

DOPAD IMPLEMENTÁCIE IPCC REFINEMENT Z ROKU 2019 NA EMISIE NA SLOVENSKU

JANKA SZEMESOVÁ, KRISTÍNA TONHAUZER, JÁN HORVÁTH

Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava,
janka.szemesova@shmu.sk, kristina.tonhauzer@shmu.sk, jan.horvath@shmu.sk

The aim of the paper is to present the results of the comparison of the emission inventory for individual economic sectors and emission categories according to the methodological guidelines 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories and its comparison with the emission inventory prepared according to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. The comparison was made on the basis of the project financed from the OPKŽP funds "Preparation of methodologies and improvement of emission inventories and emission projections" with the project code ITMS2014+: 310011CLD8 (hereinafter "EMISIE project") and projections with international rules and decisions of the Executive Bodies of the UNFCCC and in accordance with the new transparency framework agreed at the 21st Conference of Parties to the UNFCCC at the Climate Conference in Paris in 2015. The results were processed in the MESAP software and are of great benefit for Slovakia. The results will bring an overall improvement in the quality of emission inventories in accordance with the needs set by UN principles, namely transparency, accuracy, consistency, comparability and completeness.

Cieľom príspevku je predstavenie výsledkov porovnania emisnej inventúry pre jednotlivé ekonomické sektory a emisné kategórie podľa metodologickej príručky 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories a jej porovnanie s emisnou inventúrou vypracovanou podľa 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Porovnanie bolo spracované na základe projektu financovaného z prostriedkov OPKŽP „Príprava metodík a skvalitnenie emisných inventúr a projekcií emisií“ s kódom projektu ITMS2014+: 310011CLD8 (ďalej „projekt EMISIE“) a projekcie s medzinárodnými pravidlami a rozhodnutiami Výkonných orgánov UNFCCC a v súlade s novým rámcom transparentnosti odsúhlaseným na 21. Konferencii zúčastnených strán UNFCCC na výročnej konferencii v Paríži v roku 2015. Výsledky boli spracované v softvare MESAP a sú pre Slovensko veľkým prínosom. Výsledky prinesú celkové skvalitnenie emisných inventúr v súlade s potrebami kladenými na princípy OSN, a to sú transparentnosť, presnosť, konzistentnosť, porovnateľnosť a kompletnosť.

Key words: emission inventory, emission projections, United Nations Framework Convention on Climate Change, project EMISIE

1 ÚVOD

Projekt týkajúci sa prípravy nových metodík a výpočtových príručiek pre prípravu emisných inventúr a projekcií emisií skleníkových plynov pod názvom EMISIE zabezpečí harmonizáciu Národného systému pre emisie a projekcie s medzinárodnými pravidlami a rozhodnutiami Výkonných orgánov Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy (ďalej „UNFCCC“) a v súlade s novým Rozšíreným rámcom transparentnosti (ďalej „ETF“ = Enhance Transparency Framework) odsúhlaseným na 21. Konferencii zúčastnených strán UNFCCC (ďalej „COP 21“) v Paríži v roku 2015. Závazný, podpísaný výstup z COP 21, ktorý bol následne ratifikovaný nadpolovičnou väčšinou zúčastnených strán UNFCCC, je známy pod názvom Parížska dohoda (ďalej „PA“).

Projekt EMISIE integruje aj emisie a projekcie emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia a zjednotil metodické postupy pre jednotlivé ekonomické sektory a emisné kategórie. Na tento účel slúžilo aj obstaranie nového databázového systému MESAP (komerčne dostupného) pre sektorových expertov, manažéra kvality a koordinátorov inventúr a reportovacích expertov, ktorý má funkciu aj archivačného prostredia a posúva systém bilancovania a reportovania emisií na vyššiu, modernú a bezpečnejšiu úroveň.

V súvislosti s ukončením platnosti Kjótskeho protokolu po roku 2020 a ratifikáciou PA a následnou úpravou Európskej legislatívy v tejto oblasti vznikli nové požiadavky a výzvy na plnenie úloh NIS SR. Jednou z nich je aj zosúladienie inštitucionálneho a vecného plnenia NIS SR s novými pravidlami stanovenými po roku 2015 určenými na implementáciu do konca roku 2023 a prvým reportovaním Dvojročnej správy o transparentnosti ku koncu roka 2024 (ďalej „BTR“).

2 POPIS SYSTÉMU

2.1 Historické súvislosti

Jednou zo základných povinností daných Kjótskym protokolom (článok 5, odsek 1) bolo vytvoriť a v súlade s aktuálnymi požiadavkami rozvíjať národné inventarizačné systémy pre pravidelné sledovanie a reportovanie emisií skleníkových plynov a ostatné relevantné informácie súvisiace so zmenou klímy. Slovenská republika na túto povinnosť reagovala vytvorením NIS SR v roku 2007 ako súčasť Odboru emisie a biopalív na Slovenskom hydrometeorologickom ústave (ďalej „SHMÚ - OEaB“).

Kjótsky protokol bol schválený na konferencii zúčastnených strán UNFCCC v roku 2005, následne bol ratifikovaný nadpolovičnou väčšinou strán dohovoru a vstúpil do platnosti v roku 2007. Jeho prvé záväzné obdobie trvalo od roku 2008 do roku 2012. Cieľom bolo zníženie celkových emisií skleníkových plynov v tomto období o 8 %.

Následne bola platnosť Kjótskeho protokolu predĺžená dodatkom z Katarskej Dauha až do roku 2020. Jeho platnosť vypršala ku koncu roka 2020. Druhé záväzné obdobie stanovené dodatkom skončilo v roku 2020 a malo za cieľ redukovať emisie skleníkových plynov o ďalších 20 % oproti roku 1990. Keďže dodatok ratifikovalo málo zmluvných strán, toto zníženie emisií nemalo významný efekt na priebeh zmeny klímy

Reakciu na slabú vymožitelnosť a rozporuplný medzinárodný konsenzus súvisiaci s kontroverzným dodatkom ku Kjótskemu protokolu z Dauha bola na 21. Konferencii zúčastnených strán UNFCCC (ďalej „COP 21“) v Paríži v roku 2015 odsúhlasená *Parížska dohoda* (ďalej „PA“).

V agende PA podľa článku 13 a podľa paragrafov 84–98 rozhodnutia 1/CP.21 zaoberajúcimi sa hlavne nastavením povinností zúčastnených strán podávať pravidelné správy a zverejňovať informácie o svojich emisiách, ako aj metodickými usmerneniami pre plnenie svojich záväzkov, nastali úpravy metodických a inštitucionálnych funkcií národných systémov pre emisie a projekcie. Rozhodnutie 1/CP.21 obsahuje podrobný popis metód, procedúr a usmernení pre rámec transparentnosti a pre akcie a podporu (ďalej „MPG“). Príloha rozhodnutia obsahuje aj metódy pre započítavanie finančných zdrojov poskytnutých a mobilizovaných v súlade s čl. 9, ods. 7 Parížskej dohody. Ďalej boli v rozhodnutí 19/CMP.1 stanovené usmernenia pre národné systémy s cieľom zabezpečiť pravidlá týkajúce sa inventarizačných systémov pre reportovanie údajov o emisiách, projekciách, indikátoroch a politikách a opatreniach v oblasti zmeny klímy.

