řešení práce. Jeho náležitosti, obecný vzorec výpočtu a rozdělení emisí zdrojů pro klasifikaci.

Uvést závazky až na výjimky světově přijaté ke zpomalení globálního oteplování. Uvést metody a vnitřní závazky EU, cílové hodnoty pro snižování až k úplné dekarbonizaci Evropy, anebo uhlíkové neutralitě podniku. Nastínit problematiku ve společnosti obávané uhlíkové daně a také popsat fungování emisních povolenek a trhu s nimi.

4.2 Návštěva provozu výroby palet a obalů Horka

Další dílčím krokem bylo navštívit provozovnu výroby palet a obalů, která se nachází v Horce u Staré Paky. Kde byla poskytnuta komentovaná prohlídka provozu, v rámci toho byly pokládány dotazy, které pomohly k vypracování práce. Dále bylo dohodnuto, na koho je potřeba se obrátit v rámci získání nutných dat k výpočtům. Zde byla zaznamenána výborná komunikace i v otázce dalších potřebných dat nebo informací.

4.3 Sběr dat

Data potřebná pro výpočet US byly nasbírány a poskytnuty z integrovaných systémů provozovny Horka a další potřebná byla vypočtena (např. data spotřeby LTO) z celkové spotřeby všech provozoven dřevozpracujících podniků Wotan Forest, a.s., například nakupované energie, spotřeba PHM nebo nákup kulatiny jsou velmi dobře sledovaná a měřená. Některé data potřebná pro celkový výpočet US – doprava vstupů a zaměstnanců byly dopočítávány orientačně z průměrné vzdálenosti dovozu kulatiny a vzdálenosti od výkonu práce, tyto data jsou zatíženy chybou. Výpočty uhlíkové stopy navazují na data vypočtené ve smluvně řešeném výzkumu Katedry lesnické a dřevařské ekonomiky FLD, ČZU v Praze.

4.4 Identifikace zdrojů emisí a výpočet skleníkových plynů

Rozdělení zdrojů emisí bylo vytvořeno po obdržení potřebných dat následovně:

4.4.1 Emisní zdroje

Podnik musí pro dobrou orientaci v problematice a cílenému snižování spotřeby identifikovat a měřit zdroje znečištění. Pro výčet uhlíkové stopy následuje výčet emisních zdrojů strukturované podle GHG Protokolu jednotlivých scopů:

Ve Scope 1:

Emisními zdroji v podniku jsou stacionární kotle na biomasu (organická hmota), Kotel na biomasu TSP 90, Kotel na biomasu Ekovariant, Kotel LTO Logano (mobilní kotelna), Kotel LTO Dakon (mobilní kotelna), kde se využívá ke spalování odpad z výroby pro výrobu tepla. U zařízení se měří veličiny CO, NO₂, SO₂. Spotřeba nafty v podniku (VZV) nebo při služebních cestách referentských vozů.

Ve Scope 2:

Nakupovaná elektřina (nevyráběná podnikem).

Ve Scope 3:

Vstup kulatiny jako hlavního faktoru pro výrobu, produkce nebezpečného odpadu, barvy spotřebované v podniku, nakupovaných hřebíků, nakupovaného a přijatého řeziva a paletových špalíků. Nedílnou součástí produkce dřevěných palet a obalů jsou stále potřebné a nakupované ocelové pásky, plastové pásky, folie a také nakupování pitné vody, náklady za dopravu zboží a zaměstnanců.

Obecný vzorec pro výpočet uhlíkové stopy:

$$AD_{ix} \cdot EF_{ix} = CF_{ix},$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku i a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro položku i a skleníkový plyn x ;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku i a skleníkový plyn,

4.5 Analýza výsledků

Dále bylo nutné pro pochopení výsledných hodnot. Hlavně v rámci objemu spotřebovávaných surovin, emisních faktorů a propojením výrobou. Na co se významné vstupy – týkající se spotřeby, spotřebovávají a reálné možnosti zamyšlení k jejich

optimalizaci při nesnížení produkce výroby palet a obalů. V rámci analýzy bylo vypracováno grafické zpracování výsledků v MS Excel.

4.6 Opatření ke snižování uhlíkové stopy provozu

V opatření se vycházelo z předpokladu, že podnik je připraven finančně investovat ke snižování své US. V opatření se vycházelo z obecně dostupných informací a návodů ke snižování US, ale také z možnosti inovativních řešení. Za předpokladu neomezování – nesnížování výroby palet a obalů a zároveň s přihlédnutím ke snižování nákladů na výrobu. V doporučení zaznívá např. využívání obnovitelných zdrojů energie, izolování objektů, využití biomasy nebo návrh na motivace zaměstnanců k udržitelnější dopravě.

5 Výsledky

5.1 Výpočet uhlíkové stopy – provozovna Horka

5.2 Scope 1

5.2.1 Spotřeba PHM

Jedná se o spotřebu motorové nafty u VZV, ČN, referentských vozidel a spotřeba benzínu. Uhlíková stopa pro spotřebovanou motorovou naftu a její emisní faktor obsahuje těžbu ropy, přepravu a její zpracování v rafinériích i přepravu motorové nafty do ČS. Emisní faktor pro motorovou naftu je převzata z databáze ecoinvent Database, pro motorový benzin z databáze SimaPro. Při výpočtu se rozlišuje výpočet US pro vysokozdvihné vozíky, čelní nakladače a referentská vozidla.

Spotřeba PHM při dopravě vstupů z lokalit odvozních míst, skladů apod. Patří do Scope 3 při výpočtu US. Při určování US dopravy vstupů je zahrnuta pouze kulatina, špalíky a řezivo na základě střední dopravní vzdálenosti (cesta od dodavatele k odběrateli a zpět, ve vzdálenosti 100 až 140 km), objemu nákladu na jedno vozidlo (32 m³ kulatiny nebo 34 EUR palet špalíků) a spotřeby motorové nafty na jedno vozidlo (30 až 32 litrů na 100 km). Je nutné zdůraznit, že tato uhlíková stopa poskytuje pouze orientační představu, ale vzhledem k tomu, že doprava těchto tří zahrnutých komodit tvoří podstatnou část uhlíkové stopy v rámci Scope 3, je důležité tuto informaci sledovat přesněji. Vhodné je zjišťovat spotřebu motorové nafty přímo od dopravců. A nejenom u těchto tří komodit, ale i u dalších vstupů využitých v podniku. (Hájek et al., 2022)

Výpočet US motorové nafty u VZV a ČN:

$$144\,476 \cdot 2,7571 = 398\,334,78 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby motorové nafty a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro položku motorové nafty pro VZV a ČL a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spotřeby motorové nafty u VZV a ČL a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro motorovou naftu u VZV a ČN činí za sledované období roku 2022: 398 334,78 kg CO²e.

Výpočet US motorové nafty u referentských vozidel:

$$9608 * 11,09 = 106\,552,72 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby motorové nafty a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro položku motorové nafty u vozidel a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spotřeby motorové nafty u referentských vozidel a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}^2\text{e}$

Výsledná US pro motorovou naftu u referentských vozidel činí za sledované období roku 2022: 106 552,72 $\text{kg CO}^2\text{e}$.

Výpočet US motorového benzínu:

$$238 * 2,2111 = 562,2418 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby benzínu a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro položku benzínu a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spotřeby motorového benzínu a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}^2\text{e}$

Výsledná US pro motorový benzin činí za sledované období roku 2022: 562,2418 $\text{kg CO}^2\text{e}$.

5.2.2 Výroba tepla ze spalování biomasy a LTO

Pokud se teplo vyrábí z biomasy, pak se uhlíková stopa rovná nule, protože se považuje za obnovitelný zdroj energie. Uhlík, který se předtím akumuloval v dřevě, je sice vypouštěn, ale znamená to, že se nezvyšuje celková hladina uhlíku v atmosféře. Výpočet uhlíkové stopy se tedy týká pouze případu využití LTO. Údaje vycházejí z ecoinvent Database. (Hájek et al., 2022)

Výpočet US při spalování biomasy

$$8\,828\,338,9 * 0 = 0 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku kilowatthodin a skleníkový plyn x – technické jednotky: kWh

EF_{ix} je emisní faktor pro položku spalování biomasy a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spalování biomasy a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro biomasu činí za sledované období roku 2022: 0 kg CO²e.

Výpočet US pro výroba tepla z LTO

$$164,79 \cdot 1278,8606 = 210\,743,4383 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby LTO a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku LTO a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku výroba tepla z LTO a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro spotřebu LTO činí za sledované období roku 2022: 210 743,4383 kg CO²e.

5.3 Scope 2

5.3.1 Spotřeba elektřiny

Při výpočtu US nakupované elektřiny je využita mezinárodní databáze a vztažena k podmínkám v České republice. Uvažuje se s energetickým mixem v České republice. Kdyby si podnik vyráběl vlastní elektřinu z obnovitelných zdrojů (např. fotovoltaické panely nebo spalováním biomasy) snížila by se uhlíková stopa této vyrobené elektřiny a tím i celková uhlíková stopa připadající na nakupovanou elektřinu. (Hájek et al., 2022)

Výpočet US spotřebované elektřiny

$$4\,727\,622 \cdot 0,7844 = 3\,708\,346,7 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku kilowatthodin a skleníkový plyn x – technické jednotky: kWh

EF_{ix} je emisní faktor pro položku spotřebované kilowatthodiny elektřiny a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spotřebované elektřiny a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro spotřebovanou elektřinu činí za sledované období roku 2022: 3 708 346,7kg CO²e.

5.4 Scope 3

5.4.1 Nakoupená kulatina (vstup pro výrobu)

Pro výpočet uhlíkové stopy nakoupené kulatiny byla použita mezinárodní databáze, která odpovídá kulatině vyrobené v Německu. Doprava kulatiny je zahrnuta ve Scope 3 na základě střední dopravní vzdálenosti. Kromě toho byla uhlíková stopa kulatiny snížena díky definici v GHG protokolu, která se týká sekvestrace uhlíku v produktech ze dřeva. (Hájek et al., 2022)

Výpočet US nakoupené kulatiny

$$153\,144 * 7,7372 = 1\,184\,905,76 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku objem nakoupené kulatiny a skleníkový plyn x – technické jednotky: m³

EF_{ix} je emisní faktor pro položku kulatina a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku nakoupená kulatina a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro nakupovanou kulatinu činí za sledované období roku 2022: 1 184 905,76 kg CO²e.

