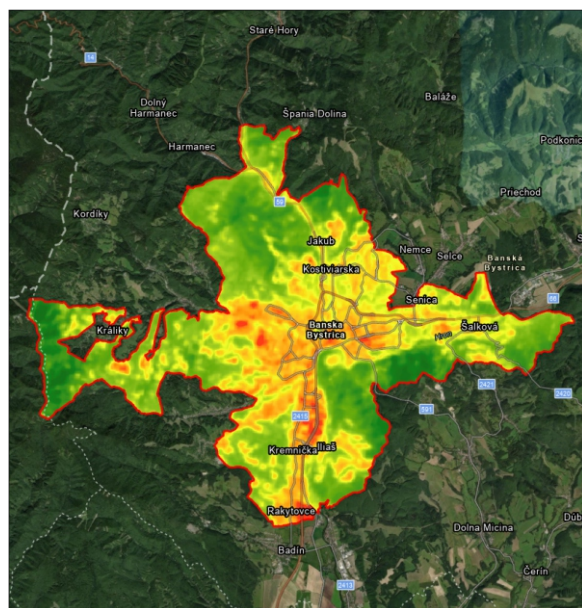


Obstarávateľ:

Mesto Banská Bystrica

Československej armády 26
974 01 Banská Bystrica



„Akčný plán pre mitigáciu a adaptáciu na zmenu klímy mesta Banská Bystrica“

B. ANALÝZA PRODUKCIE A ABSORBCIE CO₂

Február 2023

Spracovateľ dokumentácie:

EKOJET, s.r.o.
priemyselná a krajinná ekológia

Staré Grunty 9A, 841 04 Bratislava, Slovenská republika
Tel.: (+421 2) 45 69 05 68
e-mail: info@ekojet.sk
www.ekojet.sk

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Realizované v rámci projektu Reakcia na zmenu klímy mesta Banská Bystrica, podporeného Islandom, Lichtenštajnskom a Nórskom prostredníctvom Grantov EHP, spolufinancovaného zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky.



OBSAH (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

Identifikačné údaje.....	1
Zoznam použitých značiek a skratiek (bude doplnené k časti 1.)	2
Zoznam obrázkov (bude doplnené k časti 1.)	4
Zoznam grafov (bude doplnené k časti 1.)	4
Zoznam tabuliek (bude doplnené k časti 1.).....	4
B. ANALÝZA PRODUKCIE A ABSORBCIE CO₂	6
1. Analýza produkcie CO ₂ , - Hodnotenie produkcie skleníkových plynov na riešenom území, najmä zdrojov, množstiev z energetiky, priemyslu a prevádzky budov	7
1.1. Postup riešenia.....	7
1.2. Definícia uhlíkovej stopy	8
1.2.1. Vstupné údaje pre Scope 1	9
1.2.2. Vstupné údaje pre Scope 2	9
1.2.3. Vstupné údaje pre Scope 3	9
1.3. Emisie skleníkových plynov v meste Banská Bystrica	10
1.3.1. Emisie zo stacionárnych zdrojov zahrnutých do NEIS	10
1.3.2. Emisie zo stacionárnych zdrojov nezahrnutých do NEIS	12
1.3.3. Emisie z mobilných zdrojov	13
1.3.4. Scope 2 – elektrická energia	16
1.3.5. Scope 3.....	18
1.4. Uhlíková stopa.....	18
1.4.1. Uhlíková stopa katastra mesta banská bystrica	18
1.4.2. Uhlíková stopa objektov v správe mesta banská bystrica.....	19
1.5. Závery – trendy a odporúčania.....	20
1.5.1. Trendy a možnosti riešenia u zdrojov > 02.MWt.....	20
2. Analýza absorpcie a produkcie CO ₂ v dôsledku využívania krajiny a lesníctva na riešenom území	25
2.1. Využitie krajiny a lesníctvo na území mesta Banská Bystrica	26
2.2. Lesy na území mesta Banská Bystrica	28
2.3. Metodický postup bilancie emisií a záchyty skleníkových plynov	30
2.3.1. Kvantifikácia emisií/záchyty skleníkových plynov v LU kategórií Lesy.....	31
2.3.1.1. Zmena zásoby uhlíka v živej biomase	31
2.3.1.2. Zmena zásoby uhlíka v odumretom dreve a opade	32
2.3.2. Kvantifikácia emisií/záchyty skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách vo využívaní krajiny	33
2.3.3. Kvantifikácia emisií/záchyty skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy	33
2.3.4. Kvantifikácia emisií/záchyty skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny	35
2.3.5. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Orná pôda.....	35
2.3.6. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Trvalé trávne porasty.....	36
2.3.7. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Mokrade.....	36
2.3.8. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Sídla	36
2.3.9. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Ostatná pôda.....	37
2.4. Výsledky	37
2.4.1. Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Lesy.	37
2.4.2. Spaľovanie biomasy v lesoch a lesné požiare.....	38

2.4.3.	Emisie/záchyty skleníkových plynov pri zmene vo využívaní lesov	38
2.4.4.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Orná pôda.....	39
2.4.5.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Trvalé trávne porasty.....	40
2.4.6.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Mokrade	40
2.4.7.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Sídla	40
2.4.8.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v LU kategórii Ostatná krajina	40
2.4.9.	Emisie/záchyty skleníkových plynov v sektore LULUCF	41
2.5.	Návrhy na zlepšenie bilancie emisií a záchytov skleníkových plynov na území mesta Banská Bystrica	41
2.6.	Záverečné zhrnutie.....	42
	Zoznam použitej literatúry (bude doplnené k časti 1.)	44
	OBSAH (bude doplnené k časti 1.)	I

Realizované v rámci projektu Reakcia na zmenu klímy mesta Banská Bystrica, podporeného Islandom, Lichtenštajnskom a Nórskom prostredníctvom Grantov EHP, spolufinancovaného zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky.

IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Názov dokumentácie:	„Akčný plán pre mitigáciu a adaptáciu na zmenu klímy mesta Banská Bystrica“
Obstarávateľ:	Mesto Banská Bystrica Sídlo: Československej armády 26, 974 01 Banská Bystrica
Spracovateľ:	EKOJET, s.r.o. Sídlo: Tehelná 19, 831 03 Bratislava Prevádzka: Staré Grunty 9A, 841 04 Bratislava www.ekojet.sk
Dátum spracovania:	Február 2023
Hlavní riešitelia:	Ing. Ivan Šembera, CSc. Mgr. Tomáš Šembera
Spoluriešitelia:	Prof. RNDr. Milan Lapin, CSc. Ing. Jiří Balajka, DrSc. Mgr. Ivan Barka, PhD. Ing. Tibor Priwitzer, PhD. Ing. Ján Schvarcz Mgr. Ľubomír Modrík Mgr. Juraj Nechaj Matej Šembera Tomáš Toropila

Pečiatka a podpis organizácie

ZOZNAM POUŽITÝCH ZNAČIEK A SKRATIEK (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

Δ CLL	Ročná zmena v zásobách uhlíka
BM	Biomasa
CBP	Celkový bežný prírastok
CDP	Carbon Disclosure Project - Medzinárodný projekt pre zverejnenie politiky znižovania emisií podnikov a komunít, miest apod.
CF	Carbon footprint - uhlíková stopa
CLLP	Ročný prírastok zásoby uhlíka
CLLU	Ročný úbytok zásoby uhlíka
CNG	Compressed Natural Gas - Stlačený zemný plyn
CO ₂ ekv	Ekvivalent oxidu uhličitého - jednotka na porovnanie časového integrálu radiačného pôsobenia skleníkového plynu s oxidom uhličitým
CO ₂ fos	CO ₂ z fosílnych palív
EF	Emisný faktor
EL _{ns}	Elektrina dodaná z nadradenej elektrizačnej sústavy
ENO	Elektráreň Nováky
EM _{ns}	Alikvotné emisie elektriny z nadradenej elektrizačnej sústavy
EU ETS	Emission trading system – Európsky systém obchodovania s emisiami
EVO	Elektráreň Vojany
GD	Daygrade – dennostupeň
GHG	Greenhouse gas – skleníkový plyn
GWP	Global warming potential - koeficient pre výpočet otepľovacieho potenciálu skleníkového plynu v pomere k CO ₂
IPCC	International Panel of Climate Changes - Medzivládny panel o zmene klímy
JZ	Jadrové zdroje
L	Les
LDV	Ľahké úžitkové vozidlá
LHE	Lesohospodárska evidencia
LHV	Lower heating value - výhrevnosť
LNG	Liquid Natural Gas - skvapalnený zemný plyn
LPG	Liquid propan gas - kvapalný propán bután
LPIS	Land Parcel Identification System - identifikačný systém poľnohospodárskych parciel
LU	Land-Use Change and Forestry – využívanie krajiny, zmeny vo Využívaní krajiny a lesníctvo
LULUCF	
M	Mokrade
MN	Motorová nafta
MŽP	Ministerstvo životného prostredia SR
NEIS	Národný emisný informačný systém
NIR	National Inventory Report – Národná inventarizačná správa
NLC	Národné lesnícke centrum
NT	Národná ťažba
OK	Ostatná krajina

OP	Orná pôda
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
PM _{2,5}	Particulate matter - jemné častice prachu s aerodynamickým priemerom menším alebo rovným 2,5 mikrometrov
S	Sídla
SHMU	Slovenský hydrometeorologický ústav
SPP	Slovenský plynárenský priemysel
TTP	Trvalé trávnaté porasty
TZL	Tuhé znečisťujúce látky
ULZI	Ústav lesných zdrojov a informatiky Zvolen
ÚGKK SR	Úrad geodézie, kartografie a katastra
ZP	Zemný plyn
ZZL	Základné znečisťujúce látky

ZOZNAM OBRÁZKOV (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

Obrázok 49: Kategórie využívania krajiny v k. ú. mesta Banská Bystrica	26
--	----

ZOZNAM GRAFOV (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

Graf 1: Celková spotreba palív podľa katastrov mesta	12
Graf 2: Emisie skleníkových plynov CO ₂ ekv podľa katastrov mesta	12
Graf 3: štruktúra spotreby palív a agregovaný emisný faktor	21
Graf 4: Trendy spotreby BM a ZP v porovnaní s parametrami	22
Graf 5: Kategórie využívania krajiny v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 –2020.....	27
Graf 6: Zastúpenie drevín v lesných porastoch v k.ú. mesta Banská Bystrica.....	28
Graf 7: Celková ťažba dreva a ťažba ihličnatých a listnatých drevín v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 - 2020	29
Graf 8: Celkový bežný prírastok (CBP) a celková ročná ťažba (m ³) v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020	29

ZOZNAM TABULIEK (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

Tabuľka 117: Uplatnené hodnoty výhrevností a emisných faktorov	11
Tabuľka 118: Emisie skleníkových plynov v meste Banská Bystrica	11
Tabuľka 119: Emisie skleníkových plynov v meste Banská Bystrica, Scope1 stat. zdroje <=0,2 MWt.....	13
Tabuľka 120: Vstupné údaje o počte vozidiel v okrese Banská Bystrica	14
Tabuľka 121: Rozdelenie počtu vozidiel v rámci SR podľa jednotlivých skupín na základe údajov z NIR.....	14
Tabuľka 122: Podiely a počty vozidiel v okrese Banská Bystrica rozdelené na skupiny podľa NIR	15
Tabuľka 123: Výpočet emisií z mobilných zdrojov v okrese BB.....	16
Tabuľka 124: Výpočet denných emisií na dopravných linkách v okrese Banská Bystrica	16
Tabuľka 125: Faktory pre spotrebu elektriny	17
Tabuľka 126: Bilancia výroby tepla a elektriny v zdroji Stefe, a,s,.....	17
Tabuľka 127: Výpočet bilancie emisií v teplárni Stefe, a,s,	17
Tabuľka 128: Spotreba elektrickej energie v objektoch správy mesta Banská Bystrica	17
Tabuľka 129: Výpočet bilancie emisií CO ₂ ekv pre dve varianty dodávky elektrickej energie	18
Tabuľka 130: Emisné faktory pre jednotlivé odpady	18
Tabuľka 131: Emisie v rámci Scope 3	18
Tabuľka 132: Výpočet uhlíkovej stopy mesta Banská Bystrica.....	19
Tabuľka 133: Podklady pre výpočet uhlíkovej stopy	19
Tabuľka 134: Výpočet uhlíkovej stopy objektov v správe mesta Banská Bystrica	20
Tabuľka 135: Spotreba ZP a biomasy.....	21
Tabuľka 136: Spotreba palív v katastri Radvaň	22
Tabuľka 137: Výmery kategórií využívania krajiny v k.ú. mesta Banská Bystrica jednotlivých rokoch.....	27
Tabuľka 138: Matica využívania krajiny - východiskové a konečné rozlohy kategórií využívania krajiny a prevody medzi nimi za obdobie 2013 - 2020.	28
Tabuľka 139: Podiel hlavných drevín pri umelej obnove lesov v k.ú. mesta Banská Bystrica za roky 2013 – 2020	34
Tabuľka 140: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) biomasou lesných drevín v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	38
Tabuľka 141: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) súvisiace s obhospodarovaním lesov v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	38

Tabuľka 142: Emisie zo spaľovania biomasy a požiarov (t) v kategórii Lesy v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020	38
Tabuľka 143: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) súvisiace s vznikom nových lesov v rokoch 2013-2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	39
Tabuľka 144: Emisie skleníkových plynov (kt CO ₂) spojené s zmenami lesov na iné využívanie krajiny v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	39
Tabuľka 145: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) biomasou trvalých kultúr v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	39
Tabuľka 146: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) súvisiace s obhospodarovaním ornej pôdy v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica	39
Tabuľka 147: Záchyty skleníkových plynov (t CO ₂) spôsobené konverziou OP a OK na TTP v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020.....	40
Tabuľka 148: Emisie skleníkových plynov (t CO ₂) spôsobené konverziou OP a OK na TTP v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020.....	40
Tabuľka 149: Emisie skleníkových plynov (t CO ₂) spôsobené konverziou TTP a OP na Sídla v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020.....	40
Tabuľka 150: Emisie skleníkových plynov (t CO ₂) spôsobené konverziou TTP a OP na Ostatnú krajinu v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020	41
Tabuľka 151: Emisie/záchyty skleníkových plynov (t CO ₂ ekv) v sektore LULUCF v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 - 2020	41

B. ANALÝZA PRODUKCIE A ABSORBCIE CO₂

Hlavnou príčinou klimatickej zmeny je zvyšovanie koncentrácie skleníkových plynov v zemskej atmosfére. Najdôležitejším skleníkovým plynom je oxid uhličitý (CO₂), ktorý vzniká hlavne spaľovaním fosílnych palív (ropa, uhlie, zemný plyn), a ďalej sa jeho koncentrácia zvyšuje v dôsledku odlesňovania a ďalších zmien vo využívaní pôdy. Druhým významným skleníkovým plynom je metán (CH₄), ktorý sa uvoľňuje pri ťažbe uhlia, ukladaní odpadu na skládky a v poľnohospodárstve. Medzi ďalšie skleníkové plyny sa zaraďujú: oxid dusný (N₂O), fluorované uhľovodíky (HFC), perfluorované uhľovodíky (PFC), hexafluorid sírový (SF₆) a fluorid dusnatý (NF₃). Emisie všetkých skleníkových plynov sú prepočítavané na ekvivalentné množstvo oxidu uhličitého (tCO₂ ekv) podľa tzv. Global Warming Potential (GWP), to je potenciálu globálneho otepľovania, ktorý postihuje príspevok daného plynu ku globálnemu otepľovaniu prepočítaný na odpovedajúce množstvo CO₂. Pre CO₂ je hodnota GWP=1. Výsledkom prepočtu je ekvivalentné množstvo oxidu uhličitého (tCO₂ ekv).

Najväčším producentom skleníkových plynov je sektor energie (40%), nasleduje priemysel (32%), doprava (12%), spaľovanie fosílnych palív v budovách (8%), poľnohospodárstvo (6%) a odpadové hospodárstvo (2%).

Príčiny a dôsledky klimatickej zmeny sa dotýkajú tiež miest a obcí, ktoré v globálnom meradle prispievajú 40-70% emisií skleníkových plynov.

Objednávateľ definoval obsah časti APMA 2: Analýza produkcie a absorpcie CO₂ nasledovne:

Analýza bilancie produkcie a absorpcie, najvýznamnejších skleníkových plynov (CO₂, CH₄, N₂O, O₃) pri súčasnom zohľadnení emisií spojených s importovanými tovarmi a službami, komplexné spracovanie analýzy, hodnotenie produkcie CO₂ na riešenom území, najmä zdrojov, množstiev, trendov a modelov, kvantifikácia emisií CO₂ z energetiky, dopravy, priemyslu, prevádzky budov a iných odvetví ich produkcie, komplexná analýza absorpcie CO₂ na riešenom území, hodnotenie absorpčnej kapacity, analýza, hodnotenie a modelovanie možného zvýšenie kapacity; vziať do úvahy emisie spojené s importom tovarov a služieb na území mesta.

1. ANALÝZA PRODUKCIE CO₂ - HODNOTENIE PRODUKCIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV NA RIEŠENOM ÚZEMÍ, NAJMÄ ZDROJOV, MNOŽSTIEV Z ENERGETIKY, PRIEMYSLU A PREVÁDZKY BUDOV

Z hľadiska reálneho stavu tvorby emisií, štruktúry ich zdrojov a disponibility vstupných dát obsahuje táto kapitola nasledovné údaje:

- Kvantifikácia emisií CO₂, CH₄ a N₂O zo stacionárnych zdrojov spaľovania.
- Kvantifikácia emisie skleníkových plynov z dopravy a odpadov.
- kvantifikácia ekvivalentu skleníkových plynov spojených so spotrebou elektrickej energie z hľadiska dovozu služieb a tovarov (vzhľadom k tomu, že neboli k dispozícii údaje pre celý kataster mesta Banská Bystrica sa táto kvantifikácia urobila pre objekty spravované mestom – budovy a verejné osvetlenie).
- Vyjadrenie uhlíkovej stopy pre celý kataster mesta Banská Bystrica, ako aj osobitne pre objekty spravované mestom.

1.1. POSTUP RIEŠENIA

Požiadavka dosiahnutia uhlíkovej neutrality vyžaduje aktivity znižovania tvorby skleníkových plynov GHG (greenhouse gases) to jest CO₂, CH₄ a N₂O v Meste Banská Bystrica. Aby sa mohla jasne definovať politika mestskej samosprávy v tejto oblasti je potrebná analýza súčasného stavu a trendu emisií v rámci mestskej aglomerácie. Situácia sa v súčasnosti komplikuje dôsledkom nasledovných faktorov:

- Cena a disponibilita zemného plynu, ktorý zo všetkých fosílnych palív predstavuje zdroj emisií CO₂ s najnižšou hodnotou tvorby emisií CO₂ na jednotku spotrebovanej energie zo všetkých fosílnych palív.
- Ďalším kritickým faktorom je aj cena elektrickej energie.