Ďalším významným míľnikom pri transformácii národných inventarizačných systémov na nový režim pod PA bola, v decembri 2018, 24. celosvetová klimatická konferencia COP 24 k UNFCCC, ktorá sa konala v poľských Katoviciach. Konferencia v Katoviciach bola prelomovým stretnutím pre implementáciu PA a pre napĺňanie jej cieľov s ambíciou obmedzenia zvyšovania globálnej teploty na 1,5 °C v porovnaní s pred-industriálnou úrovňou. Cieľom konferencie bolo prijatie súboru pravidiel pre implementáciu PA tzv. „Rulebook“, ktoré potvrdili medzinárodný záväzok v boji proti zmene klímy. Experti SHMÚ - OEaB okrem mnohých iných odborných podujatí sledovali agendu článku 13 Parížskej dohody a paragrafov 84–98, rozhodnutie 1/CP.21 zaoberajúce sa reportingovými povinnosťami zúčastnených strán a metodickými usmerneniami pre reportovanie plnenia svojich záväzkov.

2.2 Súčasný stav

Do hladkého priebehu implementácie PA do medzinárodných pravidiel záväzných naprieč všetkými zúčastnenými stranami UNFCCC zasiahla pandémia COVID-19 a s ňou aj sťaženie vyjednávacích procesov. Preložená konferencia COP 26, ktorá sa mala konať v roku 2020 v Glasgowe,

sa presunula na koniec roka 2021. Na konferencii sa dokončilo schvaľovanie pravidiel pre ETF zakotvené v MPG ako súčasť rozhodnutia 1/CP.21 a nakoniec aj celého článku 13 PA. Pravidlá zmenili celkové funkcie a procesy, ktoré sa dejú v rámci inštitucionalizovaných národných inventarizačných systémov zúčastnených strán v súčasnosti. Pravidlá pre ETF dané v MPG vstúpili do platnosti od 1. januára 2023, odkedy prebieha fáza implementácie až do 31. decembra 2024, kedy je očakávaná prvá submisia Dvojročnej správy o transparentnosti pod PA. COP27 v Egyptskom Sharm el-Sheikh sa venoval hlavne implementácii MPG v oblasti vedenia dobrovoľných preskúmaní adaptačných opatrení nezávislými tímami expertov OSN, pomoci najmenej rozvinutých krajín a zvyšovaniu odbornej úrovne expertov formou budovania kapacít. COP28, ktorý sa konal začiatkom decembra 2023 v Dubaji, sa venoval praktickým prípravám pre ľahký prechod zo systému monitorovania, reportovania a overovania (ďalej „MRV“) na systém ETF, a to aj pomocou nového reportovacieho softvéru pre emisné informácie. Nový ETF softvér bude mať tri časti, ktoré budú obsahovať tabuľky pre emisie, projekcie emisií, politiky a opatrenia, zahraničnú pomoc a financie pre podporu opatrení na zmiernenie dôsledkov zmeny klímy.

SHMÚ - OEaB od roku 2022 pracuje na príprave nového národného systému ako súčasť širšej agendy v oblasti zmeny klímy. V minulom volebnom období sa rozbehli prípravy nového zákona o zmene klímy, ktorý mal ukotviť legitímnosť inventarizačného systému pod novým názvom Národný systém pre nahlasovanie údajov o zmene klímy Slovenskej republiky (ďalej „NSZK SR“). Schvaľovanie zákona sa vplyvom predčasných volieb zastavilo a čaká sa na rozhodnutie súčasného vedenia ministerstva.

Okrem legislatívnych, inštitucionálnych a procesných funkcií NSZK SR je proces transformácie komplikovaný vo vzťahu k metodickým, validačným a reportovacím procesom, ktoré je potrebné upraviť a následne nastaviť aj z hľadiska toku financií, alokácie vhodných a dostatočných kapacít a zabezpečenie bezproblémového prechodu z pôvodného systému na nový systém.

Jednou z povinností je zabezpečiť implementáciu nových metodických príručiek pre stanovenie emisií skleníkových plynov. Do konca roka 2022 sa používali záväzné metodické príručky *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory*. Tie sa nahradili od roku 2023 novými metodickými príručkami *2019 IPCC Refinement*. Okrem toho došlo aj k zmene globálnych potenciálov otepľovania pre jednotlivé skleníkové plyny (*Piata hodnotiacia správa IPCC, 2014*).

3 PROJEKT EMISIE

Informácie opísané v Kapitole 2 majú za následok zvýšený nárok na kapacity (odborné, finančné, časové) pre expertov a spolupracovníkov SHMÚ - OEaB. Ich úlohou je nastaviť systém reportovania emisných informácií tak, aby bol zabezpečený hladký prechod na režim ETF pod PA. Zvýšené nároky na kapacity bolo nemožné pokryť v rámci bežných rozpočtových možností rezortu ministerstva

životného prostredia, a z toho dôvodu bolo potrebné riešiť úlohy spojené s transformáciou národného systému pre emisie a projekcie emisií formou nenávratného finančného príspevku v rámci OPKŽP pomocou projektu EMISIE.

Z analýzy, ktorú si dala vypracovať Európska komisia v rámci projektu zameraného na implikácie prechodu na nové 2019 IPCC Refinement metodické príručky, ako aj na samotné MPG vyplynulo, že Slovenská republika bude mať až 25 % svojich emisií skleníkových plynov v ohrození – zmenia sa (zvýšia alebo znížia), čo je jedno z najvyšších percent v rámci EÚ ČŠ. Táto skutočnosť má samozrejme dopad na rôzne iné mechanizmy, štúdie, metodiky a ovplyvňuje aj plánovanie opatrení v iných rezortoch. K rovnakým záverom prišla aj Medzinárodná energetická agentúra pri nedávnom audite na ministerstve hospodárstva. Správa sa ešte pripomienkuje a k termínu tohto príspevku nebola zverejnená.

Z vyššie uvedeného dôvodu bolo logickým cieľom projektu EMISIE vyhodnotiť a identifikovať percentuálny podiel emisií skleníkových plynov v ohrození, transformovať súčasný inštitucionálny a odborný národný inventarizačný systém na systém spĺňajúci požiadavky rozšíreného rámca transparentnosti Parížskej dohody a MPG a skvalitniť emisné inventúry skleníkových plynov. Na dosiahnutie týchto cieľov bolo potrebné inovovať aj softvérové a hardvérové vybavenie expertov inventarizačných tímov v súlade s potrebami kladenými na princípy OSN, a to sú transparentnosť, presnosť, konzistentnosť, porovnateľnosť a kompletnosť.