5.4.2 Pitná a odpadní voda

Informace o uhlíkové stopě byly získány z mezinárodní databáze. Další přesnější údaje o uhlíkové stopě pitné a odpadní vody lze získat na základě prohlášení dodavatelů služby poskytování pitné vody a sběru odpadní vody. Pitná voda je uvažována stejně jako odpadní.

Výpočet US pitné vody

$$2178 \cdot 0,1199 = 261,1422 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku objem pitné vody a skleníkový plyn x – technické jednotky: m^3

EF_{ix} je emisní faktor pro položku pitné vody a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku spotřeby pitné vody a skleníkový plyn x – technické jednotky: $kg CO^2e$

Výsledná US pro pitnou vodu činí za sledované období roku 2022: 261,1422 $kg CO^2e$.

Výpočet US odpadní vody

$$2178 \cdot 28,5978 = 62\,286,008 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku objem odpadní vody a skleníkový plyn x – technické jednotky: m^3

EF_{ix} je emisní faktor pro položku odpadní voda a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku vyprodukování odpadní vody a skleníkový plyn x – technické jednotky: $kg CO^2e$

Výsledná US pro odpadní vodu činí za sledované období roku 2022: 62 286,008 $kg CO^2e$.

5.4.3 Vyprodukované odpady (směsný a nebezpečný odpad)

V případě vytřídění odpadů je předpoklad, že materiály budou opakovaně využity, což znamená, že jejich uhlíková stopa se uvažuje nulová. I přesto, že plastových odpadů bylo k dalšímu zpracování odevzdáno 5 t, papírových a lepenkových obalů 13,269 t. Je uveden výpočet US pro plastové obaly z podstaty věci, že plastové obaly bývají obecně vnímány negativně, a protože nebylo jasně řečeno, že budou opakovaně využity. U kartonových obalů se bude uvažovat, že jejich vytříděním bude uhlíková stopa nulová. Pro směsný a nebezpečný odpad byla použita sazba z mezinárodní databáze. Pokud je znám způsob nakládání s tímto odpadem, lze upřesnit uhlíkovou stopu následného zpracování (např. pneumatiky – následně vyrobená dřev – spálení ve

spalovně aj.), zejména pokud se jedná o spalování nebo skládkování. Bylo by ideální znát tuto skutečnost pro zpřesnění výpočtu. Další sledování je tedy žádoucí.

Výpočet US směsného odpadu

$$97,5995 \cdot 7,1989 = 702,60904 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku hmotnosti směsného odpadu a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku směsného odpadu a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku směsného odpadu a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro směsný odpad činí za sledované období roku 2022: 702,609kg CO²e (zaokrouhleno).

Výpočet US nebezpečného odpadu

$$16,205 \cdot 212,4339 = 3442,4913 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku hmotnosti nebezpečného odpadu a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku nebezpečného odpadu a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku nebezpečný odpad a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro směsný odpad činí za sledované období roku 2022: 3442,491kg CO²e (zaokrouhleno).

5.4.4 Barva

Využívá se v podniku výhradně pro barevné oddělení palet (nejčastěji z důvodu jednoduchého rozeznání a identifikaci palet, ale také při tzv. půjčování palet, např. modré, červené, zelené atd.) Spotřeba barvy se v rámci vyšší poptávky po barevných paletách zvyšuje. Údaje o uhlíkové stopě barev byly získány z mezinárodní databáze a odpovídají základní složce těchto materiálů. Lze také optimalizovat spotřebu barvy a tím

ušetřit nákup barev. Pro získání přesnějších údajů je však nutné kontaktovat konkrétního dodavatele. (Hájek et al., 2022)

Výpočet US spotřebované barvy

$$7830 * 2,7593 = 21\,605,319 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby barvy a skleníkový plyn x – technické jednotky: litr

EF_{ix} je emisní faktor pro položku barva a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku barev a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}^2\text{e}$

Výsledná US pro spotřebované barvy činí za sledované období roku 2022: 21 605,319 $\text{kg CO}^2\text{e}$.

5.4.5 Hřebíky a ocelová páska

Uhlíková stopa hřebíků a ocelové pásky byla zjištěna z mezinárodní databáze, nicméně pro upřesnění těchto hodnot informace je nezbytné vycházet ze stanoviska samotného dodavatele, který by poskytl prohlášení o uhlíkové stopě hřebíků a ocel. pásky. Pouze na základě tohoto prohlášení lze podrobněji specifikovat uhlíkovou stopu v daných případech.

Výpočet US hřebíků

$$786 * 1872,897 = 1\,472\,097,00 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeby hřebíků a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku hřebíky a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku hřebíků a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}^2\text{e}$

Výsledná US pro spotřebované hřebíky činí za sledované období roku 2022: 1 472 097,00 $\text{kg CO}^2\text{e}$.

Výpočet US ocelové pásky

$$1,1 * 2256,3687 = 2482,0056 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřebované ocelové pásky a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku ocelové pásky a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku ocelové pásky a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro spotřebovanou ocelovou pásku činí za sledované období roku 2022: 2482,006 kg CO²e (zaokrouhleno).

5.4.6 Nakoupené paletové špalíky a řezivo

Paletové špalíky se nakupují z důvodu požadavku odběratele. Nakoupení špalíků z dřevotřísky je pro podnik jednodušší, než jejich výroba, na kterou nemají požadovanou technologii. Data pro výpočet uhlíkové stopy dřevotřísky byla zjištěna z mezinárodní databáze a v případě řeziva byla použita data o uhlíkové stopě výroby řeziva taktéž z mezinárodní databáze. Příjem řeziva probíhá vnitro-podnikově nebo nákupem externě, data ve výpočtu jsou proto oddělena, i když mají stejné emisní faktory. Doprava paletových špalíků a řeziva není obsažena v tomto výpočtu, ale následně vyčíslena ve Scope 3.

Výpočet US paletových špalíků

$$6272 * 45,6893 = 286\,563,29 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřebované dřevotřísky a skleníkový plyn x – technické jednotky: m³

EF_{ix} je emisní faktor pro položku dřevotřísky a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku dřevotřísky a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro spotřebovanou ocelovou pásku činí za sledované období roku 2022: 286 563,29 kg CO²e.

Výpočet US řeziva (nakoupené externě)

$$6035 \cdot 30,9821 = 186\,976,97 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku objemu řeziva a skleníkový plyn x – technické jednotky: m^3

EF_{ix} je emisní faktor pro položku řezivo a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku řezivo a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}_2\text{e}$

Výsledná US pro externě nakoupené řezivo činí za sledované období roku 2022: 186 976,97 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

Výpočet US řeziva (přijaté vnitro-podnikově)

$$9779 \cdot 30,9821 = 302\,973,96 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku objemu řeziva a skleníkový plyn x – technické jednotky: m^3

EF_{ix} je emisní faktor pro položku řezivo a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku řezivo a skleníkový plyn x – technické jednotky: $\text{kg CO}_2\text{e}$

Výsledná US pro přijaté řezivo činí za sledované období roku 2022: 302 973,96 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

Plastová páska, folie a obaly

Uhlíková stopa pochází z mezinárodní databáze. Je možno ji upřesnit pouze na základě prohlášení dodavatele pásky, fólie a obalů o uhlíkové stopě, zpřesnění lze učinit i poznáním o jaký druh plastů se jedná (např. PET, PP, PES apod.)

Výpočet US plastové pásky

$$8,43 \cdot 527,0324 = 4442,8831 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku hmotnost plastových pásek a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku plastové pásky a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku plastové pásky a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro plastové pásky činí za sledované období roku 2022: 4442,8831 kg CO²e.

Výpočet US plastové fólie

$$1,51 \cdot 384,85 = 581,1235 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku hmotnost plastových fólií a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku plastových fólií a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku plastové fólie a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro plastové fólie činí za sledované období roku 2022: 581,124 kg CO²e (zaokrouhleno).

Výpočet US plastové obaly

$$5 \cdot 2932,2333 = 14\,661,167 \text{ kg CO}^2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku hmotnosti plastových obalů a skleníkový plyn x – technické jednotky: t

EF_{ix} je emisní faktor pro položku plastových obalů a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku plastové obaly a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO²e

Výsledná US pro plastové obaly činí za sledované období roku 2022: 14661,167 kg CO²e.

5.4.7 Doprava kulatiny, paletových špalíků a řeziva

Doprava v případě kulatiny, špalíků a řeziva je určena na základě střední dopravní vzdálenosti (100 až 140 km), od dodavatele k odběrateli a zpět, objemu nákladu jednoho vozidla (32 m³ kulatiny až 34 EUR palet špalíků) a spotřeby motorové nafty jednoho vozidla (30 až 32 litrů na 100 km). Pro přesnější sledování je proto vhodné získat přesné údaje o spotřebě paliva (případně alternativních energií) přímo od dopravců nejen u kulatiny, špalíků a řeziva, ale i u dalších vstupů, i ty může definovat podnik a následně je sledovat. Je tedy potřebné prohloubit vzájemnou spolupráci odběratel – dodavatel.

Výpočet US dopravy kulatiny, špalíků a řeziva:

$$172363 \cdot 11,0998 = 1\,913\,194,827 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivní data pro položku spotřeba motorové nafty pro dopravu (neuvažovaná ve Scope 1) a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro motorovou naftu i a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku doprava (neuvažovaná ve Scope 1) a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO₂e

Výsledná US pro dopravu kulatiny, špalíků a řeziva činí za sledované období roku 2022: 1 913 194,827 kg CO₂e.