Predmetom tejto analýzy je bilancia tvorby skleníkových plynov spolu s vyjadrením uhlíkovej stopy, ako aj analýzy trendov a možných riešení.

Spracovanie údajov vychádza z platných medzinárodných metodík ako je IPCC (International Panel of Climate Changes), CDP (Carbon Disclosure Project) a pod, ako aj dostupných vstupných údajov odpovedajúcich inštitúcií ako je MŽP, SHMU, SPP, ako aj koncepcie rozvoja výroby elektrickej energie (Zoricak s.r.o., 2022) a pod.

Preto aj presnosť výpočtov závisí od úrovne presnosti vstupných údajov ako aj ich vzájomnej konzistencie pri ich čerpaní z rôznych zdrojov. Vo väčšine prípadov sme sa držali oficiálnych údajov. Pokiaľ však tieto neboli dostupné osobitne pre mesto Banská Bystrica tak sme použili odborný odhad podielu z oficiálnych údajov vyšších územných celkov dopravy. V prípade elektrickej energie boli použité údaje citovanej koncepcie mesta Banská Bystrica.

Predložená dokumentácia obsahuje:

- Výpočet emisií skleníkových plynov zo stacionárnych zdrojov v meste Banská Bystrica (CO₂, CH₄, N₂O).

- Výpočet emisií z mobilných zdrojov registrovaných v okrese Banská Bystrica – Pre výpočet ekvivalentu emisií z dodanej elektrickej energie z nadradenej elektrizačnej sústavy boli k dispozícii iba dáta o výrobe elektriny v teplárni Steffe a dáta o spotrebe elektriny objektov v majetku mesta Banská Bystrica v koncepcii rozvoja výroby elektrickej energie. Informácia o celkovej spotrebe elektrickej energie v meste Banská Bystrica nebola k dispozícii.
- Výpočet emisií z komunálneho odpadu.
- Vyjadrenie uhlíkovej stopy mesta.
- Vyjadrenie uhlíkovej stopy objektov v správe mesta.
- Analýza výsledkov.
- V rámci zadania bola požiadavka na vyjadrenie emisie O₃, ktorá nie je zahrnutá do inventúry skleníkových plynov SR a SHMÚ tieto údaje nesleduje. Emisie O₃ nebývajú zahrnuté v bilanciách skleníkových plynov (IPCC, CDP).

1.2. DEFINÍCIA UHLÍKOVEJ STOPY

Uhlíková stopa predstavuje intenzívnu veličinu vyjadrenú na príklad pre mestskú populáciu ako pomer tvorby skleníkových plynov GHG voči počtu obyvateľov v danej lokalite (<https://www.climateneutralgroup.com>).

Uhlíková stopa – CF (Carbon footprints) je rozdelená do troch nasledovných kategórií:

Scope 1: Výpočet z emisií, ktoré vznikli v danom subjekte t.j. mesto, podnik atď., pre ktorý sa uhlíková stopa (CF) vypočítava.

Scope 2: Výpočet z emisií prenesených do daného subjektu napríklad dodávkou elektriny z distribučnej siete, tepla alebo pary dodanej zo zdroja umiestneného mimo stanovené hranice subjektu (v našom prípade mesta Banská Bystrica).

Scope 3: predstavujú výpočet z nasledovných typov emisií:

- Emisie následkom dopravy produktov odberateľmi,
- Emisie z manipulácie tuhých odpadov,
- Emisie z odpadových vôd.

V rámci systému CDP (Carbon Disclosure Project) bol spracovaný systém, ktorý pomáha miestnym samosprávam a ich mestám podávať správy o svojich environmentálnych aktivitách, sledovať pokrok, porozumieť ich vplyvu a podnikat kroky.

Preto aj tu uvedený postup výpočtu hodnoty CF vychádza z metodiky systému CDP (<https://www.climateneutralgroup.com>) ktorý je pre podniky a lokality presne stanovený a zahŕňa celý rad parametrov. Výpočet CF je vyžadovaný napríklad odberateľmi produktov a niektoré podniky v SR už v tomto systéme participujú. Vychádzajúc z metodiky CDP pri stanovení a zahrnutí jednotlivých komponentov CF sme sa zamerali na emisie v rámci Scope 1. V prípade Scope 2 je pre mesto Banská Bystrica relevantná spotreba elektriny odoberanej zo zdrojov mimo katastru mesta čo prakticky znamená odber z nadriadenej elektrickej siete. Naopak emisie odpovedajúce výrobe elektriny v teplárni Steffe, a.s. sú už zarátané v rámci Scope 1. Scope 3 sa vzťahuje na priemyselné podniky zodpovedné za produkciu odpadov a ich vplyvu na emisie skleníkových plynov kde presná špecifikácia druhu a kvality odpadu predstavuje reprezentatívne hodnoty pre tento výpočet. V našom

prípade sme sa zamerali na emisie z nasledujúcich odpadov: Zmesový komunálny odpad a odpady zo záhrad a parkov, údaje poskytol Štatistický úrad SR.

Ako vstupné údaje pre výpočet CF v rámci mesta sa vychádzalo z údajov uvedených v nasledovných podkapitolách.

1.2.1. VSTUPNÉ ÚDAJE PRE SCOPE 1

- Údaje o spotrebe palív z databázy NEIS ktoré poskytl SHMU. Jedná sa o najpodstatnejšie údaje pre výpočet uhlíkovej stopy v rámci Scope 1 a zahrnuje palivá spaľované v energetických zdrojoch s tepelným príkonom nad 0.02 MWt. V praxi sa jedná hlavne o zdroje na dodávku tepla do verejnej teplovodnej siete a dodávku tepla pre jednotlivé podniky a inštitúcie s vlastnou kotolňou. Pre analýzu týchto údajov a jej prezentáciu predstavuje najdôležitejší bod pre formuláciu odporúčaní za účelom zníženia uhlíkovej stopy.
- Individuálna spotreba palív v domácnostiach a menších zdrojoch. Tu SHMU nedisponuje individuálnymi údajmi pre mesto. Nakoľko predpokladáme, že hlavné palivo tu bude predstavovať zemný plyn, tak jeho množstvo pre tieto zdroje sa vyrátalo ako rozdiel celkovej spotreby zemného plynu (ZP) v meste – údaj SPP a spotreby ZP v rámci databázy NEIS.
- Do skupiny Scope 1 by mali patriť aj emisie v rámci dopravy. Tu je obťažné lokalizovať spotrebu na kataster mesta Banská Bystrica z dôvodu neexistencie podkladov a preto bol výpočet urobený na základe údajov o počte vozidiel v okrese Banská Bystrica a údajov o ročnom priebehu vozidiel podľa NIR (National Inventory Report, resp. Národnej inventarizácie skleníkových plynov) (<https://unfccc.int/documents/461882>).

Výpočet emisií musí byť plne konzistentný s metodikou použitou pri spracovaní Národnej inventarizácie skleníkových plynov a to v rámci národných správ UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), tak aj pre Biental report v rámci EU. To značí, že je plne aplikovaná IPCC metodika.

1.2.2. VSTUPNÉ ÚDAJE PRE SCOPE 2

Aktivitu v rámci Scope 2 predstavuje pre prípad mesta Banská Bystrica celková spotreba elektriny z rozvodnej siete znížená o vlastnú výrobu v lokalite mesta. Údaje v energetickej štatistike sú agregované podľa krajov a vzhľadom na to že v tomto kraji sú výrobné podniky alokované mimo kataster mesta Banská Bystrica nie je možné použiť rovnakú metodiku alokácie spotreby iba pre mesto Banská Bystrica akú sme použili v prípade dopravy. Pre potreby tejto analýzy boli použité údaje z Koncepcie rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie (Zoricak s.r.o., 2022), iné údaje nie sú k dispozícii.

1.2.3. VSTUPNÉ ÚDAJE PRE SCOPE 3

Pre aktivitu v rámci Scope 3 sme pre mesto Banská Bystrica použili údaje z manipulácie tuhých odpadov a to zmesový komunálny odpad a odpad zo záhrad a parkov podľa Štatistického úradu SR. Údaje za emisie z odpadových vôd sú nevýznamné a neboli tak zahrnuté.

1.3. EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V MESTE BANSKÁ BYSTRICA

Výsledky výpočtu emisií sú rozdelené podľa spôsobu získania vstupných údajov:

- Emisie skleníkových plynov z databázy palív NEIS pre výpočet CF Scope 1.
- Emisie skleníkových plynov zo ZP spaľovaného v stacionárnych zdrojoch nezahrnutých do databázy NEIS pre výpočet CF Scope 1.
- Emisie skleníkových plynov z mobilných zdrojov pre výpočet CF Scope 1.
- Bilancia dodávky elektrickej energie z verejnej siete pre výpočet CF Scope 2.
- Emisie zo zmesového odpadu a biologického odpadu zo záhrad a parkov.

1.3.1. EMISIE ZO STACIONÁRNYCH ZDROJOV ZAHRNUTÝCH DO NEIS

SHMU poskytlo z databázy NEIS nasledovné údaje týkajúce sa spotreby palív spaľovaných v meste Banská Bystrica pre roky 2018 – 2021:

- Biomasa – drevo a drevné štiepky
- Biomasa – odpady *
- nafta (plynový olej)
- zemný plyn naftový domáci a dovoz
- propán - bután
- bioplyn z exkrementov
- Bioplyn zo skládok odpadov

* podľa § 8, ods. 2, písm. i) vyhl. č. 410/2012 Z.z.

Pre kvapalné a tuhé paliva boli údaje v t/rok pre plynné v tis.m³/rok

Tieto podklady predstavujú agregované údaje aby sa tak zachovala zákona požiadavka ochrany individuálnych údajov jednotlivých subjektov. Agregácia bola urobená podľa nasledovných katastrálnych oblastí:

Banská Bystrica
Sásová
Radvaň
Podlavice
Kremnička
Šalková
Senica

Výpočet emisií zo spaľovania fosílnych palív je daný vzťahom:

$$Em [t /rok] = Aktivita [TJ/rok] * EF [t/TJ]$$

Kde EF predstavuje emisné faktory skleníkových plynov CO₂, N₂O a CH₄

$$Aktivita [TJ/rok] = Spotreba [t/rok \text{ resp. tis.m}^3/\text{rok}] * NCV [GJ/t \text{ resp. GJ/tis.m}^3]/1000$$

Ekvivalent tvorby skleníkových plynov CO₂ ekv je vyrátaný pomocou koeficientov otepľovania GWP ktorý je pre CH₄ 21 a N₂O 310

$$EM[tCO_2 \text{ ekv}] = EMCO_2 [t CO_2] + EM CH_4[t CH_4] \times 21 + EM N_2O [t N_2O] \times 310$$

Pre hodnoty výhrevnosti a emisných faktorov sa použili hodnoty uverejnené na webe MŽP a to dáta používané systémom „zhora na dol“.

Tabuľka 117: Uplatnené hodnoty výhrevností a emisných faktorov

	LHV	EF CO ₂	EF N ₂ O	EF CH ₄	KS*
	GJ/t GJ/tis.m ³	t/TJ	t/TJ	t/TJ	
Zemný plyn					
2017	34,92	55,68	1E-04	0,001	1
2018	34,75	55,68	1E-04	0,001	1
2019	34,92	55,77	1E-04	0,001	1
2020	34,99	55,74	1E-04	0,001	1
2021	34,99	55,74	1E-04	0,001	1
Propán bután – LPG					
2017	46	63,15	1E-04	0,001	1
2018	46	63,15	1E-04	0,001	1
2019	46	63,15	1E-04	0,001	1
2020	46	63,15	1E-04	0,001	1
2021	46	63,15	1E-04	0,001	1
Biomasa					
2017	10,37	101,1	0,000724	0,005642	0
2018	10,37	101,1	0,000724	0,005642	0
2019	10,47	101,16	0,000724	0,005642	0
2020	10,17	101,16	0,000724	0,005642	0
2021	10,17	101,16	0,000724	0,005642	0
Nafta (plynový olej)					
2017	42,11	74,15	0,000593	0,002973	1
2018	42,11	74,15	0,000593	0,002973	1
2019	42,11	74,15	0,000593	0,002973	1
2020	42,09	74,15	0,000593	0,002973	1
2021	42,09	74,15	0,000593	0,002973	1
Bioplyn					
2017	20,28	87,41	1E-04	0,001	0
2018	20,28	87,41	1E-04	0,001	0
2019	19,02	87,41	1E-04	0,001	0
2020	10,17	101,16	1E-04	0,001	0
2021	10,17	101,16	1E-04	0,001	0

(Zdroj: MŽP SR)

*Hodnota KS predstavuje koeficient udržateľnosti to zn. keď je hodnota 0 tak sa emisie CO₂ do bilancie nezarátavajú čo platí v našom prípade pre biomasu a bioplyn.

Na základe týchto dát sa získali nasledovné sumárne údaje:

Tabuľka 118: Emisie skleníkových plynov v meste Banská Bystrica

rok	TJ	t CO ₂ total	t CO ₂ fos	t N ₂ O	t CH ₄	t CO ₂ ekv
2017	1 223	68 787	67 053	0,125	1,25	67 118
2018	1 130	63 687	61 728	0,116	1,155	61 788
2019	1 275	78 874	60 965	0,220	1,962	61 075
2020	1 323	79 494	66 619	0,204	1,858	66 721
2021	1 385	82 469	70 711	0,209	1,908	70 816

(Zdroj: NEIS, SHMU)

t CO₂ total: predstavuje celkové emisie CO₂ vrátane emisie z biomasy ktoré sa do bilancie nezarátavajú.

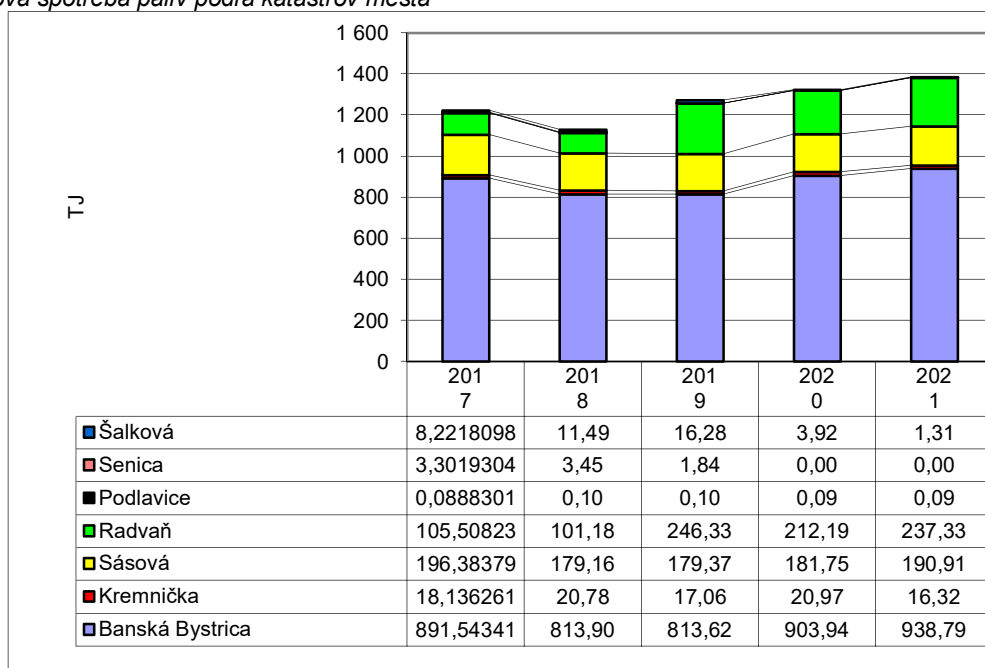
t CO₂fos: celkové emisie CO₂ z fosílnych palív ktoré sa do bilancie zarátavajú.

t CO₂ ekv: ekvivalent CO₂ na základe úpravy s potenciálom otepľovania GWP.

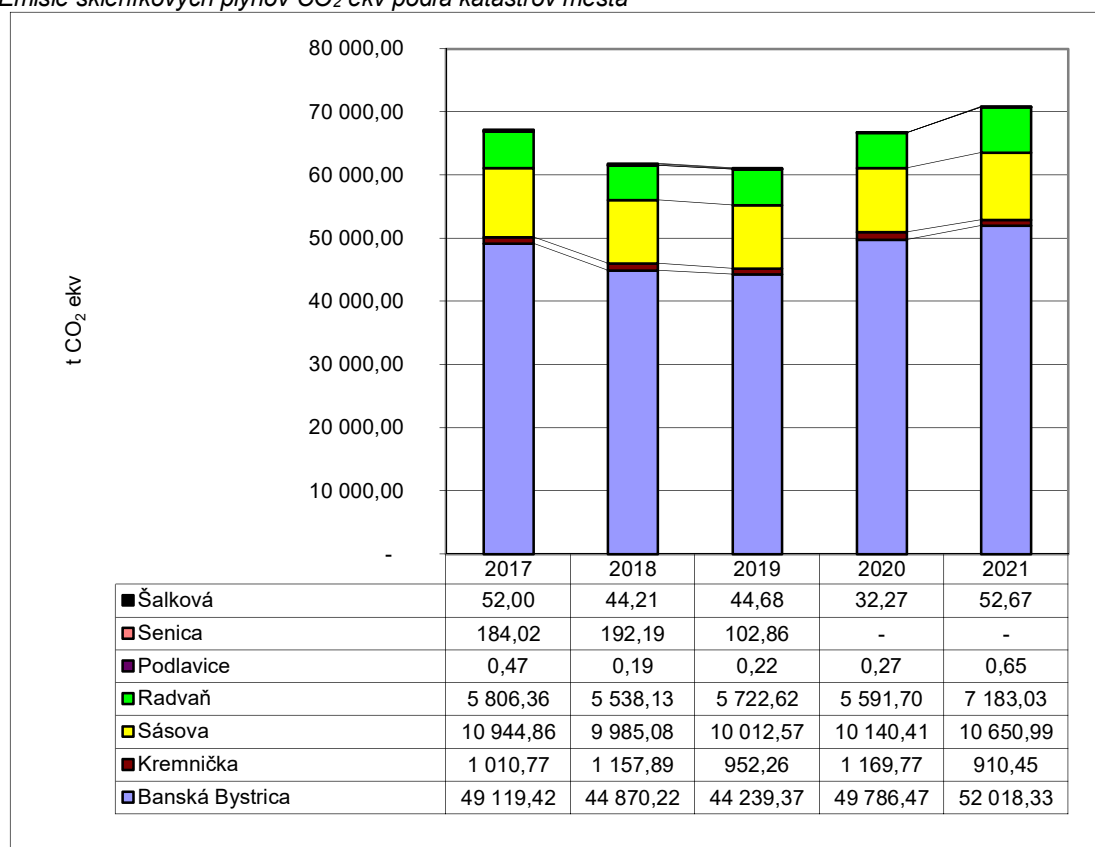
TJ: spotreba paliva v TJ.