Na splnenie uvedených cieľov boli pripravené čiastkové správy, ktorých výstupy sa budú používať v najbližších rokoch:

1. Analýza 2019 IPCC Refinement metodických príručiek z pohľadu relevantných zmien korešpondujúcich s národnými špecifikami.
2. Príprava nových metodických postupov vychádzajúcich z analýzy 2019 IPCC Refinement metodických príručiek.
3. Príprava emisných inventúr skleníkových plynov na základe nových metodických postupov daných v 2019 IPCC Refinement metodických príručkách.
4. Porovnanie emisných inventúr v rámci sledovaných emisií skleníkových plynov vypracovaných podľa 2006 IPCC Guidelines a podľa 2019 IPCC Refinement metodických príručiek.
5. Harmonizácia nových metodických postupov vypracovaných na základe 2019 IPCC Refinement metodických príručiek s emisnou inventúrou znečisťujúcich látok.
6. Skvalitnenie a prepočítanie časových radov emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok za časový rad minimálne od roku 2005, optimálne od roku 1990.
7. Príprava aktualizovaných projekcií emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok na základe prepočítaných časových radov do roku 2050.
8. Implementácia softvéru na bilancie emisií, reportovanie a archiváciu.

Všetky uvedené správy boli vypracované v rozsahu pokrývajúcim predpísané metodické postupy v nasledujúcom členení podľa hlavných sektorov a kategórií IPCC:

- Energetika – stacionárne spaľovanie palív
- Energetika – mobilné spaľovanie palív (doprava)
- Energetika – fugitívne emisie z palív
- Priemyselné procesy – výroba a technológia
- Priemyselné procesy – používanie rozpúšťadiel a výrobkov
- Priemyselné procesy – fugitívne emisie z fluórovaných plynov
- Poľnohospodárstvo
- Využívanie krajiny, zmeny vo využívaní krajiny a lesníctvo (LULUCF)
- Odpadové hospodárstvo – skládky odpadov
- Odpadové hospodárstvo – odpadové vody

4. VÝSTUPY PROJEKTU EMISIE

4.1 Metodiky podľa 2019 IPCC Refinement

Celkové antropogénne emisie skleníkových plynov Slovenskej republiky za rok 2021 predstavovali 41 226 Gg CO₂ ekvivalentov bez započítania záchytov zo sektoru LULUCF a bez započítania nepriamych emisií z priemyselných rozpúšťadiel a poľnohospodárstva.

V Tab. 1 sú zosumarizované všeobecné kľúčové zmeny pri prechode na metodiku 2019 IPCC Refinement, kde sa budú implementovať nové hodnoty potenciálov globálneho otepľovania (ďalej „GWP“). Aplikáciou GWP z Piatej hodnotiacej správy IPCC (ďalej „AR5“) na non-CO₂ emisie, kde narastie GWP z 25 na 28 v prípade metánu, resp. poklesne z 298 na 265 v prípade oxidu dusného, nastanú zmeny v každom z hodnotených sektorov. Pôvodne boli používané GWP zo Štvrtej hodnotiacej správy IPCC (ďalej „AR4“).

Tabuľka 1. Porovnanie globálnych potenciálov otepľovania medzi Štvrtou a Piatou hodnotiacou správou IPCC a ich použitie v 2006 IPCC Guidelines a 2019 IPCC Refinement.

Table 1. Comparison of the Global Warming Potentials between the Fourth and the Fifth IPCC Assessment Reports and their implementation in 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.

Plyn	AR4	AR5
CO ₂	1	1
CH ₄	25	28
N ₂ O	298	265

4.1.1 Porovnanie emisií skleníkových plynov za sektor Energetika

Sektor energetika pokrýva emisie zo spaľovania fosílnych palív (CRF 1.A) a fugitívne emisie z ťažby ropy, transformácie palív a zemného plynu (CRF 1.B, vid' nižšie). Inventarizácia emisií zo spaľovania palív zahŕňa priame emisie skleníkových plynov (CO₂, CH₄, N₂O) a nepriame emisie skleníkových plynov (NO_x, CO, NMVOC), ako aj emisie SO₂.

Najvýznamnejším antropogénnym zdrojom skleníkových plynov v SR je spaľovanie a transformácia fosílnych palív. V roku 2021 predstavoval podiel emisií skleníkových plynov zo sektora energetika 66,5 %. Z toho viac ako 98 % emisií pripadá na aktivity spojené so spaľovaním palív.

Sektor spaľovania palív v rámci CRF 1.A sa rozdeľuje do piatich všeobecných kategórií:

- 1.A.1 Energetický priemysel
- 1.A.2 Výrobný priemysel a strojárstvo
- 1.A.3 Doprava
- 1.A.4 Iné sektory
- 1.A.5 Nešpecifikované sektory

Táto štruktúra bola zachovaná prakticky bez zmeny v metodike 2019 IPCC Refinement. Výrazné zmeny v kategorizácii sektorov boli predstavené v predchádzajúcej verzii metodiky (2006 IPCC GL), v ktorej došlo k detailnejšiemu rozdeleniu vo vnútri jednotlivých kategórií. Sektor 1.A.1.a Výroba elektrickej energie a tepla bol rozdelený na tri nové podsektory a v sektore 1.A.1.c (Výroba pevných palív) vznikli dva nové podsektory. V sektore 1.A.2 (Výrobný priemysel a strojárstvo) vzniklo šesť nových kategórií, aby sa zabezpečil lepší súlad s medzinárodnou klasifikáciou. K výraznejším modifikáciám v metodike došlo aj v sektore doprava. Sektory 1.A.4 a 1.A.5 boli upravené minimálne.

Princíp výpočtu emisií skleníkových plynov je vo všetkých energetických sektoroch prakticky identický, preto bude v tejto správe analyzovaný súčasne. Výnimkou je sektor doprava, ktorý musí využívať diametrálne odlišné prístupy. Z pohľadu základného delenia IPCC metodiky sa výpočtový postup líši pre stacionárne zdroje (stacionárne spaľovanie), mobilné zdroje (doprava) a fugitívne emisie.

Spaľovanie palív v stacionárnych zdrojoch (CRF 1.A.1, 1.A.2, 1.A.4, 1.A.5)

Na základe analýzy upravenej metodiky 2019 IPCC Refinement možno konštatovať, že počet zmien v sektore spaľovania palív v stacionárnych zdrojoch je minimálny. Pri stacionárnom spaľovaní je prakticky jedinou explicitnou zmenou opis spôsobu reportovania emisií z biomasy. Je nutné upozorniť na skutočnosť, že pri analýze stacionárneho spaľovania je nevyhnutné sledovať aj sektory, ktoré sú so spaľovaním úzko prepojené (priemyselné procesy, AFOLU a odpady), a v ktorých je potrebné veľmi precízne rozdelenie emisií. Takýmto sektorom je výroba vodíka v rafinérii. V súčasnosti sa vodík vyrába parným reformingom zo zemného plynu a vyrobený vodík sa ihneď spotrebuje v rafinérii. 2019 IPCC Refinement jasným spôsobom definuje, že emisie z tohto procesu musia byť reportované v energetickom sektore v kategórii 1.A.1.b. Táto zmena nutne vyžaduje rekalkuláciu (realokáciu) celého časového radu. V dôsledku presunu emisií z priemyselného sektora do energetiky nedôjde k zmene celkových emisií, ale k zmene sektorových emisií. Rekalkuláciu v kategórii 1.A.1.b je možné vykonať pre celý časový rad bez získavania/dohľadávania dodatočných údajov a výsledky implementovať do inventúry 2024.