5.4.8 Uhlíková stopa zaměstnanců

Uvažuje se a velkou měrou přispívá ke skutečnému vyčíslení uhlíkové stopy pro část Scope 3, protože je obecně považován zaměstnanec za nejdůležitější článek v řetězci firmy. Zaměstnavatel a zaměstnanec jsou úzce propojeny, a proto je nutno započítat i uhlíkovou stopu zaměstnance. Modelově navazují na práci Katedry lesnické a dřevařské ekonomiky a v jejich výzkumu. Model je postaven na dopravě zaměstnanců do zaměstnání, z příslušného počtu zaměstnanců provozu v daném roce byl uvažován 70% podíl zaměstnanců využívajících vlastní osobní vozidlo (vytížení vozidla průměrně 2 osobami – tzv. spolujízda), průměrná ujetá vzdálenost za 1 pracovní den 35 km, průměrný počet 232 jízd za rok, s předpokladem, že automobily využívají výhradně motorovou naftu.

Pro budoucí ještě přesnější zjištění uhlíkové stopy vyplývající možná i z využívání alternativních způsobu dopravy a motivaci zaměstnanců byl vypracován dotazník (**viz příloha**).

Výpočet US zaměstnanců:

$$27\,969,34 \cdot 11,0998 = 310\,431,7047 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

kde:

AD_{ix} jsou aktivitní data pro položku spotřeba motorové nafty a skleníkový plyn x – technické jednotky: Litr

EF_{ix} je emisní faktor pro motorovou naftu i a skleníkový plyn x;

CF_{ix} je uhlíková stopa (emise skleníkových plynů) pro položku doprava zaměstnanců do zaměstnání a skleníkový plyn x – technické jednotky: kg CO₂e

Výsledná US pro dopravu kulatiny, špalíků a řeziva činí za sledované období roku 2022: 310 431,705 kg CO₂e (zaokrouhleno).

5.5 Dílčí uhlíková stopa položek

Jednotlivé emise v (Tab. 1), vyprodukované dřevozpracujícím podnikem za sledované období.

Vstupní data k položkám zájmu sledované za období jednoho roku v provozu palet a obalů Horka posloužila k přepočtení na dílčí uhlíkovou stopu v kg CO₂e položek. Rozděleny do jednotlivých Scope podle vzniku emisí.

Tabulka 1 - Dílčí uhlíková stopa za vybrané položky v provozu Horka

Rok 2022				
Scope	Položka	Technické jednotky	Roční spotřeba	Dílčí US v kg CO ₂ e
Scope 1	Nafta VZV a ČN	litr	144476	398334,7796
	Motorová nafta auta	litr	9608	106552,72
	Motorový benzin	litr	238	526,2418
	Výroba tepla biomasa 1	kWh	8828338,9	0
	Výroba tepla biomasa 2	KWh		0
	Výroba tepla LTO 1	t	164,79	210743,4383
Scope 2	Elektrina	kWh	4727622	3708346,7
Scope 3	Celkový vstup kulatiny	m ³	153144	1184905,76
	Odpadní voda	m ³	2178	62286,0084
	Směsný odpad	t	97,5995	702,609041
	Nebezpečný odpad	t	16,205	3442,49135
	Barva	litr	7830	21605,319
	Hřebíky	t	786	1472097,04
	Nakoupené řezivo	m ³	6035	186976,974
	Příjem řezivo vnitro-podnikově	m ³	9779	302973,956
	Paletové špalíky (dřevotříska)	m ³	6272	286563,29
	Ocelová páska	t	1,1	2482,00557
	Plastová páska	t	8,43	4442,88313
	Fólie	t	1,51	581,1235
	Plastové obaly	t	5	14661,1665
	Pitná voda	m ³	2178	261,1422
	Doprava vstupů - kulatina, řezivo a špalíky	litr	172363	1913194,827
	Doprava zaměstnanců	litr	27969,34	310431,7047

5.6 Celková uhlíková stopa provozu Horka

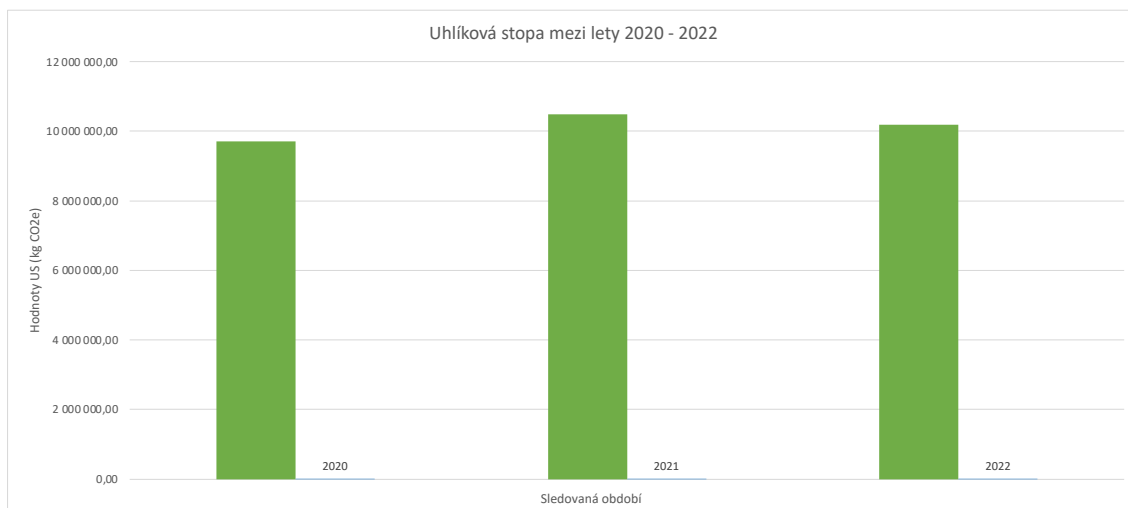
Celková uhlíková stopa 10 192 112,20 kg CO²e přepočtena na 1 m³ (resp. na vstupní kulatinu) činí 66,55 kg CO²e. Při přepočtu na celkové výstupy v jednotkách objemu (palety, řezivo, štěpka a piliny), činí uhlíková stopa na 1 m³ 44,5020 kg CO²e.

Tabulka 2 - Celková uhlíková stopa provozu Horka přepočtena na 1 m³ na vstupu a výstupu

Celková uhlíková stopa provozu Horka	Rok 2022
Celková US v kg CO ₂ e	10 192 112,20
Celkový vstup kulatiny (m ³)	153 144
US v kg CO ₂ e na m ³ vstupu	66,55
Výroba paletových výrobků (m ³)	87 173
Prodej řeziva vnitro (m ³)	914
Prodej řeziva ext. (m ³)	3114
Prodej pilin (m ³)	25 530
Prodej štěpky (m ³)	59 836,00
Celkový výstup (palety, řezivo, piliny, štěpka v m ³)	229 014,00
US v kg CO ₂ e na m ³ výstupu	44,50431939

5.7 Vyhodnocení sledovaného období

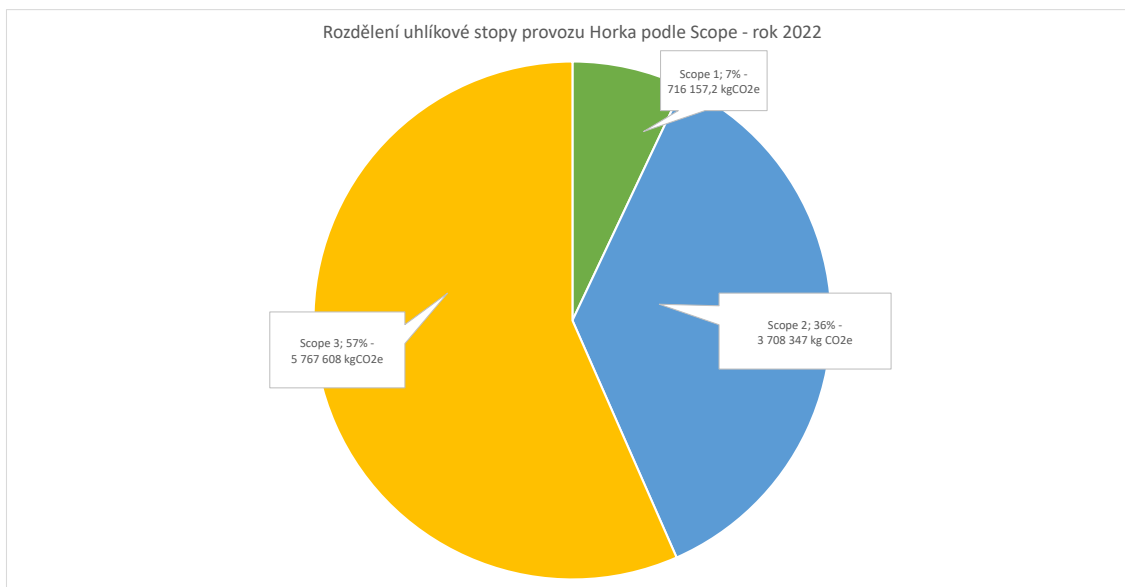
Za řešené období roku 2022 byly US podniku 10 192 112,20 CO²e. Ze získaných dat a výpočtů vychází, že průměrná hodnota uhlíkové stopy v kg CO²e za tři období (2020-2022) činí 10 129 739,21 kg CO²e.



Graf 1 – Grafické zobrazení hodnot uhlíkové stopy

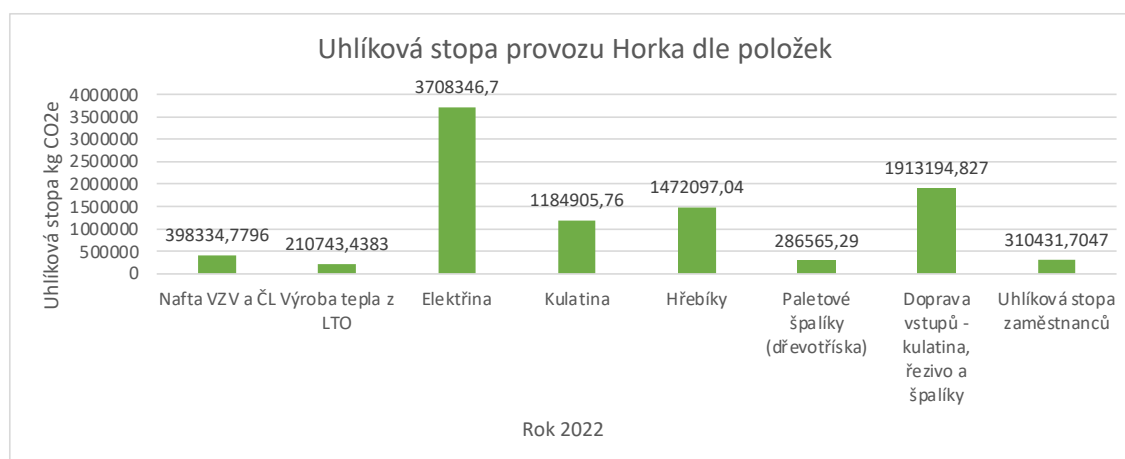
Hodnoty v (Graf.1) jsou záměrně pouze grafické, uvedeny bez výsledných hodnot za období 2020 - 2021, v zájmu ochrany dat Wotan Forest, a.s. I přesto poskytují možnost sledování trendů. Mezi roky 2020 a 2021 se vykázalo meziroční zvýšený růstu

kgCO²e o 7% a mezi obdobími roků 2021 a 2022 3% pokles kg CO²e. Meziroční tempa růstu/poklesu uhlíkové stopy v rámci celkové US nevykazují významné výkyvy.