Nasledovné grafy ukazujú rozdelenie spotreby paliva a emisií podľa katastrov obce.

Graf 1: Celková spotreba palív podľa katastrov mesta



Graf 2: Emisie skleníkových plynov CO₂ ekv podľa katastrov mesta



1.3.2. EMISIE ZO STACIONÁRNYCH ZDROJOV NEZAHRNUTÝCH DO NEIS

Ako už bolo vyššie uvedené, predpokladáme, že v rámci spotreby palív bude dominantný zemný plyn (ZP). Okrem ZP môže časť spotreby palív v stacionárnych zdrojoch predstavovať spotreba LPG a biomasy. Pri porovnaní podielu ZP na celkovej spotrebe palív v rámci NEIS vidíme že spotreba

ZP je dominantná pre tvorbu CO₂ zatiaľ čo CO₂ z biomasy sa nezarátavajú do bilancie a LPG bude v stacionárnom využití zanedbateľné. Aj keď sa na základe týchto predpokladov dopúšťame určitých nepresností pre posúdenie trendov uhlíkovej stopy to nebude hrať podstatnú úlohu.

SPP dodalo spotrebu udanú v kWh ako ekvivalent spalného tepla (Údaje poskytnuté z SPP). Na základe údajov ktoré SPP publikuje o zložení ZP sme určili ako strednú hodnotu koeficientu pre prepočet spalného tepla na výhrevnosť hodnotu 0,923 a potom prepočet údajov z SPP na spotrebu palív v TJ bol nasledovný:

$$\text{Spot [TJ}_{\text{LHV}}] = \text{Spot [kWh}_{\text{HHV}}] * 0,923 * 3,6 / 1\,000\,000$$

kde

Spot [TJ_{LHV}] = Spotreba plynu v TJ ako ekvivalent výhrevnosti.

Spot [kWh_{HHV}] = Spotreba plynu v kWh ako ekvivalent spalného tepla.

0,923 = koeficient ako reprezentatívna priemerná hodnota z údajov SPP vyjadrujúcej pomer výhrevnosti ku spalnému teplu.

Tabuľka 119: Emisie skleníkových plynov v meste Banská Bystrica, Scope1 stat. zdroje <=0,2 MWt

Položka	M.J.	2017	2018	2019	2020	2021
SPP	TJ	1 628	1 852	1 589	1 972	2 065
NEIS	TJ	1 223	1 130	1 275	1 323	1 385
MZ	TJ	404	722	315	650	680
EF CO ₂	t/TJ	55,68	55,68	55,77	55,74	55,74
EFN ₂ O	t/TJ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
EFCH ₄	t/TJ	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
tCO ₂	t	22 519	40 196	17 561	36 206	37 900
tN ₂ O	t	0,04	0,07	0,03	0,06	0,07
t CH ₄	t	0,40	0,72	0,31	0,65	0,68
t CO ₂ ekv	t	22 540	40 233	17 577	36 240	37 935

(Zdroj: NEIS, SHMÚ + SPP)

Nakoľko pre rok 2021 chýbali od SPP údaje, pre rok 2021 bola celková spotreba ZP v meste vyjadrená úmerne zvýšeniu spotreby palív v rokoch 2020 a 2021 v rámci NEIS.

1.3.3. EMISIE Z MOBILNÝCH ZDROJOV

Emisie z dopravy sa bilancovali dvojakým spôsobom:

- Nakoľko pre sektor dopravy chýbali dáta, resp. nie sú k dispozícii dáta alokované pre mesto Banská Bystrica, previedol sa výpočet emisií skleníkových plynov z údajov pre celý okres. Vychádzalo sa z počtu evidovaných vozidiel v okrese Banská Bystrica v rokoch 2018 – 2021. Je pravdou že veľká časť cestnej dopravy z mesta mieri do okresu a naopak z okresných lokalít vozidla do mesta prichádzajú. Pre konečné stanovenie uhlíkovej stopy ktorá patrí do Scope1 sa údaje potom museli normalizovať na údaje okresu ako bude popísané v ďalšej kapitole.
- Zároveň s bilanciou emisií na úrovni okresu sa previedla bilancia dennej tvorby emisií v dvoch významných cestných komunikáciách v okolí mesta (R1 a I/66), To ilustruje tvorbu emisií z vozidiel ktoré cez mesto prechádzajú a tieto dáta boli spracované v rámci osobitného systému stanovenia uhlíkovej stopy ilustrujúcej vplyv tejto tranzitnej dopravy.

Pre výpočet emisií v doprave pre Okres Banská Bystrica sa použili nasledovné vstupné údaje o počte vozidiel:

Tabuľka 120: Vstupné údaje o počte vozidiel v okrese Banská Bystrica

Druh vozidla	Počet 2017	Počet 2018	Počet 2019	Počet 2020	Počet 2021	Počet 10/2022
Autobus	77	72	75	65	59	75
Motocykel	2 774	3 019	3 116	3 239	3 329	3 649
Nákladné vozidlo	7 747	7 660	7 688	7 418	7 399	7 388
Nákladné vozidlo- ťahač	393	397	390	406	407	429
Osobné vozidlo	45 851	47 658	46 941	49 643	50 259	51 697

(Zdroj: Krajský dopravný inšpektorát Banská Bystrica)

Pre vlastný výpočet boli tieto údaje rozdelené do jednotlivých skupín na základe údajov z NIR v tabuľke 121.

Osobné vozidla sa rozdelili podľa typu paliva na benzínové a naftové. Skupina nákladných áut sa rozdelila na tzv. pevné a ľahké úžitkové vozidla LUV benzínové a naftové. Samostatné skupiny tvorili ťahače a autobusy a agregácia motoriek a mopedov.

Tabuľka 121: Rozdelenie počtu vozidiel v rámci SR podľa jednotlivých skupín na základe údajov z NIR

Vybrané skupiny vozov	Vozidla z údajov NIR	Ročný priebeh	Podiel	Výpočet z údajov NIR	CO ₂ ekv
	počet	km/vozidlo	v skupine podľa údajov z NIR	[g/km]	
Osobné	2 407 575				
Osobné benzínové	1 260 823	5 463,4539	52,37%		136,30
Osobné diesel	1 098 137	15 066,585	45,61%		156,54
Osobné LPG	47 041	13 546,091	1,95%		176,98
Osobné CNG	1 574	10 582,323	0,07%		146,79
Nákladne a LUV	310 236				
LUV Benzínové	37 024	8 918,1966	11,93%		191,88
LUV Dieselové	224 725	13 970,791	72,44%		226,04
Pevné	48 487	22 636,311	15,63%		392,49
Ťahače	34 743	21 042,456	100%		522,73
Autobusy	7 575	32 818,506	100%		795,52
Motoriky a mopedy	150 222	1 368,3287	100%		61,23

(Zdroj: NIR: <https://unfccc.int/documents/273441>, 2021)

Niektoré zo skupín boli zložené z viacerých kategórií ku ktorým boli priradené ročné priebehy vozidiel (Údaje NIR <https://oeab.shmu.sk>), ako aj tabelárne emisné faktory CO₂ CH₄ a N₂O (Údaje z materiálu EMISIE CO₂ SR doprava, budovy.pdf). Pre jednotlivé skupiny bolo preto potrebné vyrátať vážené priemery priebehov vozidiel a hodnoty emisného faktoru. Použili sa nasledovné vzťahy:

Výpočet váženého ročného priebehu vozidiel

$$RP \text{ [km/voz]} = \frac{\sum (RP_i \text{ [km/voz]} * PP_i) \text{ [ks]}}{\sum PV_i \text{ [ks]}}$$

Kde:

RP [km/voz] = ročný priebeh vozidiel pre vybranú skupinu vozov.

RP_i [km/voz] = ročný priebeh vozidiel pre i- tou kategóriu vybranej skupiny vozov.

PV_i [ks] = počet vozidiel i-tej kategórie vozov vo vybranej skupine.

Výpočet váženého emisného faktoru a emisií skleníkových plynov

Pre výpočet emisii sa použili emisné faktory z databázy údajov pre rok 2017 v doprave. Emisný faktor CO₂ ekv ktorý bol použitý pri výpočte vychádzal z týchto tabelárnych údajov pre jednotlivé kategórie vozidiel a je vyjadrený pomocou koeficientov GWP nasledovným vzťahom:

$$EF\ CO_2\text{ ekv (g/km)} = EF_{CO_2, fos} [g/km] + EF_{CH_4} [mg/mg] * 21/1000 + EF_{N_2O} [mg/km] * 310/1000$$

Kde:

$EF\ CO_2, fos$, $EF\ CH_4$, $EF\ N_2O$ sú tabelárne údaje faktorov pre jednotlivé kategórie.

Rovnako ako v prípade ročných priebehov vozidiel tak aj pre emisný faktor danej skupiny sa vychádzalo z váženého priemeru emisných faktorov danej skupiny.

$$EF\ CO_2\text{ ekv} [g/km] = \sum (EF\ CO_2\text{ ekv}_i [g/km] * \xi_i)$$

Kde:

$EF\ CO_2\text{ ekv} [g/km]$ = Vážený emisný faktor vybranej skupiny vozov.

$EF\ CO_2\text{ ekv}_i [g/km]$ = Emisný faktor i-tej kategórie vybranej skupiny vozov.

ξ_i = Podiel počtu vozov i-tej kategórie vo vybranej skupine vozov.

Pre jednotlivé skupiny vozov bol výpočet robený podľa nasledovného vzťahu:

$$t\ CO_2\text{ ekv}_j = EF\ CO_2\text{ ekv}_j [g/km] / 1e6 * PV_j [voz/rok] * RP_j [km/rok]$$

kde:

$t\ CO_2\text{ ekv}_j$ = ročné emisie vozidiel v j-tej skupine vozov.

$EF\ CO_2\text{ ekv}_j (g/km)$ = emisný faktor pre j-tú skupinu vozov.

PV_j = počet vozidiel v j-tej skupine vozov.

RP_j = ročné priebehy vozidiel j-tej skupine vozov.

Použité podiely uvedené v tabuľke 121 sa použili pre rozdelenie údajov o vozidlách z tabuľky 120 ako vstupné údaje do výpočtu emisií $CO_2\text{ ekv}$ z mobilných zdrojov.

Tabuľka 122: Podiely a počty vozidiel v okrese Banská Bystrica rozdelené na skupiny podľa NIR

Skupina	Podiel*	Počet 2017	Počet 2018	Počet 2019	Počet 2020	Počet 2021
Osobné celkom	100%	45 851	47 658	46 941	49 643	50 259
Osobné benzínové	52,37%	24 012	24 958	24 583	25 998	26 320
Osobné diesel	45,61%	20 913	21 738	21 411	22 643	22 924
Osobné LPG	1,95%	896	931	917	970	982
Osobné CNG	0,07%	30	31	30	32	33
Nákladné a LDV	-	7 747	7 660	7 688	7 418	7 399
LDV Benzínové	11,93%	925	914	917	885	883
LDV diesel	72,44%	5 612	5 549	5 569	5 373	5 360
Pevné nákladné	15,63%	1 210	1 197	1 202	1 160	1 156
Ťahače	100,00%	393	397	390	406	407
Autobusy	100,00%	77	72	75	65	59
Motoroky a mopedy	100,00%	2 774	3 019	3 116	3 239	3 329

(Zdroj: NIR: <https://unfccc.int/documents/273441>, 2021)

*Pozn.: údaj predstavuje podiel jednotlivých typov vozidiel v SR v rámci danej skupiny, napr. osobné autá, nákladné autá atď., ktorý sa použil na výpočet jednotlivých kategórií vozidiel v rámci okresu Banská Bystrica.

Nasledovná tabuľka udáva výpočet emisií pre okres Banská Bystrica:

Tabuľka 123: Výpočet emisií z mobilných zdrojov v okrese BB

Vybrané kategórie vozov	Priebeh	CO ₂ ekv	2017	2018	2019	2020	2021
	km/vozidlo	[g/km]	t CO ₂ ekv/rok				
Osobné benzín	5 463	136	17 881	18 585	18 306	19 359	19 599
Osobné diesel	15 067	157	49 325	51 271	50 499	53 405	54 068
Osobné LPG	13 546	177	2 148	2 232	2 198	2 326	2 354
Osobné CNG	10 582	147	47	48	47	50	51
LDV Benzínové	8 918	192	1 583	1 564	1 569	1 514	1 511
LDV diesel	13 971	226	17 722	17 523	17 587	16 968	16 927
Pevné nákladné	22 636	392	10 750	10 635	10 679	10 306	10 270
Ťahače	21 042	523	4 323	4 367	4 290	4 466	4 477
Autobusy	32 819	796	2 010	1 880	1 958	1 697	1 540
motorky a mopedy	1 368	61	232	253	261	271	279
Celkom			106 021	108 358	107 394	110 362	111 077

(výpočet na základe údajov z tabuľky 122)

Údaje z veľkej miery zachytávajú emisie súvisiace s mestom Banská Bystrica ale nie emisie spojené s transportom ktorý touto lokalitou prechádza. Preto sme ako separátny ukazovateľ spracovali aj emisie prebiehajúce na komunikáciách R1 a ceste I/66 kde sme použili denné údaje.

Tabuľka 124: Výpočet denných emisií na dopravných linkách v okrese Banská Bystrica

Vozidlá	EF	R1	16,71 km	I/66	7,02 km
	CO ₂ ekv	vozov/deň	CO ₂ ekv	vozov/deň	CO ₂ ekv
Osobné	g/km	35 174	t/rok	31 719	t/rok
Osobné benzínové	136,30	16 067	36,59	14 489	13,86
Osobné diesel	156,54	13 994	36,60	12 620	13,86
Osobné LPG	176,98	599	1,77	541	0,67
Osobné CNG	146,79	20	0,05	18	0,02
LDV Benzínové	191,88	472	1,51	425	0,57
LDV diesel	226,04	2 864	10,82	2 583	4,10
Pevné nákladné	392,49	618	4,05	557	1,53
Ťahače	522,73	443	3,87	399	1,46
Autobusy	795,52	97	1,29	87	0,49
Celkom		35 174	96,55	31 719	36,56

(výpočet na základe údajov Ministerstva vnútra SR – Celkový počet vozidiel evidovaných podľa kategórie a okresov k 31.08.2022)

1.3.4. SCOPE 2 – ELEKTRICKÁ ENERGIA

Elektrická energia predstavuje jediný nosič energie pre Scope 2 v Banskej Bystrici. Výpočet emisií CO₂ ekv je na základe tejto spotreby dodanej z elektrickej siete s uplatnením emisného faktora udaného dodávateľom elektrickej energie:

$$Em [t CO_2 ekv/rok] = Spotreba[MWh] * EF_{el} [tCO_2 ekv/MWh]$$

Spotreba elektriny predstavuje rozdiel z celkovej spotreby v meste zníženej o vlastnú výrobu t.j. výrobu v teplárni Stefe, a.s. Agregovaný emisný faktor sme použili podľa Technickej prílohy k pokynom na vyplnenie vzoru SEAP (Emisné faktory Technical_annex_sk.pdf).

Tabuľka 125: Faktory pre spotrebu elektriny

Emisný faktor	t CO ₂ ekv/MWh	
	štandardný	lokálny
Slovensko	0,252	0,353
EÚ-27	0,46	0,578

(Zdroj: Emisné faktory Technical_annex_sk.pdf)

Okrem dodávky elektrickej energie zo siete je v rámci katastra inštalovaná tepláreň Stefe a.s., ktorá vyrába elektrinu a teplo pre potrebu danej oblasti. Preto ekvivalent emisií z výroby elektriny v tomto zdroji sa do emisií v rámci Scope 3 nezaráta.

Tabuľka 126: Bilancia výroby tepla a elektriny v zdroji Stefe, a.s.

	Spotreba zemného plynu		Teplo	Bilancia elektriny [MWh]		
	[tis m ³]	[TJ]		Vlastná	výroba	dodávka
2020	7 679	268,7049	120	487	30 234	29 747
2021	7 691	269,1091	119	490	30 390	29 899

(Zdroj: Konceptia rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie, 2022)

Pri predpoklade účinnosti spaľovania ZP 91% sa rozdelila spotreba ZP na elektrinu a teplo a na základe použitia emisného faktoru CO₂ ekv sa vyrátali emisie CO₂ z teplárne v rozdelení na elektrinu a teplo.

$$ZP_{\text{teplo}} [\text{TJ}] = \text{Teplo} [\text{TJ}] / 0.91$$

$$ZP_{\text{elektrina}} [\text{TJ}] = ZP_{\text{spotreba}} [\text{TJ}] - ZP_{\text{teplo}} [\text{TJ}]$$

Nasledovná tabuľka udáva bilanciu emisií v tomto zdroji v porovnaní s alikvotnými emisiami EM_{ns} elektriny z nadradenej elektrizačnej sústavy EL_{ns} s použitím lokálneho koeficientu pre SR z tabuľky 125:

$$EM_{\text{ns}} [\text{t CO}_2 \text{ ekv}] = EL_{\text{ns}} [\text{MWh}] * 0.353$$

Tabuľka 127: Výpočet bilancie emisií v teplárni Stefe, a.s.

	ZP [TJ]			[t CO ₂ ekv]			
	Celkom	teplo	elektrina	celkom	teplo	elektrina	EM _{ns}
2020	269	132	137	14 978	7 363	7 615	10 501
2021	269	131	138	15 000	7 308	7 693	10 554

(Výpočet na základe vyššie uvedeného vzorca)

Konceptia rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie spracovala podrobne situáciu s dodávkami energií pre objekty mestskej správy. Mesto Banská Bystrica má v majetku a stará sa celkom o 140 budov a objektov. Z tohto počtu je 12 škôl, 31 materských škôl, ďalej to sú budovy úradov, 23 športových areálov a ihrísk, obytné a neobytné budovy, ale tiež napríklad 13 cintorínov.

Nasledovná bilancia udáva spotrebu elektrickej energie pre budovy v správe mesta a pre elektrické osvetlenie.

Tabuľka 128: Spotreba elektrickej energie v objektoch správy mesta Banská Bystrica

	MWh
Spotreba elektrickej energie budov a objektov mesta	4 700
Spotreba elektrickej energie verejné osvetlenie	3 190

(Zdroj: Konceptia rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie, 2022)

Celková spotreba elektrickej energie je 7 890 MWh čo je podstatne menej ako vyrába zdroj Stefe a.s. Vzhľadom na to že nemáme celkovú bilanciu elektrickej energie v meste nie je možné vyrátať zmesový emisný faktor pre dodávanú elektrinu pre túto spotrebu. Preto pri bilancii emisií alikvotnej spotrebe elektrickej energie vychádzame z dvoch nasledovných variantov:

- Emisia je vyrátaná na základe predpokladu že všetka elektrina je dodaná iba z teplárne Stefe a.s.
- Emisia je vyrátaná na základe predpokladu že všetka elektrina je dodaná iba z nadradenej elektrizačnej sústavy – NS.