Spaľovanie palív v mobilných zdrojoch (CRF 1.A.3)

Napriek tomu, že sektor doprava (1.A.3) patrí ku kľúčovým sektorom v kategorizácii IPCC a prispieva takmer 20 % k celkovým emisiám skleníkových plynov, neboli pripravené pre tento sektor zlepšenia v rámci metodických príručiek 2019 IPCC Refinement. Bilancia emisií z cestnej dopravy je vykonávaná modelom COPERT (verzia 5.5.1), ktorý vyvíja spoločnosť EMISIA a je financovaný zo zdrojov Európskej environmentálnej agentúry. Tento model je zlepšovaný v pravidelných ročných cykloch (metodika výpočtu a emisné faktory). Slovensko pomocou meraní obsahu uhlíka, dusíka, kyslíka a meraniami výhrevnosti určuje národnešpecifický emisný faktor pre emisie CO₂ v palivách používaných v mobilných zdrojoch. Výnimkou je kategória 1.A.3.e - Iná doprava (potrubná doprava), ktorá je zaradená do systému obchodovania s emisnými kvótami, a teda tieto emisie sú viacnásobne merané, počítané a kontrolované.

Fugitívne emisie (CRF 1.B)

V sektore energetika došlo k výrazným zmenám pri výpočte fugitívnych emisií z baní, ťažby ropy a zemného plynu. Problémom pri príprave aktualizovanej emisnej inventúry z nových kategórií a zdrojov sú častokrát chýbajúce informácie o emisných faktoroch a vstupných (aktivitných) údajoch, napriek podrobnému popisu zdroja daných emisií. Štruktúra kategórií fugitívnych emisií bola významne zmenená a bude ju potrebné v novom reportovacom softvéri vytvoriť nanovo. Aktuálne schválené CRT tabuľky pod ETF režimom tiež nie sú úplne v súlade s novým delením kategórií podľa 2019 IPCC Refinement. Ako najvýznamnejšia zmena sa javí výrazné zvýšenie emisných faktorov pre skladovane zemného plynu v zásobníkoch. Nové emisie môžu celú kategóriu fugitívnych emisií z ťažby, prepravy a skladovania zemného plynu zmeniť na kľúčovú kategóriu a mimoriadne významnú z celkového hľadiska emisií metánu. Ďalšie zmeny sú popísané v Tab. 2.

4.1.2 Porovnanie emisií skleníkových plynov za sektor Priemyselné procesy a používanie produktov (ďalej „IPPU“)

V sektore priemyslu (CRF 2) sa bilancujú nielen emisie z technologických procesov, ale aj z používania rozpúšťadiel a výrobkov a fugitívne emisie z používania fluórovanných plynov. Vo všeobecnosti sektor priemyslu pri reportovaní emisií skleníkových plynov možno rozdeliť do ôsmich všeobecných kategórií:

- A. Výroba minerálnych produktov
- B. Chemický priemysel
- C. Výroba kovov
- D. Neenergetické produkty z palív a použitie rozpúšťadiel
- E. Elektronický priemysel
- F. Produkty používané ako náhrada ozón deštruujúcich látok
- G. Iná výroba a použitie produktov
- H. Iné

Táto štruktúra bola zachovaná aj v 2019 IPCC Refinement, pričom mierne úpravy nastali vo vnútri jednotlivých kategórií.

Emisie skleníkových plynov z tohto sektoru predstavujú približne 23 % z celkových emisií skleníkových plynov na Slovensku. Napriek fluktuáciám v celkových emisiách z tohto sektora sú v súčasnosti emisie približne rovnaké ako v roku 1990. V priebehu posledných tridsiatich rokov nastalo viacero technologických zmien vo výrobe, čím sa znížili technologické emisie skleníkových plynov. Na druhej strane sa však významne rozmohol priemysel využívajúci fluórované plyny, čo negovalo pokles technologických emisií. V súčasnosti nie je možné očakávať významnejší pokles technologických emisií bez zásadných zmien v technológiách (napr. použitie vodíka namiesto uhlíka ako redukčného činidla), pokles by mohol nastať len poklesom produkcie. Pokles emisií v tomto sektore však môžu zabezpečiť opatrenia na redukcii používania fluórovaných uhlíkovodíkov, ktoré predstavujú cca 7 % z celkových emisií v tomto sektore. Z toho vyplýva, že bez významných technologických zmien sú možnosti zníženia emisií v tomto sektore významne limitované. Ďalšie zmeny sú popísané v Tab. 3.

4.1.3 Porovnanie emisií skleníkových plynov za sektor Poľnohospodárstvo (CRF 3)

Sektor poľnohospodárstvo sa podieľa na celkových emisiách skleníkových plynov približne 6,5 %. Je to štvrtý najväčší sektor produkujúci emisie skleníkových plynov. Enterická fermentácia z hovädzieho dobytku tvorí najväčší podiel na emisiách metánu z poľnohospodárstva. V roku 2021 bolo vyprodukovaných 33,96 Gg (49 %) metánu v rámci sektora. Hlavným zdrojom emisií N₂O sú poľnohospodárske pôdy s podielom 90 %, nasleduje kategória 3.B, ktorá sa podieľa 10 % z celkových emisií N₂O.

Jedna z dôležitých zmien, ktorú prináša 2019 IPCC Refinement v kategórii 3.A Enterická fermentácia, sa týka zmeny miery konverzie metánu (Y_m faktor). Táto zmena mala dopad na celý časový rad v kategóriách 3.A.1 Hovädzí dobytok a 3.A.2 Ovce. Výber hodnôt parametra závisel od produkcie mlieka, stráviteľnosti DE % a objemu hrubej detergentnej vlákniny NDF v % v sušine. Na základe porovnania údajov možno konštatovať, že nárast emisií CH₄ je prítomný v celom časovom rade od roku 1990 a rozdiel sa pohybuje medzi hodnotami 5 až 8 %.

Tabuľka 2. Prehľad kategórií a zmien v inventúre 1.B po prechode na 2019 IPCC Refinement.

Table 2. List of categories and changes in 1.B inventory applying the 2019 IPCC Refinement.