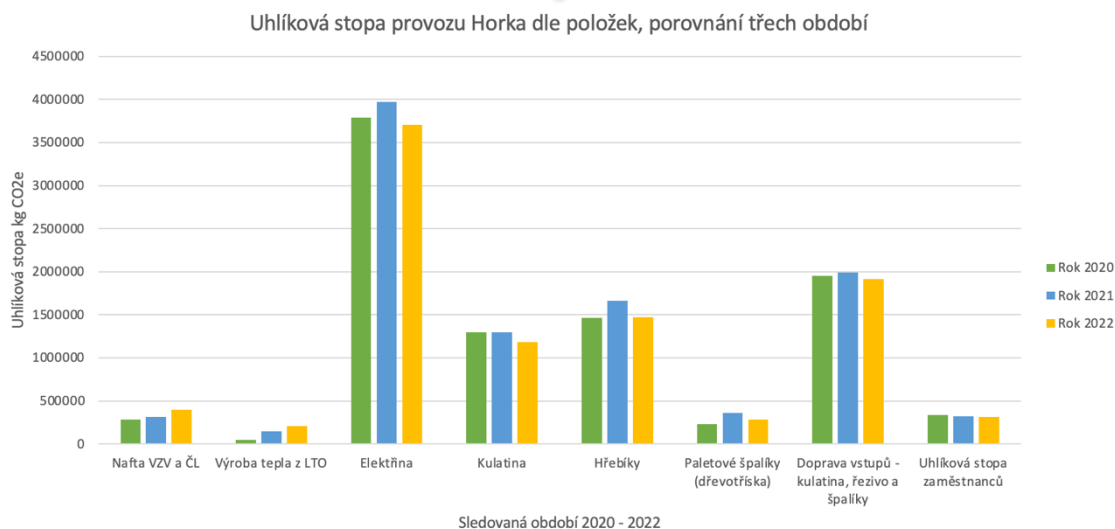
Graf 2 – Rozdělení uhlíkové stopy provozu Horka za rok 2022

V (Graf.2) se názorně vidět rozložení přímých a nepřímých emisí podle Scopů. Přímé emise ze Scope 1, tvoří 7 % z celkových podílů uhlíkové stopy, na nepřímé emise (nakupovaná elektrická energie) ve Scope 2 připadne 36 %, zbývajících 57 % připadne na nepřímé emise ve Scope 3.



Graf 3 – Uhlíková stopa provozu Horka podle položek

V (Graf.3) jsou vybrány položky, které vytváří velkou část uhlíkové stopy (elektřina, hřebíky a doprava vstupní kulatiny, řeziva a špalíků) nebo takové, které i při relativně nižší spotřebě mají vysokou výslednou US z důvodu vysokého emisního faktoru (např. Výroba tepla z LTO). Některé z položek řeším ve smyslu jejich snižování.



Graf 4 – Uhlíková stopa provozu Horka podle položek s roky 2020–2022

V (Graf.4) jsou porovnávány stejné položky jako v Grafu 3, ale nejsou zde uvedeny jmenovitě hodnoty v rámci ochrany dat společnosti Wotan Forest, a.s., z Grafu 4, vychází popis a trend vybraných položek.

5.8 Výsledky a návrhy snižování uhlíkové stopy pro provozní praxi

Snižování produkce CO₂ je spojeno výhradně se spotřebou energií. V běžném životě se doporučují následující kroky: snížit teplotu vytápění a v menší míře využívat klimatizaci, instalace a využívání obnovitelných zdrojů energie, ale i jezdění ekonomičtěji automobilem. (Plán REPowerEU: Cenově Dostupná, Bezpečná a Udržitelná Energie pro Evropu, n.d., 2023) A podobně je tomu i u průmyslu obecně, v tomto dřevozpracujícím.

Data (nakoupená elektrická energie, spotřebované PHM apod.) sledována a poskytnuta podnikem Wotan Forest, a.s. za rok 2022 ukazuje po přepočtení na CO₂e, které položky přispívají velkou měrou k US vyprodukované podnikem – výše spotřeby motorové nafty, hřebíků (vyplývající z konstrukčního řešení a výrobě palet), dále ocelková i plastová páska nebo folie, při svém nevelikém množství, tvoří značný podíl vyplývající z emisních faktorů uvedených v Příloze 3. Velkou část US představuje doprava (Scope 3) vstupního materiálu – kulatiny do podniku. Další z faktů, který vyplývá z naměřených dat a podnik je nemá pod svou přímou kontrolou je množství US vyprodukované zaměstnanci (ve Scope 3), jejich dopravou do zaměstnání.

5.8.1 Snižit využívání dopravních prostředků

Logistika je pro dřevařský podnik nezbytná v dodávkách vstupní suroviny, kterou je kulatina. Existuje několik možností, jak dopravovat vstupní surovinu do dřevozpracujícího podniku: Kamionová doprava, doprava pomocí železnice nebo

ustupující lodní doprava. O jiných ekonomicky rozumných formách dopravy není možné uvažovat. Dřevařský podnik zpravidla nevlastní odvozní soupravy a nákladní automobily, které jsou využívány pro dopravu dřevní hmoty. Takže jasně nemohou sledovat nepřímé emise CO₂, které produkují. Zde se nabízí část odvozních souprav nakoupit, nicméně v objemu kolem 150000 m³/rok nakupované kulatiny, není možné ufinancovat flotilu nákladních vozidel. Je zde, ale velká příležitost, komunikovat s provozovatelem vozidel a dodavatelem služeb (odvoz kulatiny do provozu), a požádat o spotřebované množství pohonných hmot.

Další z možností je efektivněji využívat nákladní automobily. Nakupovat dřevní hmotu z nejbližších možných lokalit odvozních míst a tím zkracovat vzdálenost mezi podnikem a lokalitou lesa. U i nákladních automobilů se nabízí varianta využít odvozní potenciál 2x, závoz materiálu, (např. paletových špalíků, spojovacího materiálu), na stejné vozidlo naložení výrobků a jejich expedice. Nutno uvést, že energetická účinnost nákladní dopravy a její spotřeba energie na tunokilometr přepravy se mezi lety 2000 a 2019 snížila o téměř 15 %, což omezilo a nadále bude omezovat celkové emise. (European Environment Agency., n.d.) Mezi další úvahy a konzultace s dodavateli přepravních služeb, jak snížit nepřímé i přímé emise se musí zařadit širší využívání paliv z biomasy, která jsou v emisní inventuře považována za uhlíkově neutrální. (European Environment Agency., n.d., 2022)

Nezbytné je pravidelně obnovovat vozový park podniku a pokusit se zařadit do flotily aut i bezemisní dopravní prostředky – hybridní a elektrické alternativy (za zlepšení emisní stopy se považuje, pokud pro automobily na alternativní pohon, je energie potřebná k výrobě 1 kWh elektřiny nižší než 1,25 kWh). Sice hodnoty životního cyklu jsou u testovaných konvenčních a plně elektrických osobních automobilů podobné a pohybují se v rozmezí 5 až 5,2 MJ/km. (Onat et al., 2015)

Pro srovnání, hybridní alternativy a plně elektrické osobní automobily založené výhradně na obnovitelných zdrojích energie vykazují nižší spotřebu energie, která se pohybuje od 3,32 do 4,62 MJ/km. Současně hybridní alternativy a konvenční osobní automobily poskytují relevantní výhody v nákladech životního cyklu: V porovnání s plně elektrickými automobily jsou nižší o 20-25 %. Emise během životního cyklu, plně elektrických automobilů na bázi obnovitelných zdrojů energie vykazují znatelné snížení emisí skleníkových plynů a dalších relevantních znečišťujících látek: V porovnání s konvenčními automobily je snížení emisí skleníkových plynů nižší o 37 %, resp. 62 %. (Machedon-Pisu & Borza, 2023)

Ukázalo se také podle energetického mixu různých státních celků s ohledem na vývoji a scénáři mezního mixu výroby elektřiny, že není rozsáhlé zavádění elektromobilů

rozumnou strategií. Ale jako kompromis nejlépe vyhovuje zavádění hybridních elektromobilů, z 50 zkoumaných států, vyhovují ve 45. (Onat et al., 2015)

Je tedy na zvážení, v jaké míře, a k jakým účelům hybridní nebo plně elektrické automobily zařadit. Je to, ale další ze způsobů, jak snižovat US a v obecné rovině inspirovat k udržitelnějším řešením.

5.8.2 Organizovaná a alternativní doprava zaměstnanců do zaměstnání

Pro podobná opatření a návrhnutí takového řešení zaměstnancům je důležité poznat jak daleko a odkud do zaměstnání dojíždění. Vybrat výhodné geografické směry pro svoz zaměstnanců, aby byl plně využit dopravní prostředek. Takové řešení nabízí zaměstnancům pravidelnou dopravu každý den, bez potřeby vlastnit dopravní prostředek pro dopravu do zaměstnání (související náklady na údržbu a PHM).

Další možností je pobízení zaměstnanců, na využívání společných jízd více zaměstnanců jedním vozidlem na místo třech nebo čtyř.