Tabuľka 129: Výpočet bilancie emisií CO₂ ekv pre dve varianty dodávky elektrickej energie

Spotreba celkom	7 890	MWh
Emisný faktor	t CO ₂ ekv/MWh	
	Stefe	NS
	0,256	0,353
t CO ₂ ekv	2020	2 785

(výpočet na základe údajov Koncepce rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie, 2022)

Emisný faktor pre Stefe a.s. predstavuje podiel emisií CO₂ odpovedajúcich výrobe elektriny celkovým množstvom elektriny do siete. Emisný faktor pre nadradenú sústavu je faktor uvedený v tabuľke 125.

1.3.5. SCOPE 3

Na základe dostupných údajov sme zaradili do tejto skupiny zdrojov emisie zo zmesového komunálneho odpadu a bio odpad, ktorý predstavuje odpad zo záhrad a parkov. Pre tieto komponenty sme použili nasledovné emisné koeficienty:

Tabuľka 130: Emisné faktory pre jednotlivé odpady

BIO Odpad	0,06	kg CO ₂ ekv / kg
Zmesové KO	0,9	kg CO ₂ ekv / kg

(Zdroj: Technická príloha k pokynom na vyplnenie vzoru SEAP - Emisné faktory Technical_annex_sk.pdf)

Nasledovná tabuľka udáva výsledky výpočtu emisií pre skope 3:

Tabuľka 131: Emisie v rámci Scope 3

rok	Odpady zo záhrad a parkov		Zmesový komunálny odpad		Celkom odpady
	t/rok	t CO ₂ ekv	t/rok	t CO ₂ ekv	t CO ₂ ekv
2017	4 289	257	17 650	15 885	16 142
2018	5 278	317	17 935	16 141	16 458
2019	5 138	308	17 638	15 874	16 182
2020	5 853	351	16 849	15 164	15 515
2021	4 865	292	16 294	14 664	14 956

(výpočet na základe údajov poskytnutých štatistickým úradom SR)

1.4. UHLÍKOVÁ STOPA

1.4.1. UHLÍKOVÁ STOPA KATASTRA MESTA BANSKÁ BYSTRICA

Uhlíkovú stopu ako intenzívnu veličinu môžeme vyjadriť na plochu mesta a jeho jednotlivých katastrov a na počet obyvateľov. Vstupné údaje pre mesto udávajú celkový výmeru mesta 10 328 ha a počet obyvateľov 76 695. Zatiaľ čo výmera mesta sa rokmi nemení počet obyvateľ sa mení bude. Dostupný údaj je však iba na základe sčítania ktoré sa každý rok neprevádzkuje.

S použitím týchto údajov sa vyrátala uhlíková stopa pre stacionárne zdroje v rámci Scope 1 a pre mobilné zdroje alokované pre mesto Banská Bystrica.

V prípade mobilných zdrojov sme mali údaje iba pre okres. Aby sa zaistila konzistencia údajov, emisie z dopravy sa prepočítali pre vyjadrenie uhlíkovej stopy na výmeru a počty obyvateľov v okrese. Je zrejmé že tieto údaje môžu byť skresľujúce z hľadiska absolútnej hodnoty a vystihujú trendy pre sledované obdobie.

Scope 2 sme nezaradili do tohto prehľadu nakoľko neboli k dispozícii reprezentatívne údaje o spotrebe elektriny v katastrach mesta a alokácia z vyšších územných celkov ako to bolo urobené v prípade dopravy. V rámci kraja a okresu sú významné priemyslové podniky ako na príklad Biotika, železiarne Podbrezová a pod. kde spotreba elektrickej energie na plochu alebo obyvateľa prevyšuje spotrebu v mestskej aglomerácii. Spracovali sme však osobitný výpočet uhlíkovej stopy pre objekty spravované mestom Banská Bystrica na základe koncepcie rozvoja mesta v oblasti elektrickej energie.

Tabuľka 132: Výpočet uhlíkovej stopy mesta Banská Bystrica

menovateľ	Emisie	2017	2018	2019	2020	2021
ha / res		t CO ₂ ekv	t CO ₂ ekv	t CO ₂ ekv	t CO ₂ ekv	t CO ₂ ekv
Stacionárne zdroje >0,2 MWt						
mesto	t CO ₂ ekv	67 118	61 788	61 075	66 721	70 816
10 328	t CO ₂ ekv/ha	6,50	5,98	5,91	6,46	6,86
76 695	t CO ₂ ekv/res.	0,88	0,81	0,80	0,87	0,92
Stacionárne zdroje ≤0,2 MWt						
mesto	t CO ₂ ekv	22 540	40 233	17 577	36 240	37 935
10 328	t CO ₂ ekv/ha	2,18	3,90	1,70	3,51	3,67
76 695	t CO ₂ ekv/res.	0,29	0,52	0,23	0,47	0,49
Mobilné zdroje						
okres	t CO ₂ ekv	106 021	108 358	107 394	110 362	111 077
80 944	t CO ₂ ekv/ha	13,10	13,39	13,27	13,63	13,72
108 120	t CO ₂ ekv/res.	0,98	1,00	0,99	1,02	1,03
Scope 1						
mesto	t CO ₂ ekv/ha	21,78	23,26	20,88	23,60	24,25
0	t CO ₂ ekv/res.	2,15	2,33	2,02	2,36	2,45
Scope 3						
mesto	t CO ₂ ekv	16 142	16 458	16 182	15 515	14 956
10 328	t CO ₂ ekv/ha	1,56	1,59	1,57	1,50	1,45
76 695	t CO ₂ ekv/res.	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20

(výpočet na základe údajov z predchádzajúcich tabuliek)

1.4.2. UHLÍKOVÁ STOPA OBJEKTOV V SPRÁVE MESTA BANSKÁ BYSTRICA

Nakoľko sme nemali k dispozícii údaje pre celkovú spotrebu elektriny spracovali sme uhlíkovú stopu pre objekty spravované mestom. Koncepcia udáva nasledovné hodnoty spotreby energií:

Tabuľka 133: Podklady pre výpočet uhlíkovej stopy

Položka	MWh
Spotreba elektrickej energie budov a objektov mesta	4 700
Spotreba elektrickej energie verejné osvetlenie	3 190
Spotreba tepla 33 budov vykurovaných STEFE, a.s. Banská Bystrica	11 300
Spotreba plynu ostatných budov na kúrenie a ohrev vody	817
Celková spotreba energií mestských budov a verejného osvetlenia	20 007

(výpočet na základe údajov z Koncepcie rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie, 2022)

Pre vyjadrenie uhlíkovej stopy sa vyššie uvedené položky rozdelili na výpočet uhlíkovej stopy budov zahrnujúcej spotrebu elektriny, tepla a zemného plynu a výpočet uhlíkovej stopy pre osvetlenie. Pri výpočte alikvotných emisií sme postupovali nasledovne:

- Pre spotrebu elektrickej energie sa použil emisný faktor z bilancie výroby elektriny v teplárne Stefe a.s.
- Pre spotrebu tepla sa vychádzalo z emisného faktoru ZP a predpokladu účinnosti výroby tepla 91% pre zdroje Stefe a.s.
- Pre spotrebu zemného plynu sa uplatnil emisný faktor ZP.
- Ako menovateľ pre výpočet uhlíkovej stopy CF budov sa použila hodnota počtu 140 budov a objektov.
- Ako menovateľ pre výpočet uhlíkovej stopy CF verejného osvetlenia sa použil počet 8 136 svetelných bodov.

Tabuľka 134: Výpočet uhlíkovej stopy objektov v správe mesta Banská Bystrica

	Aktivita		m.j.	tCO ₂ ekv/m.j.	t CO ₂ ekv	menovateľ	CF	m.j.
Budovy	Spotreba elektriny	4 700,0	MWh	0,26	1 203	140	8,59	tCO ₂ ekv /objekt
	Spotreba tepla	40,7	TJ	61,3	2 492	140	17,80	tCO ₂ ekv /objekt
	Spotreba ZP	2,9	TJ	55,74	164	140	1,17	tCO ₂ ekv /objekt
	Celkom				3 859		27,56	tCO ₂ ekv /objekt
Osvetlenie	Spotreba elektriny	3 190,0	MWh	0,26	817	8 136	0,10	tCO ₂ ekv /bod

(výpočet na základe údajov uvedených v jednotlivých kapitolách)

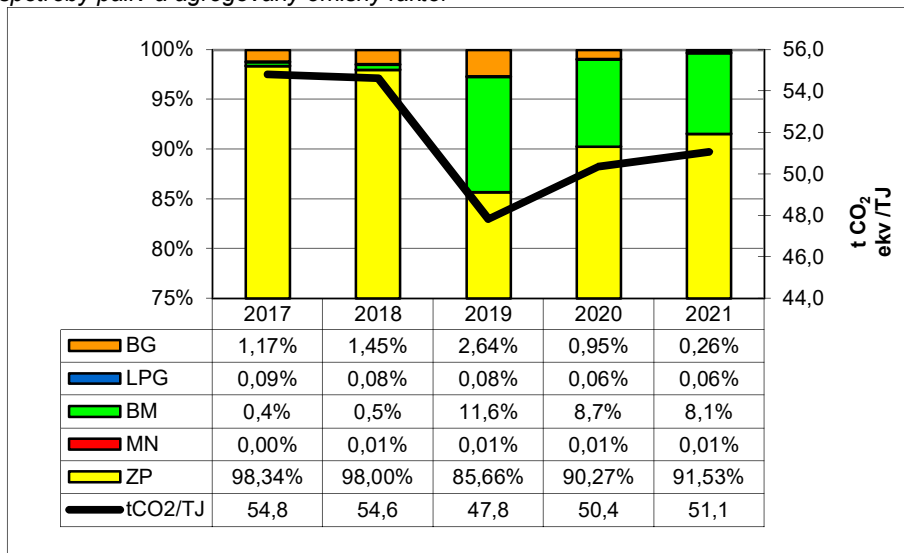
1.5. ZÁVERY – TRENDY A ODPORÚČANIA

Pre stanovenie politiky za účelom znižovania uhlíkovej stopy mesta je viac ako absolútna presnosť jej stanovenia, potrebné zhodnotenie trendov vývoja emisií a zhodnotenie možnosti ich znižovania. Otázka hodnotenia trendov v sledovanom časovom období je však komplikovaná. Faktom je, že do tohto obdobia vpadá vplyv pandémie od roku 2020 a extrapolácia trendov pre ďalšie obdobie je skomplikovaná aj energetickou krízou a potrebou obmedzenia spotreby dovozu palív predovšetkým zemného plynu z Ruskej Federácie. Tento vplyv sa prejaví predovšetkým na tvorbe emisií CO₂ v rámci zdrojov Scope 1.

1.5.1. TRENDY A MOŽNOSTI RIEŠENIA U ZDROJOV > 02.MWT

Najlepšie vstupné údaje do tejto štúdie boli dáta pre stacionárne zdroje emisií v rámci úrovne Scope1 a to predovšetkým údaje z SHMU. Úroveň emisií nie je daná iba výškou spotreby paliva ale aj jej štruktúrou. Nasledovný graf ukazuje ako sa menila štruktúra spotreby palív pri zdrojoch zaradených do NEIS spolu s agregovaným emisným faktorom CO₂.

Graf 3: štruktúra spotreby palív a agregovaný emisný faktor



(Na základe údajov z NEIS, SHMÚ)

Graf ukazuje dominantný podiel ZP na spotrebe palív, ktorý je čiastočne znižovaný zvýšením podielu biomasy (BM). Toto má za následok zníženie agregovaného emisného faktora fosílného CO₂ t.j. pomeru tvorby CO₂ na palivový mix vyjadrený ako t CO₂/TJ.

Spotreba LPG a motorovej nafty - MN je viac menej spojená s internou spotrebou jednotlivých zdrojov. Spotreba biomasy (dreva a bioplynu) je predovšetkým použitá na výrobu tepla (po prípade aj elektriny). Nasledovná tabuľka ukazuje vývoj spotreby zemného plynu a biomasy.

Tabuľka 135: Spotreba ZP a biomasy

	BM	ZP	Sum	CO ₂ fos
	TJ			t/rok
2017	19	1 203	1 222	66 979
2018	22	1 107	1 129	61 663
2019	182	1 092	1 273	60 894
2020	128	1 194	1 322	66 560
2021	116	1 267	1 384	70 649

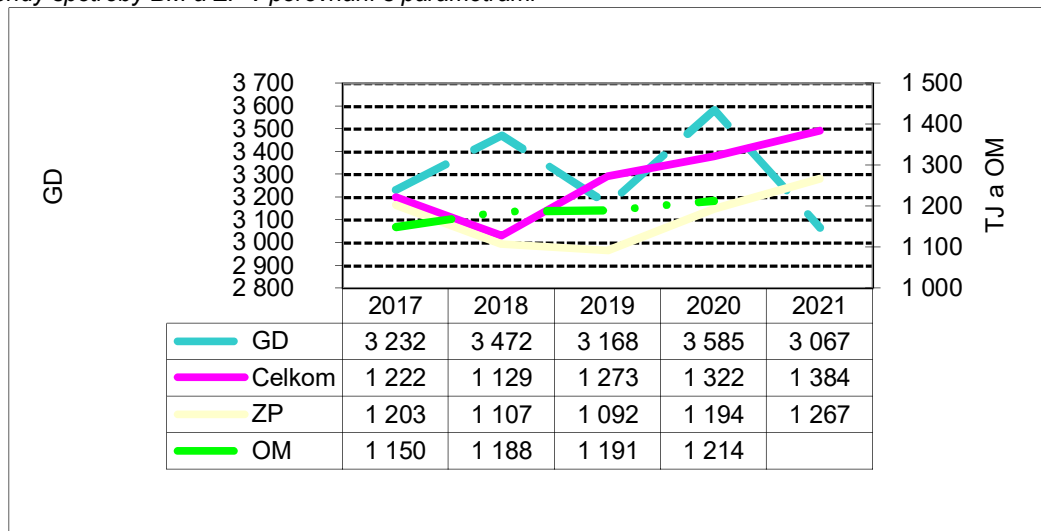
Pre možný vývoj spotreby týchto palív je dôležité porovnanie vývoja celkovej spotreby ZP+BM ako aj osobitne ZP s nasledujúcimi parametrami:

Dennostupne – GD: Dennostupeň (GD) je jednotka, ktorá vyjadruje náročnosť potreby tepla pre vykurovanie v závislosti od klimatických podmienok (zmeny vonkajšej teploty). Je to rozdiel medzi teplotou v miestnosti a strednou vonkajšou teplotou za predpokladu, že vonkajšia teplota je nižšia ako teplota v miestnosti. Použili sa hodnoty pre kraj Banská Bystrica.

OM - Odberové miesta zemného plynu a to ako sumu kategórií zdrojov M – malé S - stredné, V - veľké,

Nasledovný graf porovnáva jednotlivé trendy:

Graf 4: Trendy spotreby BM a ZP v porovnaní s parametrami



(Výpočet na základe údajov SHMÚ)

* Pre rok 2021 neboli údaje o OM (odberových miestach) k dispozícii

Trend zmeny GD ako klimatického ukazovateľa neukazuje jasný vplyv na spotrebu palív. Jedná sa však o stochastickú veličinu ktorej trend je možné posúdiť iba na základe dlhšej časovej rady údajov v prípade vplyvu odberových miest (OM) aj keď chýbajú údaje pre rok 2021 zdá sa že tento vplyv je viac relevantný.

Okrem spotreby palív tvorbu CO₂ fos ovplyvňuje podiel biomasy ktorý ako je zrejmé z grafu č. 3 má vplyv na agregovaný emisný faktor a tým aj na celkové emisie.

Maximálny podiel biomasy bol v roku 2019. Z hľadiska disagregovaných údajov podľa katastrálnych oblastí bol najväčší podiel biomasy v katastri Radvaň. Nasledovná tabuľka ukazuje spotrebu palív v tomto katastri:

Tabuľka 136: Spotreba palív v katastri Radvaň

	BM	Nafta	LPG	ZP	Celkom	Pomer BM/ZP
	TJ					
2017	1,354923	0,010106	0,138	104,0052	105,508	1%
2018	1,838	0,007	0,124	99,209	101,179	2%
2019	144,720	0,005	0,076	101,533	246,334	143%
2020	112,681		0,170	99,338	212,189	113%
2021	109,264		0,0874	127,976	237,327	85%

Zatiaľ čo sa spotreba plynu v rokoch 2018 – 2020 viac-menej udržiavala na rovnakej úrovni v roku 2021 táto spotreba podstatnejšie vzrástla. Naopak spotreba biomasy - BM po svojom nástupe v roku 2019 postupne klesala. V každom prípade implementácia BM do štruktúry palív predstavuje jeden zo spôsobov ako znížiť emisie. Na druhej strane aj keď spaľovanie BM a s tým spojená tvorba CO₂ nevstupuje do bilancie skleníkových plynov, jej použitie však má svoje limity. Nové usmernenie EU o použití biomasy BM v rámci ETS ako aj diskusie na práve prebiehajúcej klimatickej konferencii ukazujú že aj jej použitie bude tiež podliehať určitým obmedzeniam z hľadiska udržateľnosti. Navyše biomasa BM je zdrojom najvyššieho podielu emisných častíc PM_{2.5} z emisií tuhých znečisťujúcich látok -TZL a práve tento druh emisií pri hodnotení externých nákladov vykazuje najvyššie hodnoty. Je to spojené s dopadom týchto emisií na respiračné choroby, osobitne v údolných oblastiach čo je aj prípad Banskej Bystrice.

Z celkového inštalovaného príkonu 579,383 MWt energetických zdrojov t.j. teplárne a lokálnych výhrevní bolo v roku 69% spaľujúcich ZP a to výhradne alebo v kombinácii s inými palivami. Zvyšných 31% boli malé výhrevne spaľujúce BM, MN a pod. Dominujúcim dodávateľom tepla je STEFE Banská Bystrica, a.s. ktorá spaľuje výhradne ZP.