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa 2019 IPCC Refinement
1.B.1.a.iii Prieskum nových lokalít	CO ₂	Aktuálne nie je určený emisný faktor, ale krajiny sú vyzvané k činnosti na jeho určenie
1.B.1.c.i Výroba dreveného uhlia a biouhlia (aktívneho uhlia)	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nové emisné faktory, CO ₂ a N ₂ O neboli reportované
1.B.1.c.ii Výroba koksu	CH ₄	Nové delenie technológií a nový emisný faktor
1.B.2.a.ii Ťažba ropy	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Zjednotenie emisných faktorov pre rôzne činnosti pri ťažbe
1.B.2.a.iv Rafinácia ropy	CH ₄ , N ₂ O	Nové emisné faktory, CH ₄ a N ₂ O neboli reportované. Emisie z CO ₂ sa reportujú v rámci procesu výroby v rafinérii a sú pokryté EU ETS.
1.B.2.a.vii Opustené ropné vrty	CH ₄	Nová emisná kategória na reportovanie
1.B.2.b.ii Ťažba zemného plynu	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Zjednotené samostatné emisné faktory pre úniky a spaľovanie
1.B.2.b.iii Spracovanie zemného plynu	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Zjednotené emisné faktory pre úniky, spaľovanie a nové rozdelenie podľa technológií spracovania
1.B.2.b.v Distribúcia zemného plynu	CO ₂ , CH ₄	Pracuje sa na novej národnej metodike na úrovni tier 3. Predstavená má byť v priebehu roka 2024
1.B.2.b.vi Úniky za meračom zemného plynu (konečné miesto spotreby)	CO ₂ , CH ₄	Nová kategória predstavená v 2019 IPCC Refinement
1.B.2.b.vii Iné	CO ₂ , CH ₄	Dôjde k mimoriadne vysokému nárastu emisií z tejto kategórie
1.B.2.b.viii Opustené vrty zemného plynu	CH ₄	Nová emisná kategória na reportovanie

Tabuľka 3. Prehľad kategórií a zmien v inventúre IPPU po prechode na 2019 IPCC Refinement.

Table 3. List of categories and changes in IPPU inventory applying the 2019 IPCC Refinement.

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa 2019 IPCC Refinement
2.B.2 Výroba kyseliny dusičnej	N ₂ O	Zmena emisného faktoru pre atmosférickú prevádzku
2.B.10 Výroba vodíka	CO ₂	Re-alokácia emisií do energetického sektoru
2.C.1 Výroba železa a ocele	CH ₄	Použitie metodiky tier 1 pre emisie z aglomerácie a výroby koksu
2.C.1 Výroba železa a ocele	N ₂ O	Reportovanie nového plynu
2.C.3 Výroba hliníka	PFC	Zmena emisných faktorov pre tier 2 pre vysokonapäťový anódový efekt; nová metodika pre nízkonapäťový anódový efekt – použitie tier 1
2.F.1 Chladenie a klimatizácie	HFC + PFC	Zmena v re-alokácii výrobkov vo vnorených pod-kategóriách

V kategórii 3.B Hnojný manažment došlo k zmenám v parametre miera konverzie metánu (MCF faktor). Tento faktor bol vybraný na základe analýzy klimatických dát za posledných 30 rokov. Zmena ovplyvnila celý časový rad emisií v dôležitých kategóriách hospodárskych zvierat, najmä u 3.B.1.1 (hovädzí dobytok) a 3.B.1.3 (ošpané). Počas chovu týchto zvierat vzniká veľké množstvo hnojovice a počas jej skladovania sa uvoľňuje viac metánu v porovnaní s inými živočíšnymi druhmi. Parameter MCF pre skladovanie hnoja a hnojovice sa zvýšil z $10 \pm 5\%$ na $20 \pm 5\%$.

Množstvo generovaného metánu je závislé od systému hospodárenia s hnojom. Kvapalnú systémy sú citlivé na zmenu teploty. 2019 IPCC Refinement priniesol inovovaný prístup tier 1 pri neklúčových kategóriách emisií 3.B.1.4.a (kozy) a 3.B.1.4.b (kone), kde bolo potrebné odhadnúť celkovú ročnú produkciu prchavých látok z hnoja VS. Počas bilancie emisií s pôvodnou metodikou IPCC z roku 2006 sa používali iné emisné faktory, na ktorých základe sa odhadli emisie metánu. Pre kategóriu 3.B.1.4.c (hydina) bol implementovaný prístup na úrovni tier 2. Na základe údajov možno konštatovať, že nárast emisií CH₄ v kategórii 3.B je v posledných desiatich rokoch na úrovni 26 až 50 %.

V kategórii 3.B.2.5 Nepriame emisie N₂O bol do emisnej inventúry zahrnutý nový zdroj emisií N₂O z vypalovania dusíka zo systémov skladovania hnoja a hnojovice (FracLeach). Predvolené hodnoty parametrov pre rôzne systémy hnoja a pre jednotlivé kategórie hospodárskych zvierat boli zavedené v 2019 IPCC Refinement a boli použité pri výpočte emisií oxidu dusného. V kategórii 3.D Poľnohospodárske pôdy boli revidované emisie na základe zmeny emisných faktorov. Zvolené emisné faktory pre chladné a suché klimatické pásmo boli vybrané na základe analýzy Slovenských klimatických dát za posledných 30 rokov podobne ako pri emisiách metánu z hnojného manažmentu. Táto revízia emisných faktorov viedla k zníženiu emisií oxidu dusného na jednotku hnojiva. Emisné faktory pre aplikáciu organických hnojív klesli takmer o 40 %. Emisné faktory pre pastvu dokonca klesli až o 80 %. Tieto zmeny mali významný vplyv na celkovú redukciu emisií z tohto sektora.

4.1.4 Porovnanie emisií skleníkových plynov za sektor Využívanie krajiny a zmeny vo využívaní krajiny a lesníctvo pod skratkou LULUCF (CRF 4)

Na základe inventúry emisií GHGs podanej do UNFCCC v roku 2023 vykázalo Slovensko v roku 2021 celkové záchyty v sektore LULUCF na úrovni takmer 7 658 Gg CO₂ ekv., teda viac než 18 % z celkových emisií. Historicky najnižšie záchyty CO₂ v sektore LULUCF boli zaznamenané v roku 2005, na čom sa výrazne podieľala kategória obhospodarovania lesov, v dôsledku veľkej vetrovej kalamity vo Vysokých Tatrách. Vo všeobecnosti však lesy, orná pôda a pasienky na Slovensku svojimi záchytmi kompenzujú výrazne vyšší podiel emisií CO₂ na HDP, ako je priemer EÚ.