Podnik také může motivovat (např. bezplatným nabíjením elektrokol) a odměňovat zaměstnance, kteří využívají alternativní dopravu – autobus, vlak, jízdní kolo, elektrocolo, elektrická koloběžka nebo pěšky. Pro využití jízdního kola se běžně uvádí dojezdová vzdálenost zaměstnání – 10 km. I těmito nástroji podnik snižuje nepřímé emise obsažené ve Scope 3, které se zaznamenávají do celkové uhlíkové stopy podniku.

5.8.3 Zařazení elektrifikovaných nebo LPG VZV do výroby

Naftové vysokozdvíhací vozíky jsou klasickým prostředkem pro nakládku a vykládku materiálu. V provozovně společně s čelními nakladači za rok 2022 spotřebovali 144476 litrů motorové nafta. A podstatnou částí tvoří přímé emise podniku. Je zde ale možnost částečně omezit přímé emise, elektrifikací VZV nebo přechodem na palivo LPG. Odstraněním fosilních paliv z provozu a jejich nahrazení elektřinou, která by se ideálně vyráběla z obnovitelných zdrojů a napájela VZV, lze očekávat snížení celkového množství emisí uhlíku generovaných provozem. Dále se tímto krokem sníží hladina hluku a odstraní lokální výfukové plyny vznikající na pracovních plochách, které vdechují nejenom zaměstnanci obsluhující tyto stoje. Může to být, ale i vhodný nástroj pro zlepšení ekologické image podniku i úspore na PHM, které byly celý minulý rok na velmi volatilních hodnotách. Mezi nevýhody takovýchto stojů je nemožnost rychlého doplnění paliva oproti strojům na motorovou naftu, i jejich menší schopnost odolávat venkovním vlivům počasí.

5.8.4 Ukončení využívání LTO pro výrobu tepla

Toto doporučení vzniklo z analýzy spotřebované suroviny a emisního faktoru pro danou položku, který je oproti uvažované např. nulového hodnotě emisního faktoru pro spalování biomasy velmi vysoký. Zde připadá v úvahu zvýšení využití biomasy pro výrobu tepla a postupné snižování využívání LTO. Může se uvažovat v budoucnosti o využívání LTO už jen jako o záložním zdroji pro případnou výpomoc k fungování podniku. Tímto krokem se také sníží přímé emise, při nulovém využití LTO až o 210 743,4383 kgCO_{2e} ve Scope 1, (uváděné hodnoty za rok 2022). Pokud by podnik přistoupil k ukončení využívání LTO, je v zájmu správného přístupu k plánování, stanovit si datum pro ukončení.

5.8.5 Výroba elektrické energie

Mezi další možnosti, jak snížit efektivně US, je započít vnitropodnikově vyrábět elektrickou energii uvedenou ve Scope 2, kterou podnik zatím pouze nakupuje a tvoří největší část emisí. Jednou z možných je začít spalováním biomasy při výrobě tepla, částečně vyrábět elektřinu. K takovému to procesu slouží stoj, kterému se říká kogenerační jednotka. Jeho obvyklá účinnost je kolem 85%. Výhodou je opět spalování biomasy, která je odpad z výroby s nulovým emisním faktorem. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla, resp. výroba elektrické energie je zpravidla poloviční k výrobě tepla. Po vybudování podobné technologie je proces výroby téměř automatický (nutnost plnit zásobníky na biomasu). (Bhatt et al., 2023a)

Všechny řešení i podobného typu, ale stále biomasu na výrobu tepla nebo elektřiny mění na rafinovaná paliva, která se pak spalují nebo přivádějí do chemických palivových článků k výrobě tepla nebo elektřiny. Stojí, proto zmínit technologii Mikrobiálních palivových článků (MFC), které jsou novou technologií. Která je považována za ekologickou. Nabízí několik srovnatelných výhod oproti jiným technologiím využití biomasy. Jedná se o technologii, která zpracovává (čistí) vlhký organický odpad a přeměňuje chemickou energii na elektřinu, která se využívá pro připojené provozy a budovy (v tomto případě haly podniku). Hlavní výhodou je schopnost technologie využívat mokrou biomasu v suspenzi nebo v roztoku (tj. příliš mokrou na to, aby se dala spálit) a měnit biomasu přímo na bioenergií ve formě elektřiny. (Ieropoulos & Greenman, 2023) Jako využívané palivo pocházející z provozu na základě biomasy lze uvést např. kaly z čistíren odpadních vod, lignin atd., která vznikají během jejich provozu, jako palivo pro kotle k pokrytí procesních energetických potřeb. (Bhatt et al., 2023b)

Je nutné tedy zmínit i tyto další možnosti, jak snížit US, přestože momentálně nejsou rozšířeny, ale s postupným naplňováním klimatických závazků, bude nutné na podobné řešení přistoupit.

5.8.6 Využití fotovoltaických panelů na budovách podniku

Následující opatření sleduje možnost opět omezit US ze Scope 2 u nakupované elektřiny. Podnik má možnost na správní i provozní budovy instalovat fotovoltaické panely, solární energie se považuje za čistý, udržitelný, ekologický zdroj energie. Střechy momentálně neobsahují žádné fotovoltaické panely. Po správném návrhu a montáži může získaná energie sloužit např. pro obsluhu správních budov elektrickou energií. Nejobvyklejší materiál pro tento druh panelů je krystalický křemík, o tomto materiálu, ale vyvstávají pochybnosti v rámci recyklace materiálu. Mezi další poznatky je nutné zmínit, že prach, špína, ptačí trus a zbytky krystalů hromadí se na povrchu solárních fotovoltaických panelů, způsobují vážné snížení elektrické účinnosti solárních fotovoltaických panelů. To může být v případě dřevozpracujícího provozu velký problém, protože druh této výroby se řadí mezi prašné. Je proto nutné k možné investici k tomuto obnovitelnému zdroji připočítat i náklady na údržbu. Také se musí při podobném návrhu řešení vyřešit dostatečné uskladnění energie – baterie, zpětné připojení do sítě aj. (Contreras-Lisperguer et al., 2021)

5.8.7 Zateplování výrobních hal a správních budov

Další z možností je zateplení budov dřevařského podniku. Mohl by být důležitý krok, jak se snažit snížit US, i přesto, že výroba tepla pochází převážně ze spalování biomasy a LTO, biomasa je považována za uhlíkově neutrální. A s přihlédnutím na možnost budoucí zpřísnění legislativy o energetické náročnosti budov. Toto opatření tedy nutně nemusí jen se snižováním uhlíkové stopy. To má za následek i v dlouhodobém hledisku úsporu financí za náklady na vytápění.

5.8.8 Sledování a výkaz udržitelnosti a ochrany klimatu

Podnik má povinnost vydávat každoročně výroční správu, zde se zmiňuje o aktivitách v oblasti životního prostředí, momentálně se ve zprávě uvádí využití ISO standardů, kontroly měřících zařízení u emisních zdrojů nebo nakládání s odpady a kdo je provádí. To může být doplněno o informace o zamýšlených opatření v rámci udržitelnosti a odpovědnosti podnikání. V těchto pojmech se ukrývá i uvedení možných investic nebo úspěchů ve snížení US. Není tedy nutné vytvářet samostatný dokument, ale je možné využít takový, který podnik musí vydávat.

5.8.9 Využití offsetových programů pro kompenzaci uhlíkové stopy

Offsetové programy slouží zatím převážně pro státy, firmy, ale i jednotlivce a další subjekty jako prostředek na kompenzaci uhlíkové stopy, pokud není možnost přímo snížit emise skleníkových plynů jinak. Tyto emise lze kompenzovat aktivním zachycováním nebo využíváním technologií s nižší uhlíkovou stopou na jiném místě. Činnosti mohou být prováděny různými subjekty, které umožňují snižovat uhlíkovou stopu prostřednictvím offsetových projektů. Je na podniku za se rozhodne pro podobnou kompenzaci tzv. offsetováním. Je důležité si při výběru takového karbonové offsetu zkontrolovat, že splňuje stanovené standardy, jako je například ČSN EN ISO 14064-1:2019, vycházející z mezinárodních dohod a protokolů.

Podnik může snížit uhlíkovou stopu ve scope 1, tzv. offsetováním o 7 % resp. 716 157, 2 kgCO²e. Scope 1 byl vybrán, protože momentálně vykazuje nejnižší procentuální hodnotu, ekonomicky na vykompenzování nejlevnější a také protože obsahuje jen přímé emise. Je to jednoduchý nástroj pro vykázání vykompenzování své uhlíkové stopy. Postupně v dlouhodobém hledisku může přistupovat i k ostatním scopům 2 a 3.

5.8.10 Certifikace a standardy pro offsetové programy

Dobrovolný uhlíkový standard 2007 (Verified Carbon Standard dříve Voluntary Carbon Standard – VCS) – je nejrozšířenějším plnohodnotným standardem pro offsetové projekty. Poskytuje metodiky pro různé typy projektů a zahrnuje nároky na kontrolu kvality projektu (udržitelné, ověřitelné, měřitelné apod.).

Zlatý standard (Gold Standard) - je dalším velmi používaným standardem pro offsetové projekty, obsaženým i v mezinárodních smlouvách. Zaměřuje se na projekty s vysokým sociálním dopadem, jako jsou projekty pro snižování chudoby a zlepšování zdraví.

Plan Vivo – je neplnohodnotný standard, který se zaměřuje na metodologii a na projekty v oblasti udržitelného zemědělství a lesnictví v komunitách, kde jsou důležitou součástí sociální a environmentální aspekty to jsou podmínky, které musí organizace prokázat.

Mechanismus čistého rozvoje (Clean Development Mechanism – CDM) - plnohodnotný standard, obsažený v Kjótském protokolu, mechanismus sloužící pro rozvinuté země kompenzovat jejich uhlíkovou stopu.

Ověřené snížení emisí (Verified Emission Reduction, VER+) – je plnohodnotný standard, vznikl v německé společnosti Tüv Süd, využitelný pro všechny typy offsetových projektů mimo jaderné, vodní energetiky s výkonem nad 80 MW.