Možnosti na zníženie CO₂ fos ako dominujúceho skleníkového plynu:

- Existuje tlak na zníženie spotreby ZP a to nie iba z ekologických dôvodov ale aj potreby zníženia závislosti na jeho importe, predovšetkým z Ruskej Federácie.
- Opatrenia založené na spaľovaní pevnej biomasy predstavujú pri kotloch na ZP prakticky inštaláciu nového zariadenia. Povoľovacie riadenie pre tieto zdroje narazia aj na problém s emisiami TZL, predovšetkým PM_{2.5} ktorých podstatné obmedzenie pri spaľovaní biomasy - BM je reálne iba v prípade zariadenia na jej splynovanie.
- Naopak uplatnenie bioplynu ako tzv. „zeleného metánu“ a jeho pridávanie k ZP nepredstavuje podstatne zvýšené investičné nároky. Pokiaľ je disponibilita tohto paliva dostatočná, predstavuje to najjednoduchšie riešenie pre najbližšie obdobie. V prípade bioplynu pri zdrojoch zaradených do systém obchodovania s emisiami je možný „virtuálny“ nákup zeleného metánu od certifikovaných výrobcov. Je to podobné ako nákup „zelenej elektriny“. V prípade zeleného metánu má tento systém význam pri zdrojoch ETS kde im znižuje bilanciu CO₂, ale nie objem nakupovaného ZP, čo bude naďalej akútna požiadavka z hľadiska energetickej bilancie SR. V rámci mesta BB to má zmysel iba v prípade teplárne Stefe ktorá je v ETS zaradená.
- V poslednej dobe sa obracia pozornosť aj k uplatneniu zeleného vodíka t.j. vodíka generovaného elektrolýzou s použitím elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov. Tlak na inštaláciu fotovoltaiky vzrastá, ako jedno z riešení drahej ceny elektrickej energie a prebytky generovanej elektriny by sa mali okrem iného použiť aj pre výrobu vodíka. Problém je že tieto prebytky by mohli vznikať hlavne v letných mesiacoch kedy je nižšia požiadavka na výrobu tepla. Preto by toto riešenie vyžadovalo aj akumuláciu vodíka. Tento spôsob sa javí vhodný pre priemyslové zdroje s požiadavkou na výrobu procesného tepla. Pre malé zdroje tepla v rámci mesta nevidíme v najbližšej dobe reálnosť tohto riešenia aj keď ho nevylučujeme. Iná bude situácia na národnej úrovni pokiaľ by SPP využilo prebytky elektriny z obnoviteľných a jadrových zdrojov k pridávaniu zeleného vodíka a jeho akumuláciu v rámci distribučnej siete ZP.

1.5.2. TRENDY A MOŽNOSTI RIEŠENIA U ZDROJOV <= 02.MWT

Tu môže tlak na úsporu ZP a ceny energií viesť k vyššiemu podielu spaľovania BM v domácnostiach. To síce podporí znižovanie emisií CO₂ fos, ale zároveň aj zvýši produkciu PM_{2.5} pokiaľ nebudú inštalované moderné kotlíky predovšetkým splynovacie.

1.5.3. TRENDY A OPATRENIA V OBLASTI DOPRAVY

Bilancia dopravy bola robená na základe údajov pre okres čo síce nedáva absolútne hodnoty pre mesto ale umožňuje vystihnúť trendy.

Zníženie tvorby skleníkových plynov v rámci dopravy je možné:

- Presunom osobnej dopravy na verejnú dopravu čo sa prejaví v znížení parametrov ročného priebehu osobných vozidiel (zatiaľ čo na zvýšenie tohto parametru pri verejnej doprave by sa to nemalo výrazne prejavíť).
- Elektrifikácia dopravy – bude mať kladný efekt na zníženie emisií ZZL, ale pre skleníkové plyny iba v prípade že zvýšená spotreba bude krytá prevažne z elektriny z OZE a JE.

- Začína sa uvažovať o použití vodíka ako paliva. Tu platí tá istá podmienka ako v prípade elektrifikácie t.j. výroba elektrolytického H₂ z OZE a/alebo JZ.

1.5.4. TRENDY A OPATRENIA V RÁMCI SCOPE 2

Pre mesto Banská Bystrica bola spracovaná už spomenutá koncepcia rozvoja, ktorá stanovila niekoľko opatrení z hľadiska úspory elektrickej energie.

Mesto predpokladá inštaláciu fotovoltaiických elektrární na strechách budov s celkovou plochou 17 000 m² - inštalovať fotovoltaiické panely s predpokladom výroby 5 300 MWh/rok.

Toto by predpokladalo úsporu emisií v rámci Scope 2 na úrovni 1 871 t CO₂ ekv za predpokladu že úspora spotreby elektrickej energie bude elektrina dodaná z nadradenej sústavy. Inštalácia tohto zariadenia v menovanej koncepcii ráta s akumuláciou elektrickej energie a sofistikovaným systémom riadenia spotreby.

V skutočnosti uplatnený emisný faktor pre alikvotnú tvorbu skleníkových plynov zo spotreby elektrickej energie uvedený v tabuľke 125 sa nám javí vysoký vzhľadom na štruktúru zdrojov v SR a tento faktor sa bude naďalej znižovať nasledovnými opatreniami na úrovni elektrizačnej sústavy:

- Odstavenie elektrární spaľujúcich uhlie – ENO a EVO.
- Zvýšenie podielu elektriny z jadra po dokončení a uvedení do prevádzky blokov v JE Mochovce.
- Zvýšenie podielu energie z obnoviteľných zdrojov vstupujúcich do palivového a energetického mixu výroby elektriny v rámci nadradenej sústavy.

Dá sa predpokladať že účinok navrhnutých opatrení na zníženie emisií ekvivalentných dodávok elektriny z nadradenej sústavy pre mesto Banská Bystrica sa bude znižovať. Na druhej strane zníženie odberu elektriny z nadradenej siete a navrhnutý manažment riadenia spotreby elektrickej energie pomôže aj celkovému zníženiu tvorby emisií skleníkových plynov na úrovni SR.

2. ANALÝZA ABSORBCIE A PRODUKCIE CO₂ V DÔSLEDKU VYUŽÍVANIA KRAJINY A LESNÍCTVA NA RIEŠENOM ÚZEMÍ

Využívanie krajiny a lesníctvo predstavujú z hľadiska bilancie skleníkových plynov samostatný sektor. Je špecifický tým, že v dôsledku činnosti človeka a živých organizmov dokáže emisie skleníkových plynov nielen produkovať, ale aj skleníkové plyny zachytávať - odoberať z atmosféry CO₂, rozkladať ho v procese fotosyntézy a ukladať uhlík v tzv. úložiskách. V tomto procese zohrávajú dôležitú úlohu rastliny, v podmienkach Slovenska najmä lesné dreviny a lesné ekosystémy. V strednej Európe sa priemerná hektárová zásoba uhlíka v lesnom ekosystéme (vrátane pôdy) pohybuje väčšinou v rozpätí 100 až 400 t/ha – v závislosti na klimatických podmienkach, veku a štruktúry porastu, histórie využívania a ďalších faktoroch (Forest Europe 2020, Lal et al. 2013). V lese je uhlík viazaný v živých stromoch, ale aj v pôde, na povrchu pôdy a v odumretých stromoch.

Mimo lesa, čiže na ostatných druhoch pozemkov (napr. trvalé trávne porasty, orná pôda), sa uhlík nachádza najmä v pôde. K zmenám v jeho zásobe dochádza najmä pri konverzii využívania pôdy - napr. pri zatrávnení ornej pôdy, zábere akejkoľvek pôdy na výstavbu a pod. Tieto zmeny sú zväčša dlhodobejšie, zásoby uhlíka v pôde sa menia v dôsledku odlišných pedologických procesov, čo trvá dlhšiu dobu, v miernom klimatickom pásme zhruba 20 rokov. Výnimkou je zmena zásob uhlíka v biomase pri odlesnení a trvalý záber pôdy na stavebné účely a ťažbu nerastrných surovín, ktoré predstavujú okamžitú zmenu v zásobe uhlíka.

Keďže každý druh využívania krajiny má svoje špecifiká - inú skladbu úložísk uhlíka či iné procesy zmien jeho zásob, iné metodiky hodnotenia a monitorovania zmien v zásobe uhlíka, pri bilancovaní emisií je potrebné rozčleniť bilancované územie na kategórie využívania krajiny. Využívané sú nasledovné kategórie (kategorizácia podľa príručky IPCC pre reportovanie emisií/záchytov skleníkových plynov - IPCC GL, 2006):

- Les - L
- Orná pôda – OP (orná pôda, sady, vinice, záhrady, chmeľnice)
- Trvalé trávne porasty - TTP
- Mokrade - M (vodné plochy a toky, močiare)
- Sídla – S (zastavaná plocha)
- Ostatná krajina - OK

Jednotlivé kategórie sú definované nasledovne:

Lesy - do tejto kategórie patria pozemky, na ktorých sú všetky dreviny slúžiace na plnenie funkcií lesa a pozemky, na ktorých boli lesné porasty dočasne odstránené s cieľom ich obnovy alebo založenia lesných škôlok alebo semien.

Orná pôda - táto kategória zahŕňa pozemky na pestovanie obilnín, okopanín, priemyselných plodín, zeleniny a iných druhov poľnohospodárskych plodín. Do tejto kategórie patria aj viacročné dreviny (*trvalé kultúry*). Patria sem pozemky dočasne zarastené trávou alebo využívané na pestovanie krmovín s trvaním niekoľkých rokov, ako aj pareniská a skleníky, ak sú zastavané na ornej pôde. Do tejto kategórie patrí aj úhor, čo je orná pôda ponechaná na regeneráciu na jedno vegetačné obdobie. V tomto období neboli zasiate špecifické plodiny alebo len plodiny na zelené hnojenie, prípadne je to zakryté spontánnou vegetáciou, ktorá by sa zaorala.

Trvalé trávne porasty – táto kategória zahŕňa trvalé trávne porasty a lúky využívané na pasienky alebo produkciu sena, ktoré sa nepovažujú za ornú pôdu.

Mokrade – do tejto kategórie patria umelé nádrže a priehradné jazerá, prírodné jazerá, rieky a močiare.

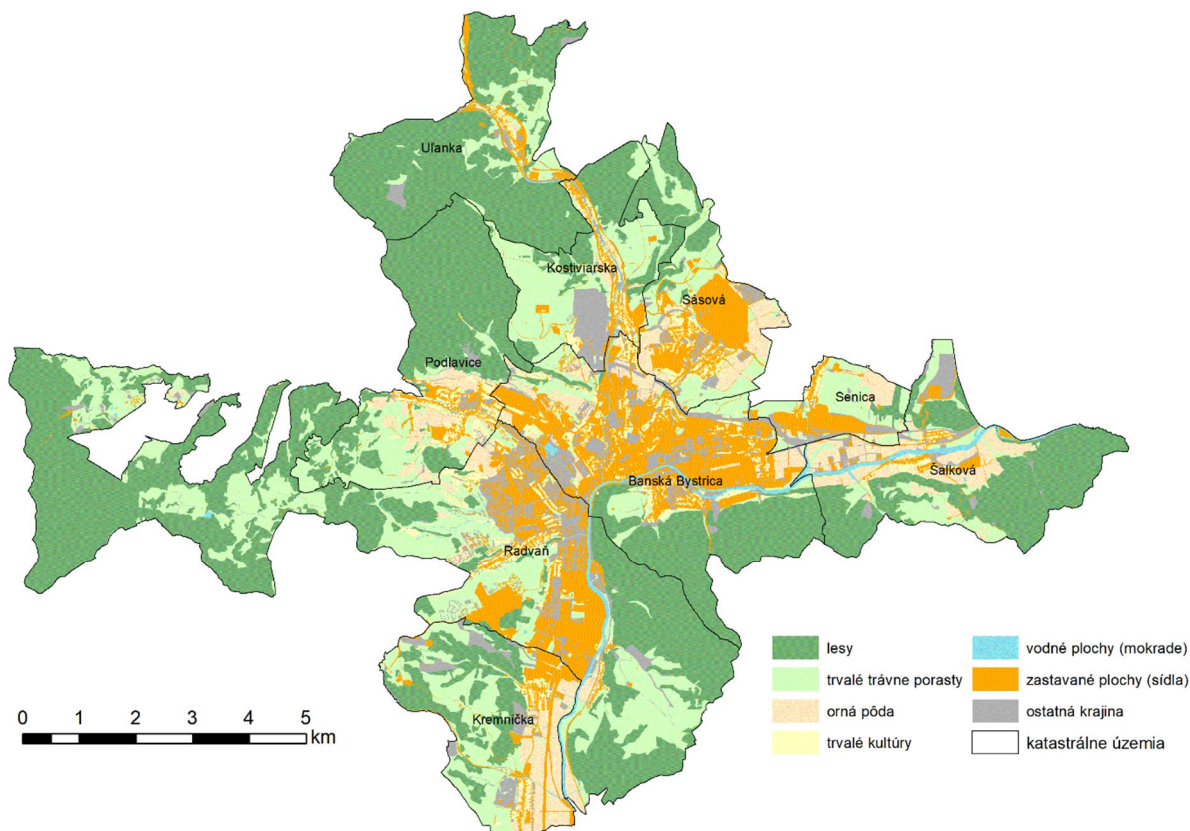
Sídla – zahŕňajú všetku zastavanú pôdu, vrátane dopravnej infraštruktúry a ľudských sídiel akejkoľvek veľkosti.

Ostatná krajina - predstavuje ostatnú pôdu, skaly a všetky neobhospodarované plochy, ktoré nespádajú do žiadnej z ostatných kategórií.

2.1. VYUŽITIE KRAJINY A LESNÍCTVO NA ÚZEMÍ MESTA BANSKÁ BYSTRICA

Prekladaná analýza produkcie a absorpcie (emisí a záchytov) skleníkových plynov v dôsledku využívania krajiny a lesníctva na území mesta Banská Bystrica (ďalej len Analýza), zahŕňa 9 katastrálnych území (k.ú.) mesta Banská Bystrica (číslo a názov): 801 062 Banská Bystrica, 801 101 Sásová, 801 241 Radvaň, 801 381 Kremnička, 801 283 Podlavice, 801 402 Šalková, 801 453 Kostiviarska, 866 423 Uľanka a 801 411 Senica. Celková rozloha analyzovaného územia je 10 328 ha (obr. 49).

Obrázok 49: Kategórie využívania krajiny v k. ú. mesta Banská Bystrica



Identifikácia kategórií LULUCF vychádza z údajov Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (ÚGKK SR), ktoré predstavujú kľúčový zdroj údajov pre identifikáciu priestorového rozsahu (výmery) jednotlivých kategórií. ÚGKK SR vydáva každoročne Štatistickú ročenku o pôdnom fonde SR, ktorá poskytuje aktualizované katastrálne informácie o výmerách a ich zmenách na celom území

SR. Databáza ÚGKK SR rozlišuje desať kategórií využívania krajiny, z ktorých šesť patrí medzi poľnohospodársky využívanú pôdu (orná pôda, chmeľnice, vinice, záhrady, ovocné sady, trávnaté porasty) a zostatok na iné využitie (les, vodné plochy, zastavané plochy a iné pozemky).

Každá z uvedených kategórií je rozdelená na pozemky zostávajúce v danej kategórii počas inventarizačného roku a pozemky prevedené z tejto a do tejto kategórie z inej kategórie.

Výmery jednotlivých kategórií využívania krajiny v k.ú. mesta Banská Bystrica, v rokoch 2013 - 2020 sú uvedené v tabuľke 137.

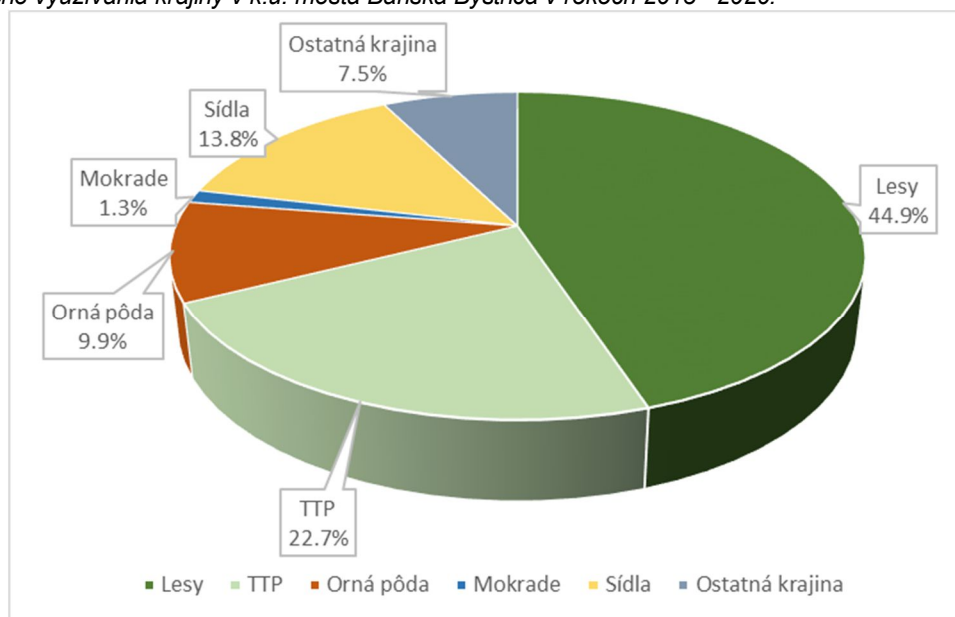
Tabuľka 137: Výmery kategórií využívania krajiny v k.ú. mesta Banská Bystrica jednotlivých rokoch

Rok	L	OP	TTP	M	S	OK
	ha					
2013	4 632	1 030	2 357	128	1 400	776
2014	4 631	1 027	2 356	129	1 408	772
2015	4 635	1 026	2 350	130	1 411	772
2016	4 636	1 023	2 348	131	1 419	770
2017	4 635	1 019	2 347	132	1 422	772
2018	4 637	1 015	2 341	133	1 426	776
2019	4 641	1 009	2 333	134	1 433	780
2020	4 641	1 006	2 332	135	1 439	778

(Zdroj: údaje Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky)

Rozdelenie kategórií využívania krajiny (ďalej LU kategórií) v k.ú. mesta Banská Bystrica v období rokov 2013 – 2020 znázorňuje graf 5.

Graf 5: Kategórie využívania krajiny v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 –2020.



(Zdroj: údaje Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky)

Lesná pôda predstavuje najzastúpenejšiu kategóriu, ktorá predstavuje 44,9 % z celkovej plochy, nasledujú trvalé trávne porasty 22,7 %, sídla 13,8 %, orná pôda 9,9 %, ostatná krajina 7,5 % a mokrade 1,3 % z celkovej rozlohy územia mesta Banská Bystrica.

Na kvantifikáciu zmien v emisiách/záchytoch GHGs bolo potrebné k.ú. mesta Banská Bystrica priestorovo rozčleniť na jednotlivé kategórie využívania krajiny v každom roku sledovaného obdobia v prostredí geografických informačných systémov a následne kvantifikovať zmeny (prírastky/úbytky

výmery) v jednotlivých kategóriách. Prehľad o identifikovaných zmenách za obdobie rokov 2013 – 2020 je uvedený v tzv. Matici využívania krajiny (tab. 138).

Tabuľka 138: Matica využívania krajiny - východiskové a konečné rozlohy kategórií využívania krajiny a prevody medzi nimi za obdobie 2013 - 2020.