Analýzou zmien v reportovaní skleníkových plynov v kategórii 4.A Lesy pri použití revidovaných metodických postupov a odporúčaní uvedených v 2019 IPCC Refinement bolo zistené, že aktuálne neexistujú zmeny v metodikách kvantifikácie emisií/záchytov skleníkových plynov, ktoré je

možné zapracovať do inventúry sektora LULUCF v kategórii 4.A Lesy. Potvrďuje to skutočnosť, že štruktúra podkategórií 4.A.1 Lesy zostávajúce lesmi a 4.A.2 Krajina konvertovaná na lesy zostala nezmenená a tiež, že neboli zmenené kategórie uhlíkových zásob. Taktiež neboli v rámci kategórie 4.A Lesy žiadne skleníkové plyny pridané, redukované, ani zmenené. Tiež sa nezmenila metodika na stanovenie CO₂ a ani non-CO₂ emisií skleníkových plynov (CH₄ a N₂O) vznikajúcich pri spaľovaní biomasy (zvyškov po ťažbe dreva) a pri lesných požiaroch.

Určitou zmenou v novom systéme tabuliek, ktorá síce nie je priamo uvedená v príručke 2019 IPCC Refinement, je prechod na vyšší metodický prístup (najmä tier 3), ktorý je významne uľahčený zavedením georeferencovaného systému sledovania zmien vo využívaní krajiny. Sektor LULUCF implementuje nové GWP pod AR5, tým pádom sa významne zmenia reportované emisie N₂O.

4.1.5 Porovnanie emisií skleníkových plynov za sektor Odpady – odpadové vody (CRF 5.D)

Emisie sa stanovujú v jednotlivých sektoroch podľa jednotnej klasifikácie Medzivládneho panela pre zmenu klímy (ďalej „IPCC“), pričom v rámci sektora odpadov sa bilancuje aj príspevkov odpadových vôd na celkovú bilanciu emisií skleníkových plynov. Je možné konštatovať, že emisie skleníkových plynov v sektore odpadových vôd predstavujú približne 1–2 % emisií z celkovej slovenskej bilancie. Dominantným skleníkovým plynom z odpadových vôd je metán, pričom až 90 % emisií metánu (a únikov do atmosféry) predstavujú septiky, resp. žumpy. Práve eliminácia používania žump (prípadne aj septikov) a napojenie obyvateľov Slovenska na centralizované systémy odkanalizovania a čistenia odpadových vôd predstavuje hlavný potenciál pre znížovanie produkcie skleníkových plynov (hlavne metánu) do blízkej budúcnosti.

Podobne ako v predchádzajúcich verziách výpočtových postupov aj v 2019 IPCC Guidelines sú jednotlivé kapitoly rozdelené na dve hlavné oblasti výpočtu:

- Emisie metánu z odpadových vôd
- Emisie oxidu dusného z odpadových vôd

príčom v rámci oboch výpočtových postupov sa samostatne realizujú výpočty pre:

- Odpadové vody z domácnosti
- Odpadové vody priemyslu

V oblasti tvorby emisií metánu a oxidu dusného nenastanú v kategórii odpadové vody veľmi významné zmeny ani pri metáne, ani pri oxide dusnom. Mierne zmeny (približne $\pm 10\%$) nastanú v dôsledku detailnejších výpočtov, presnejších emisných faktorov pre tvorbu týchto plynov v prostredí odpadových vôd. Tieto zmeny sú dôsledkom detailnejšieho popisu procesu tvorby metánu a oxidu dusného vo vypúšťaných odpadových vodách, čistených aj nečistených do vodných útvarov.

Možno konštatovať, že zmeny, ktoré je potrebné vykonať pre aplikovanie postupov opísaných v 2019 IPCC Refinement, sa dajú realizovať v časovom horizonte projektu bez získavania/dohľadávania dodatočných údajov. Ďalšie zmeny sú popísané v Tab. 4.

Tabuľka 4. Prehľad kategórií a zmien v inventúre odpadovej vody po prechode na 2019 IPCC Refinement.

Table 4. List of categories and changes in Wastewater inventory applying the 2019 IPCC Refinement.

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa 2019 IPCC Refinement
5.D.1 Odpadové vody z domácností	CH ₄	Pokles emisií bude spôsobený zmenou výpočtu celkového organického odpadu (zmena parametrov a emisných faktorov). Aplikácie novej metodiky pre emisie z odvádzania vôd do vodných útvarov. Je k dispozícii historický rad potrebných údajov od roku 1990.
5.D.1 Odpadové vody z domácností	N ₂ O	Zvýšenie emisií spôsobené zahrnutím nových emisných faktorov do výpočtu. Aplikácie novej metodiky pre emisie z odvádzania vôd do vodných útvarov. Od roku 2010 sú exaktné merania dusíka v odpadových vodách k dispozícii.
5.D.2 Odpadové vody z priemyslu	CH ₄	Zvýšenie emisií spôsobené zahrnutím nových emisných faktorov do výpočtu. Aplikácie novej metodiky pre emisie z odvádzania vôd do vodných útvarov. Je k dispozícii historický rad potrebných údajov od roku 1990.
5.D.2 Odpadové vody z priemyslu	N ₂ O	Zvýšenie emisií spôsobené zahrnutím nových emisných faktorov do výpočtu. Aplikácie novej metodiky pre emisie z odvádzania vôd do vodných útvarov. Od roku 2010 sú exaktné merania dusíka v odpadových vodách k dispozícii.

4.2 Databázový systém MESAP

Databázový systém vyvinutý pod názvom MESAP v roku 2001 bol v roku 2020 upgradovaný a momentálne je na trhu jeho 3. generácia. Táto ide v kontexte Cloudového systému a architektúry spolu so silným a flexibilným dátovým modelom. Softvér MESAP dodáva nemecká spoločnosť *Sevenzone*.

Je to databázový systém s multidimenzionálnym dátovým úložiskom. Pracuje na klient/server princípe podobne ako NEIS, a tým umožňuje prácu s dátami z akéhokoľvek miesta bez nutnosti kopírovania dát. Sú podporované tri databázové platformy: MS Access, MS SQL, Oracle.

Systém konvertuje vstupy do potrebných a predpísaných foriem (jednotiek). Výpočty je možné zadefinovať a ukladať ako databázové objekty. Systém popri kalkulácii emisií počíta aj ich neurčitosti. Po nastavení úrovne kontroly systém robí automatické QA/QC kontroly. Systém archivuje všetky vstupy (aj nečíselné) a logicky ich spája podľa potreby (zdroje EF, literatúra a pod.).