6 Diskuse

Jedním z cílů výzkumu bylo formulovat cílové hodnoty a cíle. Tyto cílové hodnoty a cíle jsou obsaženy v doporučeních ke snižování US. Cílové hodnoty jsou postaveny spíše na praktickém charakteru snižování. Proto pro následující práce může být tématem snižování US méně provozní, ale zaměřené výhradně na offsetové programy. Dílčí cíle, které byly stanoveny již na počátku a v průběhu vytváření práce byly splněny, v oblasti emisních faktorů u jednotlivých vstupů pro výrobu (související s dodavatelskými řetězci) je možnost pro další výzkum, komunikace s dodavateli s požadavkem ke zpřesnění uhlíkové stopy jejich produktů a vytvoření aktualizovaný seznam pro další výpočet, to eliminuje další limity, které dosavadní výpočet má. Dále je záhodno se v dalším výzkumu možnost zpřesnit dvě z velkých položek uhlíkové stopy – dopravy vstupů a zaměstnanců, jak je popsáno v následujícím odstavci.

Z celkových 23 sledovaných položek, které způsobují emise a byly v podniku sledovány a řešeny v práci poskytují kvalitní přehled položek a příležitost pro jejich analýzu i pohledu podniku. I přestože je výpočet US proveden co nejpřesněji, jsou zde patrné možnosti, jak zlepšit sledování některých z nich, to by poskytlo zpřesnění výpočtu. Dobrým příkladem je doprava vstupní suroviny, kdyby bylo možné zjistit jasně spotřebu PHM u odvozních souprav, a vzdálenost, kterou ujeli se vstupní kulatinou od místa naložení do podniku. Bylo by možné přesněji vyčíslit scope 3. Podobně to platí u US zaměstnanců, zde je záhodno použít dotazník o mobilit, který je uveden v Příloze 1. Na základě odpovědí se výpočet upřesní a upozorní na nové možnosti práce se zaměstnanci. Dalším přínosem dotazníku může být, podpora a přizpůsobení podmínek dopravy do zaměstnání. Z podobných opatření může plynout i zvážení benefitů, při využívání alternativní formy dopravy. Dalším předpokladem je užší spojení s dodavateli spojovacích a obalových materiálů a vyžadovat po nich výkaz US, pro zpřesnění dosavadních výpočtů. Platí předpoklad, že s postupujícím časem bude přibývat v dodavatelských řetězcích výrobců, kteří budou výkazy US poskytovat pro své zvýhodnění před ostatními, potom záleží na společnosti, pokud zvolí dodavatele, který nabídne podobný výkaz. Ve scope 2 – nakupovaná elektřina odpovídá 36 % na uhlíkové stopě podniku, v rámci snižování US je navrhované řešení umístit na budovy podniku fotovoltaické panely. V průběhu konzultací s podnikem byl tento návrh komentován se slovy, že o podobném kroku je uvažováno, ale nenašli dodavatele pro akumulární zařízení (baterie), další možný směr pro budoucí výzkum – řešení a uložení získané energie z obnovitelných zdrojů pro velké dřevozpracující podniky.

Při porovnání všech scope, je viditelný procentuální podíl. Je možné tedy, pomocí offsetových programů kompenzovat uhlíkovou stopu například nejmenší hodnoty ze

scopů. Scope 1–7%, a do určitého data (cílového roku) tímto způsobem vykompenzovat další scopy. Podobné kompenzace můžou na odběratele a potenciální zákazníky působit velmi dobrým dojmem, a změnit jeho chování při výběru dodavatele palet a obalů.

Výsledek uhlíkové stopy za období roku 2022 (Tab. 1) byl predikovatelný a očekávatelný podle výsledků z předešlých dvou let, i s porovnáním (Graf 1). Přesto bylo zajímavé porovnat spotřebovávané vstupy a výslednou hodnotu US. V Grafu 4 se ukázal očekávaný předpoklad, že hodnoty uhlíkové stopy se u položek výrazně nemění, tedy že podnik neomezuje ani příliš nenavysuže výrobu, ale spíše se snaží optimalizovat a využít dosavadní kapacity na maximum. Značný nárůst byl zaznamenán pouze u spalování LTO, mezi předešlými obdobími, v porovnání s předchozím o 29 %. Omezení výroby tepla z LTO byla mezi doporučeními pro podnik s nahrazením výroby – biomasou.

Hodnoty uhlíkové stopy, ke kterým může podnik aspirovat musí být realistický a dlouhodobě udržitelný. Nelze si za předpokladu nesnížení výroby stanovit nerealistické cíle, tím je myšleno např. snížení uhlíkové stopy o 50 %. Podnik si musí sám stanovit jakou formou snižování US se vydá. Jako příklad lze uvést jiné dřevozpracovatele, kteří vydávají v oblasti environmentu – zprávu o udržitelném rozvoji, vydávají ji jednou ročně podobně jako výroční zprávu a popisují zlepšení nebo inovace v rámci této problematiky. Příkladem může být informace o snížení US a 17 % ve scope 1 a 2 oproti roku 2019. Tuto zprávu spojují i se sdělením vyvažováním žen a mužů na pracovišti nebo odpovědnosti k místu kde působí. (Mondi Group, 2022) Podnik si stanovil snížení uhlíkové stopy vše všech třech scope o 8 %. Popisují také, které cíle jsou splněny, opožděny nebo v procesu splňování. (Lenzing, 2022) Další z podniků si pro svůj udržitelný rozvoj vybrala navazovat na Cíle udržitelného rozvoje OSN (SDGs), jmenovitě cíl 12 – Zajistit udržitelnou spotřebu a výrobu, 13 - Přijměte naléhavá opatření v boji proti změně klimatu a jejím dopadům. a cíl 15 - Chránit, obnovovat a podporovat udržitelné využívání suchozemských ekosystémů, udržitelně hospodařit s lesy, potírat rozšiřování pouští, zastavit a následně zvrátit degradaci půdy a zastavit úbytek biodiverzity. (Stora Enso, 2022) Je tedy možné přistoupit k řešené problematice i tímto přístupem.

Podnik by si měl určit dlouhodobé cíle (závazky), může zvolit např. rok 2050, k cílovému roku se přikládají i informace, jakým způsobem svých cílů chtějí dosáhnout, např. v desetiletých obdobích. Podobný přístup si volí i jiné společnosti. (Mondi Group, 2022) Wotan Forest, a.s. je člen koncernu AGROFERT, může proto iniciovat komplexní řešení uhlíkové stopy v rámci koncernu, i se společnými závazky a společným jednotným vykazováním – pravděpodobně GHG protokolem, kterým se rozhodla vykazovat většina

firm. Podobně lze oslovit i firmy zabývající se vykazováním a výpočtem uhlíkové stopy, pro zpracovávání potřebných dokumentů, ale i propagačních materiálů pro podnik nebo spolupracovat na tvorbě cílů, metod měření, vykazování a snižování US.

Jednou z variant může být možnost iniciovat a financovat aktivity v oblasti výzkumu a vývoje snižování uhlíkové stopy pro podnik, např. s vědeckými ústavy nebo univerzitami. Toto rozhodnutí může podniku poskytnout další know-how a potenciální konkurenční výhodu. Je to další z možností, jak se podnik může připravit na budoucí požadavky na snižování uhlíkové stopy.

Tato práce má za cíl být přínosem pro podnik v orientaci problematiky uhlíkové daně a emisních povolenek. S přibývajícím vyjasňováním požadavků v rámci dekarbonizaci Evropy, uhlíkových daní nebo spřízňování požadavků na oteplování planety, vzniknou další nároky na provozy nejen ve zpracovatelské sektoru. Proto je zde prostor pro vznik vědecké práce, která obsáhne povinnosti, náležitosti a přehledný manuál pro podniky, co se bude vyžadovat, dodržovat a vykazovat v rámci managementu uhlíkové a ochrany klimatu.

7 Závěr

Zpracovávaná bakalářská práce reaguje na urgentnost a vývoj v rámci kladení obecného důrazu na ochranu klimatu. V rámci těchto výzev plynoucí snižování uhlíkové stopy, čistější zpracovatelský průmysl a postupné snižování některých negativních vlivů na životní prostředí.

V práci bylo kladeno důraz na prezentování výrobků ze dřeva a jejich unikátního využití na ukládání uhlíku, a poukázat na využívání obnovitelného, organického materiálu. Který může sloužit nejen na výrobu palet a obalů, a i po konci užitého využití výrobku lze to co zbylo použít na výrobu jiných materiálů anebo spálením a přeměněním na využitelnou energii. V této oblasti je možné spekulovat nebo rozvíjet polemiku nad uhlíkovým zatížením výrobků ze dřeva, anebo zda by neměli být vyjmuty.

Je záhodno si pokládat otázky, zda je vhodné uvažovat o uhlíkových daních, uhlíkově neutrálních podnicích, anebo uhlíkově neutrální Evropě. Jsou nesporně viditelné klimatické změny, a proto není možné vyloučit a lze spíše předpokládat, že potenciální uhlíkové daně dopadnou i na sektor dřevozpracovatelského sektoru. Proto brzké řešení měření a vykazování uhlíkové stopy v podnicích je krok správným směrem a podnikům to pomůže s analýzou snižování a produkování uhlíkové stopy, ale také se připravit na přibývající administrativu.

Z provedených výpočtů pro vytvoření této práce vyplývá, že podnik vykazuje uhlíkovou stopu přes deset milionu tun kg CO₂e. Tento výsledek byl porovnán s předchozími lety. Z porovnání vyplývá, že uhlíková stopa se rychle nezvyšuje ani nesnižuje, ale pohybuje se v podobných hodnotách. Drobné výkyvy se ukazují u sledovaných položek. U některých položek má podnik možnost zpřesnit vstupní data, a to užšími vztahy s dodavateli, s požadavkem na hodnotu uhlíkové stopy u dodávaných vstupů. Z výsledků byly vytvořeny návrhy na možné zlepšení na úsporu uhlíkové stopy.

Mezi navrhované změny byly zařazeny kroky ke snížení využívání referenčních vozidel nebo využívání hybridních vozů. Zařazení využití LPG nebo elektrifikovaných VZV. Dále možnost organizované nebo alternativní dopravy zaměstnanců do místa výkonu práce, k analýze, zájmu o tuto službu slouží dotazník v Příloze 1. Mezi dalšími doporučeními bylo snížení využití LTO pro výrobu tepla, výroba vlastní elektrické energie z biomasy, návrhu na využití obnovitelné energie anebo zateplení výrobních hal a správních budov pro úsporu energie za vyráběné teplo. Byla uveden návrh, jak pomocí offsetových programů vykompenzovat 7% uhlíkové stopy z celkového objemu.