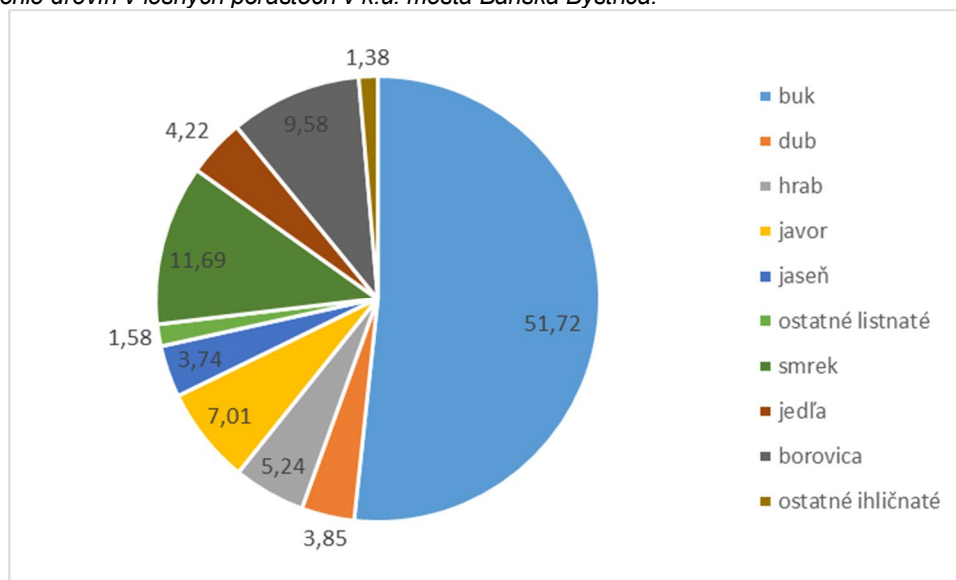
Do kategórie	Les	Orná pôda	Trvalé kultúry	Trvalé trávne porasty	Mokrade	Sídla	Ostatná krajina	Počiatočná rozloha (2013)
Z kategórie	(ha)							
Les	4 628,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	3,1	4 632
Orná pôda	0,0	670,3	1,2	1,4	0,0	7,9	25,8	707
Trvalé kultúry	0,0	0,0	332,6	0,0	0,0	0,0	0,0	333
Trvalé trávne porasty	12,4	1,9	0,0	2 330,4	0,0	3,0	17,1	2 364
Mokrade	0,0	0,0	0,0	0,0	133,5	0,0	0,0	133
Sídla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1 390,6	1,6	1 392
Ostatná krajina	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	35,4	730,8	767
Konečná rozloha (2020)	4 641	672	334	2 332	133	1 437	778	10 328
Zmena	8,7	-34,2	1,2	-32,1	0,0	45,0	11,4	

(Zdroj: údaje Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky)

2.2. LESY NA ÚZEMÍ MESTA BANSKÁ BYSTRICA

Lesy zahrnuté do analýzy pokrývajú 44,9 % katastrálneho územia mesta Banská Bystrica. Drevinové zloženie lesných porastov je charakteristické viac ako polovičným zastúpením buka (graf 6). Ďalšie významnejšie zastúpené dreviny sú smrek a borovica.

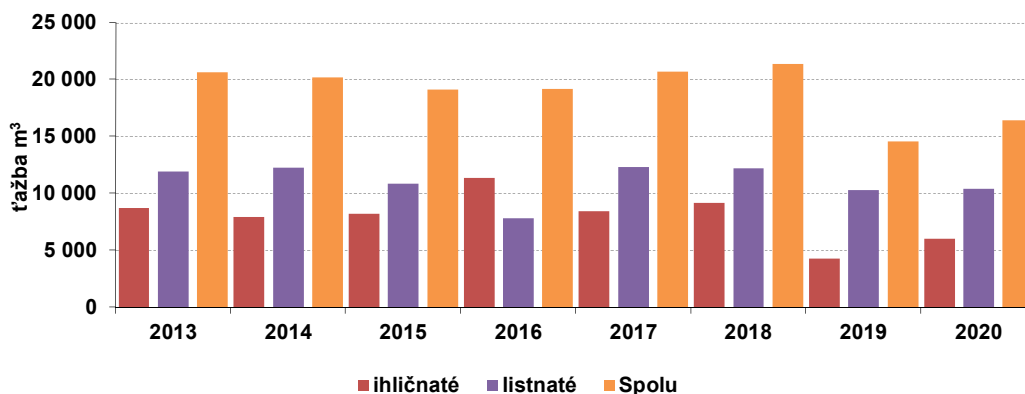
Graf 6: Zastúpenie drevín v lesných porastoch v k.ú. mesta Banská Bystrica.



(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

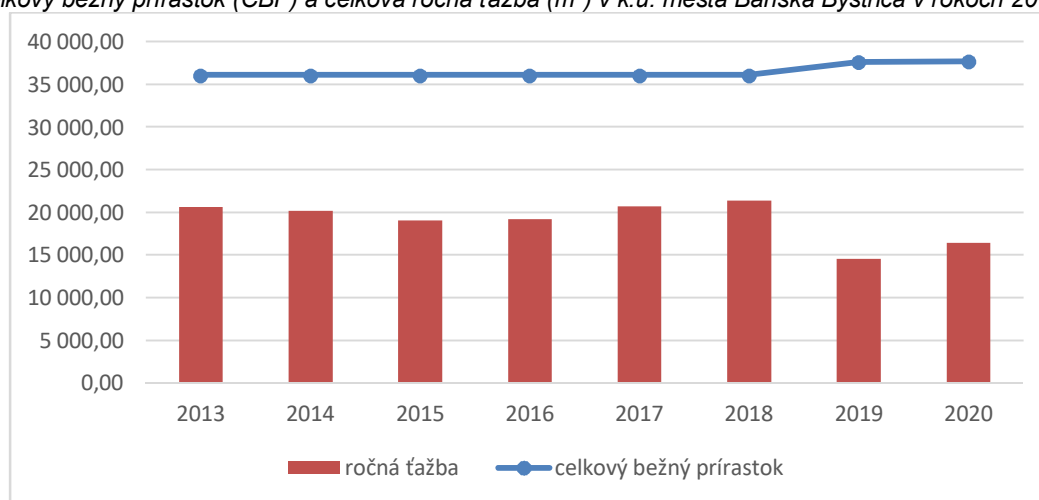
Celkové bežné prírastky (množstvo dreva, ktoré v lese za rok prirastie) sa pohybujú v rozpätí od 36 085 do 37 695 m³ (hrubina bez kôry) v jednotlivých rokoch. Celkové ročné ťažby dreva sa pohybujú od 14 597 do 21 376 m³ medzi rokmi 2013 až 2020. Ťažby drevín ihličnatých boli v objeme od 4 287 do 11 366 m³ a ťažby drevín listnatých od 14 597 do 12 307 m³, pričom ťažby počas celého bilančného obdobia neprekročili celkový bežný prírastok, čo je považované za jeden z ukazovateľov trvalo udržateľného obhospodarovania lesov. (graf 7 a 8).

Graf 7: Celková ťažba dreva a ťažba ihličnatých a listnatých drevín v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 - 2020



(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Graf 8: Celkový bežný prírastok (CBP) a celková ročná ťažba (m³) v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020



(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Evidované zásoby drevnej hmoty (obchodovateľný objem, definovaný ako objem kmeňa a vetiev pod kôrou s minimálnym prahom priemeru 7 cm) na hodnotenom území sa v r. 2020 pohybovali na úrovni 1 626 000 m³ (560 000 m³ ihličnatého dreva a 1 066 000 m³ listnatého dreva). Od roku 2013 došlo k celkovému nárastu o 80 tis m³ (z 1 546 000 m³), ku ktorému avšak prispeli najmä listnaté dreviny (v r. 2013 bola ich zásoba 975 000 m³). Naopak zásoby smreka klesli z pôvodných 287 000 na 271 000 m³, z ihličnatých drevín vykazujú rastúce zásoby najmä jedľa a borovica. Priemerná hektárová zásoba v r. 2020 bola 350 m³/ha.

Uvedené trendy zmien zásob sú v súlade s celoslovenskými zmenami. Podľa údajov z lesohospodárskej evidencie a lesníckych databáz spravovaných Národným lesníckym centrom vo Zvolene zásoby vykazujú neustály nárast objemu dostupného dreva v lesoch na celom území Slovenska. V r. 2021 celoslovenské zásoby dosiahli 487,3 mil. m³, čo je nárast o 2,8 mil. m³ v porovnaní s rokom 2020. V súčasnosti vzhľadom na súčasnú vekovú štruktúru lesov na Slovensku najvyššia zásoba lesov. Ich objem je však už na vrchole. Očakáva sa, že v nasledujúcich rokoch a desaťročiach sa tieto stavy budú znižovať v dôsledku postupnej zmeny vekovej štruktúry. Tento trend potvrdzuje aj pozorovaný pokles priemerného ročného prírastku porastových zásob v lesoch SR, ktorý bol nasledovný: 1991 – 1995: 5,9 mil. m³, 1995 – 2000: 6,4 mil. m³, 2000 – 2005: 5,8 mil. m³, 2005 – 2010: 4,6 mil. m³, 2010 – 2015: 3,2 mil. m³; 2016-2021 bol priemerný ročný prírastok pestovateľských zásob len 1,32 mil. m³. Podobný trend ako pri medziročnej zmene celkových

pestovateľských zásob možno pozorovať aj vo vývoji ročnej zmeny priemernej pestovateľskej zásoby na 1 ha. Priemerná hektárová pestovateľská zásoba bola v roku 2021 250 m³ (Zelená správa, 2022).

Najvýznamnejším obhospodarovateľom lesov na území mesta sú Mestské lesy Banská Bystrica, s.r.o. Podrobný popis bystrických mestských lesov je uvedený v publikácii Lesy mesta Banská Bystrica vydané v roku 2009. (Mikovič et.al. 2009). V tejto publikácii autori uvádzajú, že z celej plochy lesov zaberajú 65 percent hospodárske lesy, desať percent lesy osobitného určenia a 25 percent lesy ochranné. Mestské lesy Banská Bystrica obhospodarujú lesné územie, na ktorom rastie 35 percent ihličnatých drevín a 65 percent drevín listnatých. Odkryté plochy sa snažia zmladzovať prirodzenou cestou. Umelo zalesňujú len silne poškodené miesta. Lesný majetok Mesta Banská Bystrica má prírode blízku štruktúru. Na jeho ploche je osem maloplošných chránených území s výmerou 407 hektárov, zameraných na ochranu tisa obyčajného, tetraťa, hľadáča, čelade vstavačovitých a ochranu zachovalých klimaxových spoločenstiev Kremnických vrchov. Zasahuje doň aj veľkoplošné chránené územie Národného parku Veľká Fatra s výmerou 2 164 hektárov. Súčasťou územia sú aj dva lesoparky Urpín a Laskomer. Úloha týchto prírodných území je výrazne mimoprodukčná, primárne sú určené na rekreáciu obyvateľov mesta a jeho návštevníkov.

Okrem kvantitatívnych charakteristík lesných porastov sú dôležité aj ich kvalitatívne vlastnosti, pretože zdravé a odolné lesy ako súčasť krajiny významne prispievajú k sekvestracii uhlíka. Majú priamy vplyv na znižovanie emisií skleníkových plynov, najmä oxidu uhličitého, keďže uhlík sa dlhodobo ukladá v lesnej biomase, pôde a drevených produktoch. Spolu s nárastom porastovej zásoby v lesoch (zásob uhlíka v živej biomase) sa zvyšuje aj zásoba uhlíka viazaná v ďalších úložiskách. Obhospodarovanie lesov je preto nevyhnutné zamerať na udržanie priaznivého stavu lesných porastov.

2.3. METODICKÝ POSTUP BILANCIE EMISÍ A ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV

Emisie/záchyty skleníkových plynov v sektore LULUCF sú hodnotené na základe zmien v uhlíkových zásobách v jednotlivých zásobárňach uhlíka: živá biomasa - nadzemná a podzemná biomasa, mŕtvy organický materiál – odumreté drevo a opad, pôda – pôdna organická hmota). Bilančné kategórie sú zadefinované v medzinárodne platnom metodickom usmernení tzv. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC GL 2006), ktorá je základným rámcom metodiky použitej pri vypracovaní tejto analýzy. Uvedený metodický návod (IPCC GL 2006) používa tzv. default princíp pre hodnotenie zmien v uhlíkových zásobách, ktorý vyžaduje znalosť uhlíkových prírastkov a úbytkov:

$$\Delta C_{LL} = (C_{LLP} - C_{LLU})$$

ΔC_{LL} – ročná zmena v zásobách uhlíka (t C/r), C_{LLP} – ročný prírastok zásoby uhlíka (t C/r), C_{LLU} – ročný úbytok zásoby uhlíka (t C/r)

Uvedená metóda bola aplikovaná s použitím údajov o ročných prírastkoch a ťažbách, ktoré boli získané z informačných databáz o lesoch, (každoročne aktualizovaných), pričom je však potrebné prepočítavať údaje z jednotiek objemových (m³) na jednotky množstevné – množstvo uhlíka (t C.rok⁻¹).

Všeobecne možno povedať, že metóda „prírastok – úbytok“, ktorá pri hodnotení berie do úvahy všetky relevantné procesy počíta rozdiely medzi prírastkom uhlíka (spôsobeným prírastkom stromov) a úbytkom uhlíka (spôsobeným ťažbou, požiarom a inými prirodzenými stratami).

Pri bilanciách emisií/záchytov skleníkových plynov v sektore LULUCF sa využívajú prevažne údaje zo súhrnných lesných hospodárskych plánov a permanentných inventarizácií lesov. Pritom ide hlavne o údaje týkajúce sa ročných prírastkov a ťažieb, ktoré sú uvádzané v m³ hrubiny, z ktorých sa celková stromová biomasa stanovuje pomocou jednoduchých konverzných faktorov.

2.3.1. KVANTIFIKÁCIA EMISIÍ/ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRIÍ LESY

2.3.1.1. ZMENA ZÁSObY UHLÍKA V ŽIVEJ BIOMASE

Zmena zásoby uhlíka v živej biomase bola stanovená použitím „gain – loss“ metódy podľa rovnice 2.7 uvedenej v metodologickej príručke IPCC (IPCC 2006 GL).

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

ΔC_B – ročná zmena zásoby uhlíka v živej biomase (nadzemná a podzemná) pre každú kategóriu využívania krajiny, ΔC_G – ročný prírastok zásoby uhlíka v živej biomase (nadzemná a podzemná) pre každú kategóriu využívania krajiny, ΔC_L – ročný úbytok zásoby uhlíka v živej biomase (nadzemná a podzemná) pre každú kategóriu využívania krajiny

Táto metóda je založená na stanovení prírastkov a úbytkov a ich rozdielov. Výpočty zmien zásob uhlíka v živej biomase v dôsledku ročného prírastku biomasy a ročného úbytku biomasy boli vykonané podľa rovníc 2.9, 2.10 a 2.12 (IPCC 2006 GL).

Celkový bežný prírastok (CBP) vyjadrený ako objem hrubiny, (objem bez kôry do priemeru 7 cm) sú spolu s výškou ťažby kľúčovými vstupmi na výpočet prírastku uhlíka. Hodnoty CBP vypočítava NLC - ULZI, ktorý je správcom databázy o lesoch pre Slovensko. Výpočet sa vykonáva na úrovni jednotlivých porastov a druhov drevín pomocou dostupných porastových parametrov, rastových tabuliek a modelov. CBP sa určuje na základe priemerných zásob v rôznych vekových stupňoch a pre jednotlivé dreviny ako súčet priemerného prírastku v rôznych vekových stupňoch vyjadrený na jednotku skutočnej plochy výskytu drevín.

Ročný prírastok zásoby uhlíka v dôsledku prírastku biomasy bol vypočítaný podľa rovnice 2.9 (IPCC 2006 GL):

$$C_{LLP} = \sum (A * G_{TOTAL}) * C$$

A - skutočná plocha porastu, G_{TOTAL} - celkový ročný prírastok biomasy (nadzemná a podzemná), C – obsah uhlíka

Ročný nárast zásob uhlíka v dôsledku prírastku biomasy - G_{TOTAL} bol kalkulovaný použitím rovnice 2.10 podľa (IPCC 2006 GL).

$$\begin{aligned} G_{TOTAL} &= G_W * (1 + R) \\ G_W &= I_V * BCF_I \end{aligned}$$

G_W - ročný prírastok nadzemnej drevnej stromovej biomasy, I_V - aktuálny ročný prírastok (objemový prírastok - I_V), BCF_I - konverzný - expanzný faktor biomasy, G_{TOTAL} - celkový ročný prírastok biomasy (nadzemná a podzemná), R - pomer nadzemnej a podzemnej biomasy.

Ročný úbytok zásoby uhlíka spôsobený úbytkom biomasy bol kalkulovaný použitím rovnice 2.12 podľa (IPCC 2006 GL). Primárnym zdrojom informácií o výške ročných ťažieb sú údaje z lesohospodárskej evidencie (LHE). Ročný objem ťažby (H) sa zhromažďuje v povinnom hlásení obhospodarovateľov lesov a vypracúva ho NLC - ULZI. Vzťahuje sa na obhospodarované lesy, keďže vykazovanie je neoddeliteľnou povinnou súčasťou obhospodarovania lesov a zahŕňa všetky údaje o ročnej ťažbe vrátane prebierky a obnovnej ťažby. Príslušné lesnícke subjekty, vlastníci alebo užívatelia lesov sú povinní každoročne poskytovať údaje o činnostiach lesného hospodárstva (ťažba, pestovanie lesa) do centrálnej lesníckej databázy (Vyhláška MPRV SR č. 297/2011 Z. z.). Ročné údaje o ťažbe zahŕňajú biomasu vyťaženú v lese vo vykazovanom roku.

Objemy ťažby ihličnatých a listnatých stromov, CBP a celková ťažba za sledované obdobie 2013 – 2020 v k.ú. Banská Bystrica sú uvedené v grafoch 7 a 8.

Ročná strata uhlíka v dôsledku ťažby dreva C_{LLU} bola vypočítaná pomocou rovnice 2.12 (IPCC 2006 GL):

$$C_{LLU} = H * BCEF_R * (1+R) * C$$

H - výška ťažby, $BCEF_R$ – konverzný - expanzný faktor biomasy, R - pomer nadzemnej a podzemnej biomasy, C – obsah uhlíka

2.3.1.2. ZMENA ZÁSoby UHLÍKA V ODUMRETOM DREVE A OPADE

Zásobáreň uhlíka v odumretom dreve obsahuje odumreté stojace stromy, pne, hrubé ležiace odumreté drevo a tenké ležiace mŕtve drevo, ktoré nie je zahrnuté v opade alebo v minerálnej pôde. Informácie o zásobách mŕtveho dreva boli získané z prvej a druhej Národnej inventarizácie lesov (NFI) realizovanej v rokoch 2005/2006 a 2015/2016. Pred realizáciou NFI neboli na Slovensku k dispozícii žiadne spoľahlivé údaje o mŕtvom dreve (okrem stojacich mŕtvych stromov). Kvantifikácia mŕtveho dreva bola vykonaná metodikou, kde boli všetky zložky stanovené v rovnakých objemových jednotkách (m^3 s kôrou), aby sa umožnila ich agregácia. Objem stojacich mŕtvych stromov bol stanovený z objemových rovníc živých stromov (HSK). Na určenie objemu pňa boli odvodené nové regresné rovnice, kde priemer v hornej časti plochy rezu D a výška pňa H predstavujú vstupné premenné. Objem ležiaceho mŕtveho dreva (priemer nad 7 cm) sa vypočítal z nameraných priemerov d1 a d2 (cm) na oboch koncoch a dĺžky každého kmeňa.