Na základe vstupných údajov MESAP spracúva údaje z nasledujúcich sektorov:

- Energetika
- Doprava

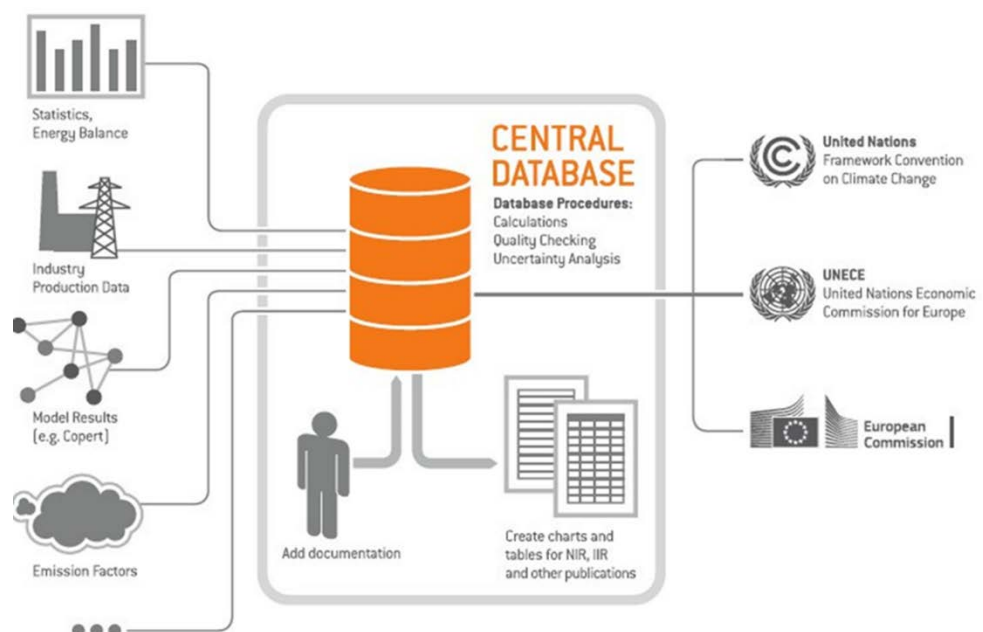
- Priemyselné procesy
- Poľnohospodárstvo
- Malé spaľovacie zariadenia
- Odpady

Systém okrem emisných inventúr vie spracovať aj projekcie a rôzne scenáre a slúži aj na analýzu energetických tokov, procesu inventarizácie a reportovania (podávania správ) emisných inventúr znečisťujúcich látok a skleníkových plynov. Jedná sa o reportovania do medzinárodných organizácií (OSN, EHK OSN, IEA, OECD, EUROSTAT) a do Európskych štruktúr (DG CLimate Action, DG Environment), ako aj v rámci národného toku informácií pre relevantné ministerstvá, organizácie a odbornú a laickú verejnosť. Súčasťou sú reporty pod ePRTR (IPKZ), reportovanie veľkých bodových zdrojov, zariadení na spracovanie odpadov a ako trhový systém pre predajcov elektriny a reportovanie elektrární a prevádzkovateľov sietí (Obr. 1).

Softvér MESAP po jeho plnej implementácii bude obsahovať minimálne 30 rôznych plynov vrátane emisií skleníkových plynov a emisií znečisťujúcich látok z 5 sektorov podľa IPCC nomenklatúry od roku 1990 po rok X-2 (do roku 2022 celkovo 31 rokov emisných inventúr).

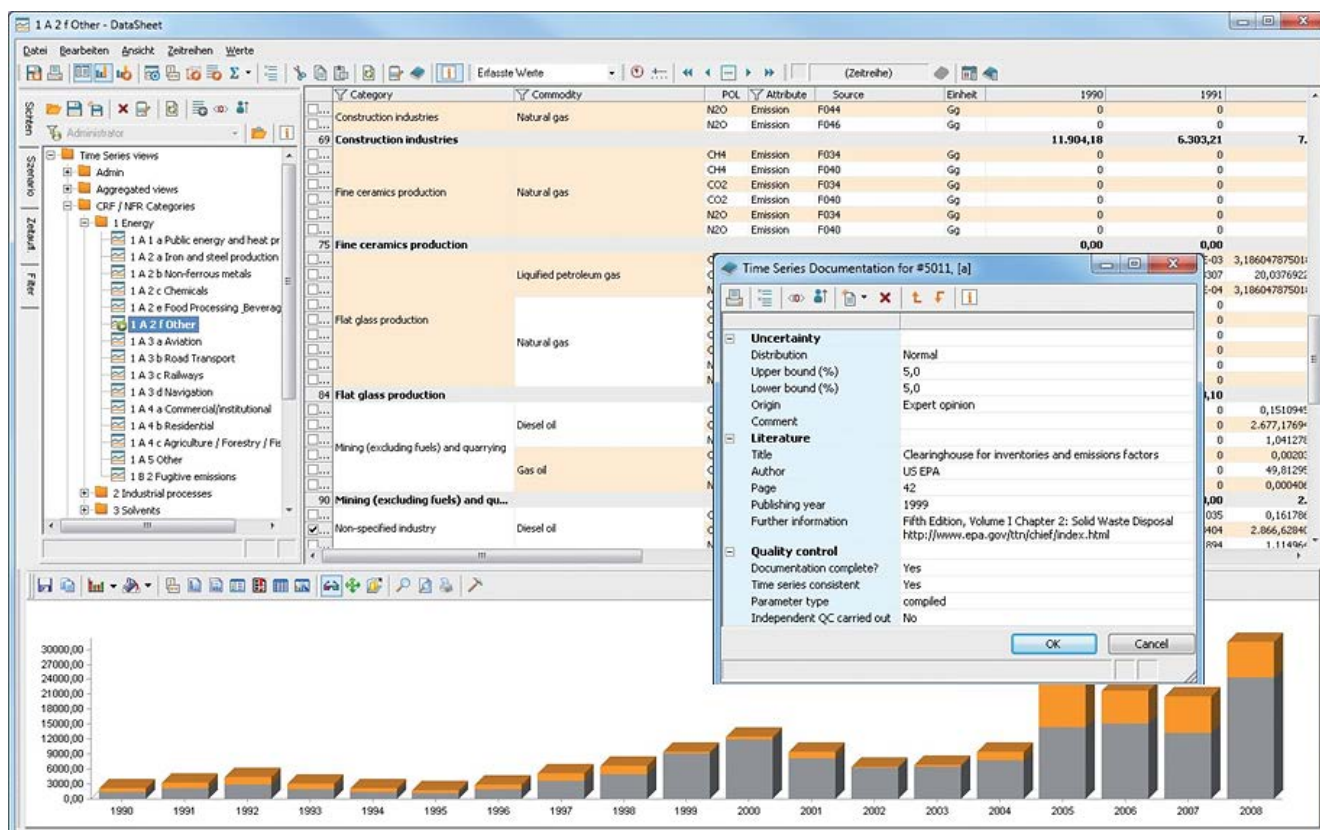
Obrázok 1. Základná schéma fungovania databázového systému MESAP.

Figure 1. Basic function scheme of database system MESAP.



Obrázok 2. Ukážka pracovného prostredia softvéru MESAP pri tvorbe časových radov.

Figure 2. Example of working environment of MESAP Software in time series.