Výsledky práce lze využít nejen v rámci společnosti Wotan Forest, a.s., ale také jako inspirace pro ostatní podniky, které se problematikou managementu uhlíkové stopy začínají zabývat nebo porovnat výsledky této práce s jinými se stejnou tematikou.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

Abbood, K., Egilmez, G., & Meszaros, F. (2022). Multi-region Input-Output-based Carbon and Energy Footprint Analysis of U.S. Manufacturing. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*. <https://doi.org/10.3311/PPSO.19554>

Bhatt, A., Ravi, V., Zhang, Y., Heath, G., Davis, R., & Tan, E. C. D. (2023a). Emission Factors of Industrial Boilers Burning Biomass-Derived Fuels. *Journal of the Air & Waste Management Association*. <https://doi.org/10.1080/10962247.2023.2166158>

Bhatt, A., Ravi, V., Zhang, Y., Heath, G., Davis, R., & Tan, E. C. D. (2023b). Emission Factors of Industrial Boilers Burning Biomass-Derived Fuels. *Journal of the Air & Waste Management Association*. <https://doi.org/10.1080/10962247.2023.2166158>

Contreras-Lisperguer, R., Muñoz-Cerón, E., Aguilera, J., & de la Casa, J. (2021). A set of principles for applying Circular Economy to the PV industry: Modeling a closed-loop material cycle system for crystalline photovoltaic panels. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 164–179. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2021.03.033>

Crowther, T. W., Todd-Brown, K. E. O., Rowe, C. W., Wieder, W. R., Carey, J. C., MacHmuller, M. B., Snoek, B. L., Fang, S., Zhou, G., Allison, S. D., Blair, J. M., Bridgham, S. D., Burton, A. J., Carrillo, Y., Reich, P. B., Clark, J. S., Classen, A. T., Dijkstra, F. A., Elberling, B., ... Bradford, M. A. (2016). Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature*, 540(7631), 104–108. <https://doi.org/10.1038/NATURE20150>

Dharmawan, I. W. S., & Ridwan, M. (2022). Emission factor for emission reduction estimation in reduced impact logging. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1115(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1115/1/012038>

Emisní obchodování - Ministerstvo životního prostředí. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani

European Environment Agency. (n.d.). *Reducing greenhouse gas emissions from heavy-duty vehicles in Europe.* Retrieved April 2, 2023 from <https://www.eea.europa.eu/publications/co2-emissions-of-new-heavy>

Hájek, M., Vrabcová, P., & Dudík, R. (2022). *Stanovení uhlíkové stopy, metodických postupů a východisek pro její budoucí sledování v provozech výroby palet a obalů a výroby plošných materiálů podniku Wotan Forest, a. s.*

Hájek, M., Zimmermannová, J., Helman, K., & Rozenský, L. (2019). Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries. *Energy Policy*, 134. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2019.110955>

Hranice analýzy uhlíkové stopy | CI2, o.p.s. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from <https://ci2.co.cz/cs/hranice-analyzy-uhlikove-stopy>

Ieropoulos, I., & Greenman, J. (2023). The future role of MFCs in biomass energy. *Frontiers in Energy Research*, 11. <https://doi.org/10.3389/FENRG.2023.1108389>

Janoušková, S., Moldan, B., & Hák, T. (2017). Pět klíčových indikátorů udržitelného rozvoje: nástroj pro vzdělávání a osvětu veřejnosti. *Envigogika*, 12(1). <https://doi.org/10.14712/18023061.536>

Kasperzak, R., Kureljusic, M., Reisch, L., & Thies, S. (2023). Accounting for Carbon Emissions—Current State of Sustainability Reporting Practice under the GHG Protocol. *Sustainability*, 15(2), 994. <https://doi.org/10.3390/SU15020994>

King, M., Tarbush, B., & Teytelboym, A. (2019). Targeted carbon tax reforms. *European Economic Review*, 119, 526–547. <https://doi.org/10.1016/J.EUROECOREV.2019.08.001>

Köhl, M., Linser, S., Prins, K., & Talarczyk, A. (2021). The EU climate package “Fit for 55” - a double-edged sword for Europeans and their forests and timber industry.

Forest Policy and Economics, 132, 102596.
<https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2021.102596>

Kubová, P., Hájek, M., & Třebický, V. (2018). Carbon Footprint Measurement and Management: Case Study of the School Forest Enterprise. *BioResources*, 13(2), 4521–4535.
https://jtatm.textiles.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_13_2_4521_Kubova_Carbon_Footprint_Measurement_Management

Kucukvar, M., Egilmez, G., Onat, N. C., & Samadi, H. (2015). A global, scope-based carbon footprint modeling for effective carbon reduction policies: Lessons from the Turkish manufacturing. *Sustainable Production and Consumption*, 1, 47–66.
<https://doi.org/10.1016/J.SPC.2015.05.005>

Lenzing.com. (2047). *ClimateTransition Action Plan*. www.lenzing.com
Life Cycle Databases | Greenhouse Gas Protocol. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from <https://ghgprotocol.org/life-cycle-databases>

Machedon-Pisu, M., & Borza, P. N. (2023). Is the Transition to Electric Passenger Cars Sustainable? A Life Cycle Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3).
<https://doi.org/10.3390/SU15032614>

Mondi Group. (2022). *Sustainable Development report 2022*. Sustainable Solutions.
<https://www.mondigroup.com/media/16492/mondi-group-sustainable-development-report-2022.pdf>

Muthu, S. S. (2015). The carbon footprint handbook. *The Carbon Footprint Handbook*, 1–524. <https://doi.org/10.1201/B18929>

Net zero targets | Climate Action Tracker. (n.d.). Retrieved March 13, 2023, from <https://climateactiontracker.org/countries/eu/net-zero-targets/>

NextGenerationEU. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/eu-borrower-investor-relations/nextgenerationeu_en

Onat, N. C., Kucukvar, M., & Tatari, O. (2015). Conventional, hybrid, plug-in hybrid or electric vehicles? State-based comparative carbon and energy footprint analysis in the United States. *Applied Energy*, 150, 36–49. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2015.04.001>

Pařížská dohoda. (n.d.). Retrieved April 2, 2023, from [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf)

Parlament požaduje tři nové zdroje příjmů pro EU | Zpravodajství | Evropský parlament. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/eu-affairs/20221110STO53101/parlament-pozaduje-tri-nove-zdroje-prijmu-pro-eu>

Per capita CO₂ emissions, 2021. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita?tab=chart%C2%AEion=Europe&country=~DEU%20https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita?tab=chart®ion=Europe&country=~DEU>

Plán REPowerEU: cenově dostupná, bezpečná a udržitelná energie pro Evropu. (n.d.). Retrieved April 4, 2023, from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_cs#ref-%C4%8Dist%C3%BD-pr%C5%AFmysl-ekologick%C3%BD-pr%C5%AFmysl

Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P., Alexander, L. V, Allen Switzerland, S. K., Zealand, N., Bindoff, N. L., Allen, M. R., Boucher, O., Chambers, D., & Hesselbjerg Christensen, J. (n.d.). to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers SPM Drafting Authors: Draft Contributing Authors. *Monika Rhein.*

Stora Enso. (2022). *Sustainability* – Stora Enso. <https://www.storaenso.com/en/sustainability>

Strauss, A. (Professor of structural engineering), Frangopol, D. M., & Bergmeister, Konrad. (2013). *Life-cycle and sustainability of civil infrastructure systems: proceedings of the Third International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, Hofburg Palace, Vienna, Austria, 3-6 October 2012*. 481.

Vrabcová, P., & Urbancová, H. (2021). Approaches of selected organisations in the czech republic to promoting the concept of sustainable development and corporate social responsibility. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 67(7), 255–265. <https://doi.org/10.17221/8/2021-AGRICECON>

Wang, Y., Yang, X., Sun, M., Ma, L., Li, X., & Shi, L. (2016). Estimating carbon emissions from the pulp and paper industry: A case study. *Applied Energy*, 184, 779–789. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2016.05.026>

Wei, X., Zhao, J., Hayes, D. J., Daigneault, A., & Zhu, H. (2023). A life cycle and product type based estimator for quantifying the carbon stored in wood products. *Carbon Balance and Management*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S13021-022-00220-Y>

Seznam příloh

Příloha 1 – Dotazník zjišťující informace o mobilitě zaměstnanců

Příloha 2 - Výchozí struktura údajů pro zjišťování uhlíkové stopy výrobních provozů

Příloha 3 – Emisní faktory pro jednotlivé položky

9 Přílohy

Příloha 1 – Dotazník pro zaměstnance sloužící k lepšímu pochopení dopravních návyků zaměstnanců, jejich mobility anebo preferencí dopravy. Byl vyhotoven pro zpřesnění dat ve scopu 3.

Dotazník zjišťující informace o mobilitě zaměstnanců (údaje za jeden měsíc)

Pracoviště: OPO Horka u Staré Paky

Vaše jméno a příjmení:

Věk:

Místo ze, kterého vyrážím do zaměstnání:

Místo do, kterého se ze zaměstnání vracím, pokud není stejné jako výchozí:

K dopravě na pracoviště používám (přečtěte si pozorně následující možnosti a vyberte jednu nebo kombinaci dopravních prostředků a pokuste se uvést i množství kilometrů, které denně absolvuji:

Doprava jednotlivce:

- Pěšky: /vzdálenost v km/, (uvádět i cestu na vlak nebo autobus)
- Jízdním kolo: /vzdálenost v km/
- Elektrokolo: /vzdálenost v km/, spotřeba: /kWh na 100 km/
- Elektrická koloběžka: /vzdálenost v km/, spotřeba: /kWh na 100 km/
- Elektrický motocykl: /vzdálenost v km/, spotřeba: /kWh na 100 km/
- Motocykl: /vzdálenost v km/,
spotřeba: /litry benzínu na 100 km/
spotřeba: /litry nafty na 100 km/
- Automobil: /vzdálenost v km/,
spotřeba: /litry benzínu na 100 km/
spotřeba: /litry nafty na 100 km/
- Elektroauto: /vzdálenost v km/, spotřeba: /kWh na 100 km/
- Hybridní auto: /vzdálenost v km/, spotřeba: /kWh na 100 km/
spotřeba (případně kombinovaná spotřeba): /litry benzínu na 100 km/
spotřeba (případně kombinovaná spotřeba): /litry nafty na 100 km/

Veřejná doprava:

- Vlak: /vzdálenost v km/
Jedná se o motorovou nebo elektrifikovanou soupravu (prosím zakroužkujte).
- Autobus: /vzdálenost v km/
Jedná se o elektrický, naftový nebo CNG autobus (prosím zakroužkujte).