Čistá zmena uhlíkových zásob odumretého dreva bola kvantifikovaná na základe údajov zistených na celom území Slovenska a bola vypočítaná podľa rovnice 2.19 (IPCC 2006 GL). Podľa NFI bola priemerná zásoba C mŕtveho dreva vypočítaná na $6,6 \pm 0,5$ tC/ha pre rok 2005 a $7,4 \pm 0,7$ tC/ha pre rok 2015 v slovenských lesoch. Použitím odhadovaného trendu založeného na týchto empirických pozorovaniach boli údaje za roky medzi týmito údajovými bodmi lineárne interpolované a následne extrapolované aj pre obdobie 2013 - 2020.

Priemerná zásoba uhlíka v opade bola pre podmienky Slovenska stanovená na 8,3 t C/ha. Hodnota je odvodená z údajov získaných z Lesníckeho monitorovacieho systému (LMS) a Národnej inventarizácie lesov (NIL). Z ohľadom na krátke obdobie hodnotenia neočakávame výraznú zmenu v tejto zásobárni uhlíka v lesoch na hodnotenom území. Rovnako je tomu aj v prípade zmien v uhlíkových zásobách v zásobárni minerálna pôda. Medzinárodná metodika predpokladá prvé preukázateľné zmeny v zásobách uhlíka v opade a v minerálnej pôde v lesoch až po uplynutí minimálne 20 rokov.

V stredoeurópskech podmienkach v rámci lesov obhospodarovaných podľa princípov trvalo udržateľného lesného hospodárstva nie sú minerálne pôdy a opad považované za zdroj čistých emisií (Pavlenda a kol., 2016).

Činnosť zo spaľovania biomasy v lesoch zahŕňa emisie CO₂, CH₄ a N₂O spojené s lesnými požiarmi a spaľovaním biomasy na vyťažných plochách. V slovenských lesoch sa stále koná spaľovanie ťažbových zvyškov. Pretože neexistujú žiadne oficiálne informácie o pálení zvyškov po ťažbe, v hodnotenom území na kvantifikáciu emisií z tejto činnosti bol použitý kvalifikovaný odhad. Podiel biomasy spálený na vyťažných plochách bol kvantifikovaný na základe vykazovaného množstva ťažby, osobitne pre ihličnaté a listnaté dreviny. Emisie zo spaľovania zvyškov biomasy boli vypočítané podľa rovnice 2.27 a štandardných emisných faktorov uvedených v tabuľke 2.5 (IPCC 2006 GL).

$$L_{\text{požiar}} = A * M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$$

$L_{\text{požiar}}$ – množstvo GHGs z požiarov, A – zhorená plocha, M_B – množstvo paliva (zhorená biomasa), C_f – spaľovací faktor, bezrozmerný (0,62), G_{ef} – emisný faktor, (CO₂ 1569, CH₄ 4,7, N₂O 0,26).

Predvolená hodnota spaľovacieho faktora pre pálenie zvyškov po ťažbe v lesoch mierneho pásma je 0,62 podľa tabuľky 2.6 (IPCC 2006 GL).

2.3.2. KVANTIFIKÁCIA EMISIÍ/ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV VZNIKAJÚCA PRI ZMENÁCH VO VYUŽÍVANÍ KRAJINY

Táto kategória zahŕňa výpočet čistých zmien zásob uhlíka v živej biomase, odumretom dreve, opade a minerálnej pôde. Na výpočet zmeny zásob uhlíka v jednotlivých zásobárňach uhlíka boli použité medzinárodne platné metodické postupy uvedené v metodickej príručke IPCC (IPCC 2006 GL). Emisie/záchyty skleníkových plynov sa týkajú všetkých kategórií využívania krajiny a boli kvantifikované vo všetkých LU kategóriách.

2.3.3. KVANTIFIKÁCIA EMISIÍ/ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV VZNIKAJÚCA PRI ZMENÁCH KRAJINY NA LESY

Zmeny zásob uhlíka v živej biomase boli kalkulované pomocou rovnice 2.7 (IPCC 2006 GL). Prírastok uhlíka je úmerný rozsahu zalesnených plôch a každoročne rastúcej biomasy. Nové zalesnené plochy boli určené z databázy katastra. Z experimentálnej databázy NLC – LVÚ boli vybrané nasledovné ročné prírastky celkovej biomasy stromov pre štyri hlavné druhy (smrek, borovica, buk a dub): smrek 2,74 t C/ha/rok, borovica 3,17 t C/ha/rok, buk 2,32 t C/ha/rok a dub 1,23 t C/ha/r. Tieto údaje pochádzajú z reprezentatívnych experimentálnych plôch NLC. Ročné prírastky podzemnej biomasy (sušiny) pre štyri hlavné dreviny použité pri výpočtoch sú nasledovné: smrek 0,56 t C/ha/rok, borovica 0,40 t C/ha/rok, buk 0,57 t C/ha/r a dub 0,90 t C/ha/r.

Podiel hlavných drevín pri obnove lesov za jednotlivé roky bol prevzatý z údajov LHE a je uvedený v tabuľke 139.

Tabuľka 139: Podiel hlavných drevín pri umelej obnove lesov v k.ú. mesta Banská Bystrica za roky 2013 – 2020

Drevina	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	%								
smrek	69	69	62	62	68	64	61	61	56
borovica	5	4	7	10	6	9	11	10	15
dub	2	2	3	3	2	2	4	4	3
buk	23	25	28	25	24	26	24	25	27

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Straty spojené s odstraňovaním živej biomasy v dôsledku pestovateľských zásahov boli považované za nevýznamné (nulové).

Čisté zmeny zásob uhlíka v odumretom dreve a opade boli vypočítané v súlade s usmerneniami medzinárodnej metodiky IPCC (IPCC GL 2006).

Čistá zmena zásob C v odumretom dreve bola vypočítaná podľa rovnice 2.23 (IPCC 2006 GL):

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) * A_{on}}{T_{on}}$$

ΔC_{DOM} – ročná zmena zásoby uhlíka v odumretom dreve a opade, C_o – zásoba uhlíka v odumretom dreve/opade v „starej“ LU kategórii, C_n – zásoba uhlíka v odumretom dreve/opade v „novej“ LU kategórii, A_{on} – plocha konverzie, T_{on} – časové obdobie konverzie.

Priemerná čistá ročná akumulácia v odumretom dreve na Slovensku za obdobie 10 rokov je 0,08 t C/ha/rok.

Stredná hodnota 8,3 t C/ha pre zásoby uhlíka v opade (reprezentujúca povrchovú organickú vrstvu) bola použitá na výpočet čistej zmeny zásoby uhlíka v opade. Priemerná čistá ročná akumulácia opadu počas prechodného obdobia je 0,415 t C/ha/rok. Táto hodnota bola stanovená z existujúcich súborov údajov z pôdnych inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Na výpočet ročných zmien zásob uhlíka v opade bola použitá rovnica 2.23 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v opade v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka.

Nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) boli vypočítané pre rôzne typy konverzií: OP konvertovaná na les 1,446 t C/ha/r, TTP konvertované na les 0,704 t C/ha/r, S konvertované na les 1,758 t C/ha/r, OK konvertované na les 1,758 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdnych inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL):

$$\Delta C_{pôda} = \frac{(SOC_o - SOC_{o-T}) * A}{T_{on}}$$

$\Delta C_{pôda}$ - ročná zmena zásoby uhlíka v minerálnej pôde, SOC_o – zásoba uhlíka v pôde v „starej“ LU kategórii, SOC_n – zásoba uhlíka v minerálnej pôde v „novej“ LU kategórii, A_{on} – plocha konverzie, T_{on} – časové obdobie konverzie (20 rokov).

Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.3.4. KVANTIFIKÁCIA EMISÍI/ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV VZNIKAJÚCA PRI KONVERZII LESOV NA INÝ TYP VYUŽÍVANIA KRAJINY

Na výpočet zásob uhlíka v biomase lesov pred jeho konverziou sa použili každoročne aktualizované údaje o priemerných zásob dreva, konveržno-expanzný faktor $BCEFR$ (0,602 pre ihličnany a 0,770 pre listnaté) a štandardný obsah uhlíka (0,51 pre ihličnaté a 0,48 pre listnaté). Pre zásobu uhlíka v biomase TTP pred konverziou sa použili štandardné hodnoty 13,6 t/ha pre nadzemnú a podzemnú biomasu (tabuľka 6.4, IPCC 2006 GL). Množstvo biomasy po preмене pôdy na OP, TTP, S, OK sa považovalo za nulové (0 t/ha). Štandardné hodnoty 4,7 t C/ha pre bylinnú nadzemnú a podzemnú biomasu boli použité pre zásobu uhlíka biomasy na TTP pred konverziou.

Kalkulácia emisií/záchytov zo zmien v zásobách odumretého dreva a opadu súvisiacich s premenou lesa na OP, TTP, S a OK je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách minerálnej pôdy súvisiacich s premenou lesa na OP, TTP, S a OK je identická s postupom popísaným v kapitole Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy. Pri výpočtoch však boli použité nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) vypočítané pre rôzne typy konverzií: Lesy konvertované na OP -1,446 t C/ha/r, Lesy konvertované na TTP -0,704 t C/ha/r, Lesy konvertované na S -1,758 t C/ha/r, Lesy konvertované na OK -1,758 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdnych inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20-ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.3.5. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII ORNÁ PÔDA

Zmeny zásob uhlíka živej biomasy v na ornej pôde bez drevitej vegetácie boli stanovené ako nulové. V prípade ročných plodín sa predpokladá, že nárast zásob biomasy v jedinom roku sa rovná stratám biomasy pri zbere v tom istom roku – teda neexistujú žiadne čisté emisie/záchyty z biomasy (kapitola 5.2.1.1 IPCC 2006 GL). Emisie/záchyty boli vypočítané pre zmeny v zásobách drevnej trvacej biomasy pre trvalé kultúry na poľnohospodárskej pôde (kapitola 5.3 IPCC 2006 GL). Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov v živej biomase je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny“. Ovocné sady dokážu prostredníctvom biomasy akumulovať uhlík približne 2,35 t/ha za rok a vinohrady 4,43 t/ha za rok. Hodnota zásob uhlíka nadzemnej biomasy pri zbere je 70,5 t C/ha pre ovocné sady a 132,90 t C/ha pre vinohrady. Pre záhrady a chmeľnice bola použitá hodnota z tabuľky 5.1 (IPCC 2006 GL).

Zmeny zásoby uhlíka v minerálnych pôdach boli vypočítané použitím rovnice 2.25 a faktorov relatívnej zmeny zásoby pre rôzne činnosti na poľnohospodárskej pôde uvedené v tabuľke 5.5 (IPCC 2006 GL).

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov v živej biomase je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách odumretého dreva a opadu súvisiacich s premenou TTP, S a OK na OP je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách minerálnej pôdy súvisiacich s premenou TTP, S a OK na OP je identická s postupom popísaným v kapitole Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy. Pri výpočtoch však boli použité nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) vypočítané pre rôzne typy konverzií: TTP konvertované na OP -0,742 t C/ha/r, S a OK konvertované na OP 0,313 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdných inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20-ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.3.6. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII TRVALÉ TRÁVNE PORASTY

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov v živej biomase je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny“.

Kalkulácia emisií/záchytov zo zmien v zásobách odumretého dreva a opadu súvisiacich s premenou OP a OK na TTP je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách minerálnej pôdy súvisiacich s premenou OP a OK na TTP je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“. Pri výpočtoch však boli použité nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) vypočítané pre rôzne typy konverzií: OP konvertovaná na TTP 0,742 t C/ha/r, OK konvertovaná na TTP 1,055 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdných inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.3.7. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII MOKRADE

Emisie/záchyty skleníkových plynov v tejto LU kategórii neboli pre túto analýzu v k.ú. mesta Banská Bystrica kalkulované.

2.3.8. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII SÍDLA

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov v živej biomase je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny“.

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov zo zmien v zásobách odumretého dreva a opadu súvisiacich s konverziou TTP a OP na S je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách minerálnej pôdy súvisiacich s premenou TTP a OP na S je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“. Pri výpočtoch však boli použité nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) vypočítané pre rôzne typy konverzií: TTP konvertované na S -1,055 t C/ha/r, OP konvertovaná na S -0,313 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdných inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.3.9. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII OSTATNÁ PÔDA

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov v živej biomase je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri konverzii lesov na iný typ využívania krajiny“.

Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov zo zmien v zásobách odumretého dreva a opadu súvisiacich s konverziou TTP a OP na OK je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“.

Kalkulácia emisií zo zmien v zásobách minerálnej pôdy súvisiacich s premenou TTP a OP na OK je identická s postupom popísaným v kapitole „Kvantifikácia emisií/záchytov skleníkových plynov vznikajúca pri zmenách krajiny na lesy“. Pri výpočtoch však boli použité nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) vypočítané pre rôzne typy konverzií: TTP konvertované na OK -0,704 t C/ha/r, OP konvertovaná na OK -0,313 t C/ha/r. Tieto hodnoty boli stanovené z existujúcich súborov údajov z pôdných inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008) s predpokladom štandardného 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásob uhlíka v „novej pôde“. Zmeny zásoby uhlíka v minerálnej pôde boli vypočítané použitím rovnice 2.25 (IPCC 2006 GL). Zmena zásob uhlíka v minerálnej pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu.

2.4. VÝSLEDKY

2.4.1. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII LESY.

Emisie a záchyty skleníkových plynov v tejto kategórii boli stanovené pomocou metodických postupov IPCC (IPCC 2006 GL) a údajov o výmerách a ich zmenách pre túto LU kategóriu. Výmery kategórie Lesy sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138). Výsledkom obhospodarovania lesov sú záchyty skleníkových plynov (t CO₂) v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica uvedené v tabuľke 140 (len za biomasu lesných drevín) a tabuľke 141 (vrátane zmien zásob uhlíka v úložiskách odumreté drevo a opad).

Tabuľka 140: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) biomasou lesných drevín v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	t C/r							
Úbytok C zásoba - živá biomasa	14 785	14 789	14 795	14 796	14 807	14 799	15 560	15 567
Prírastok C zásoba - živá biomasa	-10 262	-9 607	-9 362	-8 849	-8 566	-9 495	-9 706	-6 887
Zmena C zásoba - živá biomasa	5 178	5 427	5 947	6 230	5 312	5 093	8 673	7 933
záchyty - t CO ₂ /r	-18 986	-19 897	-21 804	-22 843	-19 477	-18 676	-31 800	-29 088

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Tabuľka 141: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) súvisiace s obhospodarováním lesov v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	5 178	5 427	5 947	6 230	5 312	5 093	8 673	7 933
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	368	368	368	368	369	368	369	369
C zásoba - opad - t C/r	0	0	0	0	0	0	0	0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	0	0	0	0	0	0	0	0
záchyty - t CO ₂ /r	-20 336	-21 247	-23 155	-24 194	-20 828	-20 027	-33 151	-30 440

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.2. SPAĽOVANIE BIOMASY V LESOCH A LESNÉ POŽIARE

Hlavnými informačnými zdrojmi o lesných požiaroch sú interné štatistiky požiarovosti Ministerstva vnútra SR a „Hlásenia o výskyte škodlivých činiteľov na Slovensku“. V hodnotenom území bolo v priebehu rokov 2013 – 2020 zaznamenané len 2 lesné požiare. V roku 2014 zhorelo 6 ha lesa v Tajove a v roku 2017 0,09 ha lesa v Banskej Bystrici.

Činnosť zo spaľovania biomasy v lesoch zahŕňa emisie CO₂, CH₄ a N₂O spojené s lesnými požiarimi a spaľovaním biomasy na vyťažených plochách. Emisie z tejto činnosti v k.ú. mesta Banská Bystrica v jednotlivých rokoch sú uvedené v tabuľke 140.

Tabuľka 142: Emisie zo spaľovania biomasy a požiarov (t) v kategórii Lesy v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020

Emisia	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	t							
CH ₄	1,4	14,5	1,1	0,9	1,8	1,5	1,1	1,0
CO ₂ ekv	35,3	362,6	28,6	22,9	45,7	36,9	28,1	26,2
N ₂ O	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
CO ₂ ekv	23,2	239,1	18,8	15,1	30,1	24,3	18,5	17,3
CO ₂	470,8	4 841,7	381,4	305,3	609,9	492,2	375,6	349,9
CO ₂ ekv	529,3	5 443,3	428,8	343,3	685,7	553,4	422,3	393,4

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Emisie metánu pochádzajúce zo spaľovania ťažbových zvyškov a lesných požiarov v lesoch sa pohybovali od 0,9 do 14,5 t, emisie oxidu dusného od 0,1 do 0,8 t a emisie CO₂ od 305,3 do 4841,7 t. Celkové emisie pochádzajúce zo spaľovania ťažbových zvyškov a lesných požiarov v lesoch vyjadrené v jednotkách CO₂ ekv sa v k.ú. mesta Banská Bystrica pohybovali od 343,3 do 5444,3 t v jednotlivých rokoch. Najvyššie emisie boli zistené v roku 2014.

2.4.3. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV PRI ZMENE VO VYUŽÍVANÍ LESOV

Táto kategória zahŕňa všetky procesy spojené so zmenami krajiny na lesy. Táto činnosť je úzko spojená so zalesňovaním alebo obnovou lesa. V tejto LU kategórii boli zrealizované v období rokov 2013 - 2020 nasledujúce zmeny: OP prevedené na L - 0 ha, TTP prevedené na L - 12,42 ha a OK prevedené na L - 0,29 ha. Uvedené prevody súvisiace s vznikom nových lesov vyprodukovali záchyty skleníkových plynov uvedené v tabuľke 141.

Tabuľka 143: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) súvisiace s vznikom nových lesov v rokoch 2013-2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	48,5	46,1	49,8	48,1	45,9	49,0	52,9	51,0
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	2,4	2,3	2,5	2,4	2,3	2,4	2,6	2,5
C zásoba - opad - t C/r	12,5	11,9	13,0	12,5	11,9	12,7	13,7	13,2
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	22,0	20,9	22,7	21,8	20,8	22,2	23,9	23,2
záchyty - t CO ₂ /r	-304,6	-289,5	-313,4	-301,8	-288,1	-307,5	-332,0	-320,3

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Tento prevod zahŕňa všetky procesy spojené s zmenami lesov na iné využívanie krajiny. Táto činnosť je úzko spojená hlavne s odlesňovaním resp. s trvalou zmenou lesného pozemku na iný druh pozemku. V tejto kategórii boli zaznamenané v období rokov 2013 – 2020 nasledovné zmeny: lesy zmenené na TTP - 0,47 ha, na OP - 0,07 ha, na S - 0,35 ha a na OK - 3,11 ha. Uvedené prevody súvisiace s odlesňovaním územia vyprodukovali emisie skleníkových plynov uvedené v tabuľke 142.