Společná doprava:

- Spolujízda: /vzdálenost v km/,

spotřeba: /litry benzínu na 100 km/

spotřeba: /litry nafty na 100 km/

Kolegy jsou:

Uvažovali jste někdy o společné jízdě s kolegy? ANO / NE (prosím zakroužkujte)

Uvažujete o alternativním způsobu dopravy do zaměstnání (např. jízdní kolo), pokud ano, upřesněte prosím? ANO / NE (prosím zakroužkujte)

O kterém uvažujete:

Motivoval by Vás balíček benefitů pro využívání alternativním způsobu dopravy do zaměstnání, (např. nabíjení elektrokola v rámci dojíždění do zaměstnání - bezplatně) pokud ano, napište konkrétní benefit? ANO / NE (prosím zakroužkujte)

Váš nápad:

Jak dlouho do práce jezdíte: /jednotky času/

Myslíte, že se tato doba lze za využití efektivnější dopravy zkrátit? ANO / NE (prosím zakroužkujte)

Jsou výše uvedené údaje platné po celý kalendářní rok? ANO / NE (prosím zakroužkujte, pokud ne uveďte prosím důvod)

.....

Je něco dalšího, co chcete v rámci dopravy do zaměstnání zmínit:

.....

Podobný dotazník, lze vytvořit elektronicky a rozeslat ho v rámci podnikové elektronické pošty.

Příloha 2 - Výchozí struktura údajů pro zjišťování uhlíkové stopy výrobních provozů, výchozí struktura dotazníku byla převzata a pochází ze smlouveného výzkumu Katedry lesnické a dřevařské ekonomiky FLD, ČZU v Praze.

Výchozí struktura údajů pro zjišťování uhlíkové stopy výrobních provozů
(většina informací bude zjišťována pro každý provoz/skupinu výrobků samostatně)

Úvodní informace

Položka	Odpověď	Jednotka, popis
Provozovna		
Počet zaměstnanců		Přepočtený na celé úvazky
Obrat (tis. Kč)		
Výroba v tj. (m ³ , ks)		
Technologie		Základní popis (schéma) používaných výrobních technologií
Majetek, stroje, zařízení na leasing		Uvést, pokud je relevantní z hlediska US, tj. pokud dané stroje či zařízení produkují skleníkové plyny (např. automobily či nákladní automobily)

Produkce skleníkových plynů

Položka	Hodnota	Poznámka
Rok výpočtu		Rok (y), ke kterým se vztahují data
Emisní zdroje		Stručný popis zařízení, které přímo ve Vaší společnosti produkují skleníkové plyny (např. kotle, pece, průmyslové procesy, auta ve vlastnictví, úniky např. z chladicích zařízení, klimatizace, odvětrávání ap.)
Produkce (přímo) uvedených GHG plynů	(Pokud Ano, uvést množství produkce, nejčastěji v tunách) CO ₂ Ano Ne CH ₄ Ano Ne N ₂ O Ano Ne HFC Ano Ne PFC Ano Ne SF ₆ Ano Ne NF ₃ Ano Ne	CO ₂ – oxid uhličitý CH ₄ – metan N ₂ O – oxid dusný HFC – fluorované uhlovodíky PFC – perfluoruhlovodíky SF ₆ – fluorid sírový NF ₃ – fluorid dusitý

Spotřeba energie v provozech společnosti

Spotřeba energie vyrobené z fosilních paliv v provozu společnosti (uhlí, zemní plyn, ropa a další) tvoří významnou část uhlíkové stopy. V této části je nutné zjistit spotřeby jednotlivých druhů energie. Naopak využívání energie z obnovitelných zdrojů (slunce, voda, vítr, biomasa) snižuje uhlíkovou stopu podniku.

Položka	Hodnota	Jednotka	Poznámka
Roční spotřeba elektřiny v provozech kilowatthodinách		kWh	Uvést dodavatele
Nakupujete elektřinu z obnovitelných zdrojů?		ano/ne	Uvést dodavatele
Uveďte druhy obnovitelných zdrojů/energií (biomasy, sluneční ohřev, FV elektřina, tepelná čerpadla, elektřina z větru) a jejich roční spotřebu		kWh	Uvést dodavatele
Uveďte roční spotřebu tepla/chladu v provozech v kilowatthodinách		kWh	Uvést dodavatele
Uveďte druhy fosilních zdrojů/energií (zemní plyn, uhlí, propan-butan, topný olej) a jejich roční spotřebu		kWh	Uvést dodavatele
Výroba tepla			
Uveďte roční výrobu elektřiny z vašich zdrojů a způsob distribuce (vlastní spotřeba, dodávka do sítě)		kWh	

Vstupy

Pro výrobu Vašich produktů jsou nezbytné vstupní suroviny. V následující tabulce je nutné uvést ty nejdůležitější

Položka	Hodnota	Jednotka	Poznámka
Druh vstupního materiálu A a jeho množství za rok		kg (tuny, litry)	Event. uvést odkaz na dodavatele materiálu
Druh vstupního materiálu B a jeho množství za rok		kg (tuny, litry)	Event. uvést odkaz na dodavatele materiálu
Druh vstupního materiálu C a jeho množství za rok		kg (tuny, litry)	Event. uvést odkaz na dodavatele materiálu
Další vstupy materiálů (například spojovací materiál, pomocný...)		kg (tuny, litry)	

Doprava

Doprava přispívá k uhlíkové stopě organizace především díky spalování paliv (benzín, nafta) při rozvozu zboží a dalších služebních cestách. Doprava zaměstnanců do/z práce není ve výpočtu zohledněna. Klíčem je zjištění spotřeby jednotlivých druhů paliv za rok. Zdrojem dat je účetnictví firmy, cestovní příkazy, výkazy leasingové společnosti (v případě leasovaných aut) atp.

Otázka	Hodnota	Jednotka	Poznámka
Spotřeba benzínu za rok u automobilů vlastněných/provozovaných firmou		litry/rok	Pokud není známa spotřeba, uvést počet ujetých km a průměrnou spotřebu. Uvést odděleně vozidla vlastněná/provozovaná (např. na leasing) či vozidla externích firem
Spotřeba nafty za rok u automobilů vlastněných/provozovaných firmou		litry/rok	Pokud není známa spotřeba, uvést počet ujetých km a průměrnou spotřebu. Uvést odděleně vozidla vlastněná/provozovaná (např. leasing) či vozidla externích firem
Spotřeba dalších paliv (LPG, CNG atp.) rok u automobilů vlastněných/provozovaných firmou			
<i>Služební cesty – letecky</i>		km/rok	<i>Nepovinná položka</i>
<i>Služební cesty – vlakem</i>		km/rok	<i>Nepovinná položka</i>
<i>Služební cesty – autobusem</i>		km/rok	<i>Nepovinná položka</i>
<i>Dojíždění do práce – zaměstnanci (data z dotazníkového on-line šetření)</i>		km/rok	<i>Nepovinná položka</i>
<i>Další doprava – například nákladní doprava produktů či surovin provozovaná třetí stranou</i>		litry/rok nebo km/rok	<i>Nepovinná položka, v případě vyplnění uvést podrobnosti</i>
<i>Další externí služby</i>			

Spotřeba vody a produkce odpadní vody

Spotřeba vody ovlivňuje uhlíkovou stopu firmy prostřednictvím emisí oxidu uhličitého spojených s úpravou pitné vody a emisí metanu spojených s čištěním odpadních vod z provozů.

Otázka	Hodnota	Jednotka	Poznámka
Spotřeba pitné/užitkové vody v provozech za kalendářní rok		m ³	Uvést, zda jde o vlastní zdroj vody či nakupovanou vodu
Produkce odpadní vody v provozech za kalendářní rok		m ³	Možné uvést jako kg BSK5. Uvést způsob čištění – vlastní ČOV, předávání

Výstupy – odpady

Uhlíková stopa odpadů je spojena především s jeho celkovou produkcí a způsobem nakládání s jednotlivými druhy odpadů (vyhazování do směsného odpadu, třídění a recyklace)

Otázka	Odpověď	Jednotka	Poznámka
Produkce nebezpečných odpadů za kalendářní rok – podle druhů		kg	Uvést celkovou produkci, event. rozepsat podle druhů
Produkce komunálního odpadu za kalendářní rok		kg	
Množství vytříděného odpadu podle druhů, způsob likvidace odpadů		kg	Uvést celkovou produkci, event. rozepsat podle druhů, uvést jakým způsobem jsou odpady odstraňovány (skládkování, spalování, předávání na další zpracování atp.)
Produkce ostatních odpadů podle druhů			např. kaly z ČOV, směsi obalů, organické odpady, elektronika, pneumatiky atp.

Příloha 3 – Emisní faktory pro jednotlivé položky, pochází z ecoinvent Database a databáze SimaPro.

Položka	Technické jednotky	Emisní faktor v kg CO ₂ e na tj.
Nafta VZV	litr	2,7571
Nafta - auta	litr	11,0998
Benzin - auta	litr	2,2111
Výroba tepla - biomasa	t	0
výroba tepla - LTO	t	1278,8606
Elektřina	kWh	0,7844
Kulatina	m ³	7,7372
Pitná voda	m ³	0,1199
Odpadní voda	m ³	28,5978
Směsný odpad	t	7,1989
Nebezpečný odpad	t	212,4339
Barva	litr	2,7593
Hřebíky	t	1872,897
Paletové špalíky (dřevotřísky)	m ³	45,6893
Ocelová páska	t	2256,3687
Plastová páska	t	527,0324
Fólie	t	384,85
Plastové obaly	t	2932,2333
Doprava vstupů - kulatina a špalíky	litr	11,0998
Doprava zaměstnanců	litr	11,0998
Řezivo	m ³	30,9821
Karton	t	0