Tabuľka 144: Emisie skleníkových plynov (kt CO₂) spojené s zmenami lesov na iné využívanie krajiny v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	-12,4	-84,8	-23,8	0,0	-55,4	-358,6	0,0	-37,5
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	-0,7	-4,5	-1,3	0,0	-2,9	-18,9	0,0	-2,0
C zásoba - opad - t C/r	-0,7	-5,1	-1,4	0,0	-3,2	-20,6	0,0	-2,1
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	-2,7	-3,1	-3,1	-2,9	-3,1	-2,9	-2,8	-2,7
emisie - t CO ₂ /r	60,4	357,4	108,2	10,8	236,9	1 470,4	10,3	162,6

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.4. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII ORNÁ PÔDA.

Emisie a záchyty skleníkových plynov v tejto kategórii boli stanovené pomocou metodických postupov IPCC (IPCC 2006 GL) a údajov o výmerách a ich zmenách pre túto LU kategóriu. Výmery Ornej pôdy sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138). Obhospodarovanie ornej pôdy (tabuľka 145 a 146) a konverzia pozemkov z TTP a OK na Ornú pôdu spôsobila záchyty CO₂ uvedené v tabuľke 147.

Tabuľka 145: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) biomasou trvalých kultúr v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	t C/r							
Prírastok C zásoba - živá biomasa	705	705	705	707	706	709	709	708
Úbytok C zásoba - živá biomasa	-3	0	0	-2	0	0	0	0
Zmena C zásoba - živá biomasa	703	705	705	705	706	709	709	708
záchyty - t CO ₂ /r	-2 576	-2 585	-2 584	-2 585	-2 589	-2 599	-2 598	-2 597

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Tabuľka 146: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) súvisiace s obhospodarovaním ornej pôdy v rokoch 2013 - 2020 v k.ú. mesta Banská Bystrica

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	703	705	705	705	706	709	709	708
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	0	0	0	0	0	0	0	0
C zásoba - opad - t C/r	0	0	0	0	0	0	0	0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	27	25	31	31	31	31	31	31
záchyty - t CO ₂ /r	-2 676	-2 677	-2 699	-2 697	-2 703	-2 713	-2 713	-2 709

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

Tabuľka 147: Záchyty skleníkových plynov (t CO₂) spôsobené konverziou OP a OK na TTP v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	-1,7	0,0	-0,1	-1,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba - opad - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	-4,0	-3,9	-3,7	-4,0	-3,9	-3,7	-3,6	-3,5
záchyty - t CO ₂ /r	-21,1	-14,2	-14,1	-18,2	-14,6	-13,9	-13,7	-13,1

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.5. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII TRVALÉ TRÁVNE PORASTY

Emisie a záchyty skleníkových plynov v tejto kategórii boli stanovené pomocou metodických postupov IPCC (IPCC 2006 GL) a údajov o výmerách a ich zmenách pre túto LU kategóriu. Výmery Trvalých trávnych porastov sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138). Konverzia pozemkov z OP a OK na Trvalé trávne porasty spôsobila emisie CO₂ uvedené v tabuľke 148.

Tabuľka 148: Emisie skleníkových plynov (t CO₂) spôsobené konverziou OP a OK na TTP v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	0,3	0,8	0,1	0,5	0,4	0,2	0,0	0,2
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba - opad - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	3,8	4,0	3,9	4,0	4,0	3,9	3,7	3,6
emisie - t CO ₂ /r	14,9	17,3	14,8	16,2	16,0	15,1	13,6	13,9

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.6. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII MOKRADE

Emisie/záchyty skleníkových plynov v tejto LU kategórii neboli pre túto analýzu v k.ú. Banská Bystrica kalkulované. Výmery Mokradí sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138).

2.4.7. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII SÍDLA

Emisie a záchyty skleníkových plynov v tejto kategórii boli stanovené pomocou metodických postupov IPCC (IPCC 2006 GL) a údajov o výmerách a ich zmenách pre túto LU kategóriu. Výmery Sídliel sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138). Konverzia pozemkov z TTP a OP na Sídla spôsobila emisie CO₂ uvedené v tabuľke 149.

Tabuľka 149: Emisie skleníkových plynov (t CO₂) spôsobené konverziou TTP a OP na Sídla v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	-9,9	-7,9	-3,4	-9,0	-4,8	-7,8	-7,6	-5,7
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba - opad - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	-14,4	-14,6	-14,2	-14,3	-14,1	-14,1	-14,3	-14,0
emisie - t CO ₂ /r	89,2	82,4	64,6	85,3	69,1	80,3	80,1	72,5

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.8. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V LU KATEGÓRII OSTATNÁ KRAJINA

Emisie a záchyty skleníkových plynov v tejto kategórii boli stanovené pomocou metodických postupov IPCC (IPCC 2006 GL) a údajov o výmerách a ich zmenách pre túto LU kategóriu. Výmery Ostatnej krajiny sú uvedené v tabuľke 137 a údaje o prevode v LUM (tab. 138). Konverzia pozemkov z TTP a OP na Ostatnú krajinu spôsobila emisie CO₂ uvedené v tabuľke 150.

Tabuľka 150: Emisie skleníkových plynov (t CO₂) spôsobené konverziou TTP a OP na Ostatnú krajinu v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 – 2020

Ročná zmena	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
C zásoba - živá biomasa - t C/r	-80,5	-14,9	-10,4	-17,4	-21,8	-24,6	-48,1	-12,6
C zásoba -odumreté drevo - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba - opad - t C/r	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C zásoba -minerálna pôda - t C/r	-71,0	-69,7	-67,8	-66,8	-65,4	-65,0	-67,3	-65,2
emisie - t CO ₂ /r	555,4	310,2	286,6	308,6	319,8	328,6	423,2	285,5

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

2.4.9. EMISIE/ZÁCHYTY SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V SEKTORE LULUCF

Emisie/záchyty skleníkových plynov v sektore LULUCF v k.ú. Banská Bystrica v rokoch 2013 - 2020 sú uvedené v tabuľke 151. Celý sektor predstavuje čisté úložisko uhlíka a tiež vytvára záchyty skleníkových plynov.

Tabuľka 151: Emisie/záchyty skleníkových plynov (t CO₂ ekv) v sektore LULUCF v k.ú. mesta Banská Bystrica v rokoch 2013 - 2020

	Lesy	Orná pôda	TTP	Sídla	Ostatná krajina	Požiare	LULUCF
	t CO ₂ ekv						
2013	-20 336	-2 697	15	89	555	529	-21 844
2014	-21 247	-2 691	17	82	310	5 443	-18 085
2015	-23 155	-2 713	15	65	287	429	-25 073
2016	-24 194	-2 715	16	85	309	343	-26 156
2017	-20 828	-2 718	16	69	320	686	-22 456
2018	-20 027	-2 727	15	80	329	553	-21 777
2019	-33 151	-2 726	14	80	423	422	-34 938
2020	-30 440	-2 722	14	72	285	393	-32 397
Priemer	-24 172	-2 714	15	78	352	1 100	-25 341
Sm odchýlka	4 965	13	1	8	93	1 758	5 714

(Zdroj: údaje Národného lesníckeho centra)

V priemere za obdobie 2013 až 2020 zachytil sektor Využívanie krajiny a lesníctvo na území mesta Banská Bystrica ročne -25 345,8 t CO₂ ekv. Výraznejší nárast záchytov CO₂ v rokoch 2019 a 2020 v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi nastal v dôsledku zvýšenia prírastkov dreva a súčasným poklesom ťažieb v kategórii Lesy.

2.5. NÁVRHY NA ZLEPŠENIE BILANCIE EMISÍ A ZÁCHYTOV SKLENÍKOVÝCH PLYNOV NA ÚZEMÍ MESTA BANSKÁ BYSTRICA

Hoci využívanie krajiny a lesníctvo na území mesta Banská Bystrica nie je čistým producentom emisií skleníkových plynov a v súčasnosti ich naopak viac zachytí ako emituje, aj v tejto oblasti je možné a potrebné optimalizovať postupy obhospodarovania s cieľom zlepšiť súčasný stav. Optimálne zásoby uhlíka, najmä v pôde, majú značný prínos jednak pre produktivitu územia (v pôde bohatej na živiny produkujú rastliny viac a kvalitnejšej biomasy), ale prinášajú zlepšenie aj v ďalších oblastiach (napr. biodiverzita, kolobeh vody v krajine) a ich pozitíva sa môžu prejaviť aj mimo územia (napr. vyššia vodozadržná schopnosť pôdy prispieva k nižšej frekvencii povodní v celom povodí). Je tiež úlohou obcí, miest a regiónov zavádzať opatrenia v oblasti znižovania emisií, resp. zvyšovania a záchytov skleníkových plynov, navrhnuté v strategických dokumentoch SR. Základným takýmto dokumentom je Nízkouhlíková stratégia SR do roku 2030 s výhľadom do roku 2050. Na jej základe je možné odporučiť pre územie mesta Banská Bystrica nasledovné opatrenia na zvýšenie záchytov skleníkových plynov pri využívaní krajiny a v lesníctve:

- zaviesť kritéria trvalej udržateľnosti v prípade lesnej biomasy v súlade so Smernicou o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov,
- zvýšenie výmery lesov prostredníctvom zalesňovania poľnohospodárky nevyužívaných pôd pri zachovaní diverzity nelesných biotopov. Na území bolo identifikovaných 893,77 ha trvalých trávnych porastov, ktoré nie sú registrované v registri obhospodarovaných poľnohospodárskych parciel LPIS, a ďalších 92,1 ha ornej pôdy mimo LPIS. Tieto pozemky predstavujú potenciálne plochy, z ktorých aspoň časť by bolo možné zalesniť,
- udržanie vitálnych lesov obmedzením negatívnych dopadov klimatických zmien na lesy prostredníctvom opatrení zameraných na adaptáciu lesov (podpora uplatnenia modelov hospodárenia nad rámec zákonných povinností, podpora využitia alternatívnych modelov hospodárenia za účelom úpravy drevinového zloženia, využitia vhodných proveniencií),
- udržanie vitálnych lesov obmedzením negatívnych dopadov klimatických zmien na lesy realizáciou preventívnych a ochranných opatrení proti šíreniu škodlivých činiteľov a nepriaznivých klimatických faktorov,
- v rámci trvalo udržateľného hospodárenia v lese podporovať opatrenia zamerané na zvyšovanie záchyty uhlíka uplatňovaním princípov prírode blízkeho hospodárenia,
- implementácia opatrení na výrazné zníženie podielu náhodných ťažieb (NT) v lesoch. V rokoch 2013 až 2020 sa podiel NT z celkovej ťažby na území mesta pohyboval od 9 % (2017, 2019) po 40 až 43 % (2014, 2016), čo je relatívne vysoký podiel.
- zachovanie a zabezpečenie ochrany pralesov a prírodných lesov v kontexte celkovej realizácie konceptu udržateľného hospodárenia v lesoch,
- intenzívnejšie využívanie agro-lesníckych systémov zameraných na sekvestráciu uhlíka prostredníctvom drevnej biomasy a pôdy,
- evidencia, kvantifikácia a aktívny manažment biomasy na nelesných pozemkoch,
- postupné zvýšenie výmery lesných pozemkov, alebo pozemkov agro-lesníckeho obhospodarovania, riešením nesúladov druhu pozemkov cez projekty pozemkových úprav a čiastočné zmeny druhu nelesných pozemkov porastených lesnými drevinami,
- zvyšovanie podielu výrobkov z dreva (HWP) s dlhou dobou životnosti, vrátane tých určených na stavebné účely,
- implementácia opatrení zameraných na zvýšenie sekvestrácie uhlíka v poľnohospodárskych pôdach a udržiavanie vysokej úrovne organického uhlíka v pôdach bohatých na uhlík,
- zvýšenie obsahu organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach zabezpečením obhospodarovania pôdy s princípmi správnej poľnohospodárskej praxe ako aj plnením všeobecných požiadaviek podľa §8 Nariadenia vlády SR č. 342/2014 Z. z. od roku 2015, ktorým sa ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb (diverzifikácia plodín, zachovávanie existujúceho trvalého trávneho porastu, existencia oblasti ekologického záujmu),
- kvalitnejšia údržba a obnova trávnych porastov,
- ochrana a obnova rašelinísk a mokradí v povodiach.

2.6. ZÁVEREČNÉ ZHRNUTIE

Využívanie krajiny a lesníctvo predstavujú z hľadiska bilancie skleníkových plynov samostatný sektor. Je špecifický tým, že v dôsledku činnosti človeka a živých organizmov dokáže emisie skleníkových plynov nielen produkovať, ale aj skleníkové plyny zachytávať - odoberať z atmosféry CO₂, rozkladať ho v procese fotosyntézy a ukladať uhlík v tzv. úložiskách. Keďže každý druh využívania krajiny má svoje špecifiká - inú skladbu úložísk uhlíka či iné procesy zmien jeho zásob,

iné metodiky hodnotenia a monitorovania zmien v zásobe uhlíka, pri bilancovaní emisií je potrebné rozčleniť bilancované územie na kategórie využívania krajiny.

Lesná pôda predstavuje na území mesta Banská Bystrica najzastúpenejšiu kategóriu, ktorá predstavuje 44,9 % z celkovej plochy, nasledujú trvalé trávne porasty 22,7 %, sídla 13,8 %, orná pôda 9,9 %, ostatná krajina 7,5 % a mokrade 1,3 %. Drevinové zloženie lesných porastov je charakteristické viac ako polovičným zastúpením buka. Ďalšie významnejšie zastúpené dreviny sú smrek a borovica.

Emisie/záchyty CO₂ v LULUCF sektore sú hodnotené na základe zmien v uhlíkových zásobách v jednotlivých zásobárňach uhlíka. Metodický postup používa tzv. default princíp pre hodnotenie zmien v uhlíkových zásobách (prírastkov a úbytkov uhlíka).

V priemere za obdobie 2013 až 2020 zachytil sektor Využívanie krajiny a lesníctvo na území mesta Banská Bystrica ročne -25 340,8 t CO₂ ekv, pričom záchyt v jednotlivých rokoch sa pohyboval v rozpätí -18 000 až -35 000 t CO₂ ekv, v závislosti od intenzity obnovy lesných porastov a zmien vo využívaní krajiny.

Hoci využívanie krajiny a lesníctvo na území mesta Banská Bystrica nie je čistým producentom emisií skleníkových plynov a v súčasnosti ich naopak viac zachytí ako emituje, aj v tejto oblasti je možné a potrebné optimalizovať postupy obhospodarovania s cieľom zlepšiť súčasný stav.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY (BUDE DOPLNENÉ K ČASTI 1.)

- **FOREST EUROPE**, 2020: State of Europe's Forests 2020.
- **IPCC, 2006**: Good Practice Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- **Kobza, J., Barančíková, G., Cepková, V., Došeková, A., Fulajtár, E., Houšková, B., Makovníková, J., Matúšková, L., Medved', M., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., Vojtáš, J.**, 2002: Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd 1997 - 2001. VÚPOP Bratislava, 180 s., ISBN 80-89128-04-1
- **Kobza, J., Barančíková, G., Čumová, L., Dodok, R., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Náčiniaková - Bezáková, Z., Pálka, B., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., Širáň, M., Tothová, G.**, 2009: Monitoring pôd SR. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2002 - 2006). VÚPOP Bratislava, 200 s., ISBN 978-80-89128-54-9
- **Kobza, J., Barančíková, G., Dodok, R., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Pálka, B., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., Širáň, M.**, 2014: Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd 2007 - 2012. VÚPOP Bratislava, 249 s.
- **Kolektív**, 2022: Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2021 – Zelená správa (Skrátená verzia). MPRV SR, NLC, Bratislava, 69 s.
- **Koncepcia rozvoja mesta Banská Bystrica v oblasti elektrickej energie**, Mestský úrad Banská Bystrica, Marec 2022.
- **Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R.F., Schneider, B.U., von Barun, J. (eds.)**: Ecosystem Services and Carbon Sequestration in the Biosphere. Springer, 2013, 464 pp.
- **Metodický postup pre tvorbu regionálnych nízkouhlíkových stratégií**, 2020 Priatelia Zeme-CEPA.
- **Mikovič, F. (ed.), Apfel, E., Bacúr, J., Boďová, M., Burkovský, J., Demovič, B., Ivanová, A., Galváne, J., Jankov, J., Jasík, M., Mácelová, M., Možucha, B., Lichý, M., Valach, I.**, 2009: Lesy mesta Banská Bystrica história a súčasnosť. MESTSKÉ LESY, Banská Bystrica, 217 s., ISBN: 978-80-970278-0-3.
- **National greenhouse gas inventory report 1990 – 2020** under the UNFCCC and under the Kyoto protocol, SHMÚ, 2022.
- **Pavlenda, P.**, 2008: Kvantifikácia uhlíkových zásob v lesných pôdach. In: Kobza, J. (Ed.): Piate pôdoznalecké dni. Pôda - národné bohatstvo. Zborník z medzinárodnej konferencie, Bratislava: VÚPOP, 2013, s. 243-250.
- **Pavlenda, P., Priwitzer, T., Capuliak, J., Šebeň, V., Bošela, M., Pajtík, J., Raši, R., Pavlendová, H.**, 2016: Proposal for improvement of input data and procedures in the national methodology of greenhouse gases inventory in the LULUCF sector. Applicable deliverable of the project APVV-0243-11 Evaluation and modelling of carbon stocks in forest ecosystems for GHG inventory in the country (C-FORLAND), NFC, 20 pp.
- **Šály, R.**, 1998: Pedológia a mikrobiológia. 1998, TU Zvolen, Zvolen.

Webové stránky a dokumenty dostupné online:

<https://www.climateneutralgroup.com>

<https://www.air.sk/NEIS>

svk_ef_ncv_energetika_2017-2018.pdf; svk_ef_ncv_energetika_2019-2020.pdf

Údaje poskytnuté z SPP spotreba_MDSV_BB.xls

Údaje z materiálu Celkovy_pocet_vozidiel_evidovanych_v_SR_k_31082017.xls +údaje
o transportu na cestách

Údaje NIR <https://oeab.shmu.sk>

Údaje z materiálu EMISIE CO₂ SR doprava, budovy.pdf .

Údaje z materiálu: Technická príloha k pokynom na vyplnenie vzoru SEAP - Emisné
faktoryTechnical_annex_sk.pdf

https://www.minzp.sk/files/iep/metodika_uhlikova_stopa.pdf

Podklady prevádzkovateľa údaje_KVET.pdf

Koncepcia-rozvoja-mesta-Banská-Bystrica-v-oblasti-elektrickej-energie.pdf