V rámci prípravy emisných inventúr softvér spracováva nasledovné procesy, ktoré sa predtým spracovávali individuálne v rôznych programových prostrediach (Obr. 2):

1. **Vkladanie údajov:** Údaje je možné zadávať manuálne, alebo automaticky. Všetky zhromaždené hodnoty sú automaticky označené dátumom zmeny, používateľom a zdrojom. Vymazané alebo upravené hodnoty sú zobrazené v histórii.
2. **Spravovanie dát:** Informácie sa dajú prispôsobiť kvôli rýchlejšiemu pochopeniu a prístupu, používajú sa viaceré zdroje (CRF, NFR, SNAP) na správu a analýzu údajov. Riešenie je možné jednoducho upraviť tak, aby podporovalo nové alebo upravené formáty. Práca na emisných inventúrach je bezpečná a flexibilná, je možné vytvárať, upravovať a vymazávať body podľa príslušných prístupových práv. Ak je potrebné, údaje môžu byť sprístupnené iným oddeleniam alebo externým expertom.
3. **Kalkulácie:** Emisie sú počítané automaticky, od jednoduchých výpočtov až po zložitejšie výpočty počítané pomocou špeciálneho výpočtového nástroja so štandardnými matematickými a štatistickými funkciami. Výpočty sú prispôbené pre metódy Tier 1 a 2 na výpočet neistoty pomocou simulácie Monte Carlo.

4. **Validácie (QA/QC):** Údaje je možné overiť pomocou integrovaných kontrol s definovanými kritériami, štandardami a úrovňou kvality podľa požiadaviek krajiny. Celú databázu je možné skontrolovať podľa vybraných kritérií, napríklad agregované údaje nie sú vyššie ako celkové hodnoty
5. **Analýza kľúčových zdrojov:** Na základe výpočtu emisií a neistoty sa môže vykonať analýza kľúčových kategórií podľa príručky IPCC 2006, výsledky sa exportujú ako súbory csv.
6. **Analýza neurčitosti:** Tento nástroj vypočítava neistotu podľa príručky IPCC 2006. Pomocou metódy Prístup 1 agreguje neistoty časových radov emisií pomocou jednoduchého agregáčného vzorca. Pomocou metódy Prístup 2 vypočíta neistotu kategórie vykonaním simulácie Monte-Carlo, ktorá získa všetky príslušné neistoty aktivity a emisných faktorov.
7. **Tvorba reportov a prevodník:** Analýza údajov, vytvorenie správy a aktualizácia údajov pre nasledovné cykly predkladania inventúr je možná pomocou pomocného databázového programu. Údaje sú validované, aktuálne a platné, obsahujú hodnoty priamo prepojené s databázou. Tieto zostavy je možné použiť na generovanie všetkých správ, analýzu kľúčových kategórií alebo na vytváranie grafov a tabuliek pre textové správy.

5 VÝSLEDKY A ZÁVER

Celkové antropogénne emisie skleníkových plynov Slovenskej republiky reportované pod UNFCCC k 15. aprílu 2023 za rok 2021 dosiahli 41 226 Gg CO₂ ekvivalentov bez započítania záchytov zo sektoru LULUCF a bez započítania nepriamych emisií z priemyselných rozpúšťadiel a poľnohospodárstva. Reportované emisie skleníkových plynov v celom časovom rade boli stanovené podľa 2006 IPCC Guidelines a nereflektovali zmeny v metodických príručkách a kategóriách. Práve reflektovanie zmien a nových metodických postupov na základe 2019 IPCC Refinement bolo náplňou projektu EMISIE. Zároveň bolo potrebné overiť predbežnú analýzu Európskej komisie, ktorá identifikovala, že až 25 % všetkých emisií skleníkových plynov bude ovplyvnených zmenami pri prechode na nový Parížsky režim.

Porovnaním výsledkov sme zistili, že zatiaľ, čo v roku 1990 bolo ovplyvnené zmenami približne 5,4 % všetkých emisií skleníkových plynov, v roku 2021 to bolo až 12,6 %. Napriek tomu, že množstvo zmenených emisií skleníkových plynov je vysoké hlavne v roku 2021 (alebo v posledných 10 rokoch), sa však nepotvrdila predbežná vysoká hodnota emisií v ohrození, určená v analýze Európskej komisie (25 %).

Nové emisné inventúry boli vyhodnotené po jednotlivých sektoroch a významných kategóriách a celkovo sa zistilo, že najvýznamnejšie zmeny nastali v kategórii fugitívnych emisií metánu a N₂O z baní, zemného plynu a ropy (1.B), v sektore poľnohospodárstvo (3) a emisiách metánu a N₂O v kategórii odpadové vody (5.D). Ostatné sektory a kategórie neboli významnejšie ovplyvnené. Detailnejšie sa jednotlivým sektorom a kategóriám venujú nasledujúce kapitoly.

5.1 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore Spaľovanie palív v stacionárnych zdrojoch (CRF 1.A.1, 1.A.2, 1.A.4, 1.A.5)

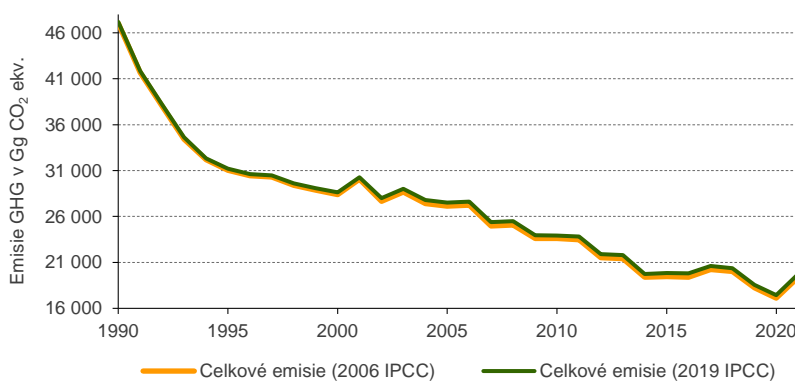
Významnou zmenou v procese inventarizácie emisií skleníkových plynov je využitie nových koeficientov globálneho otepľovania. GWP je meradlom toho, koľko tepla v atmosfére zachytí skleníkový plyn v určitom časovom horizonte vo vzťahu ku CO₂ (CO₂ má GWP hodnotu 1). V piatej hodnotiacej správe IPCC (AR5) bola hodnota GWP pre CH₄ zvýšená na 28 a pre N₂O klesla na 265. Využitie nových hodnôt GWP neovplyvní samotnú bilanciu plynov CH₄ a N₂O, ale nutne dôjde k zmene celkových emisií skleníkových plynov. Porovnanie určenia emisií CH₄ a N₂O pre jednotlivé kategórie stacionárneho spaľovania v jednotkách ekvivalentov emisií CO₂ (CO₂ ekv.) je uvedené na Obr. 3.

5.2 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore Doprava (CRF 1.A.3)

Zdrojom zmeny v inventarizácii emisií skleníkových plynov v sektore Doprava je zmena koeficientov globálneho otepľovania GWP. Metodické postupy v tomto sektore neprešli revíziou, a teda rozdiel v emisiách na Obr. 4 spôsobuje len rozdiel v koeficientoch GWP (AR4 verzus AR5). Tieto sa menili pre emisie CH₄ a N₂O (Tab. 1), ktoré nie sú v tomto sektore významné a rozdiel medzi inventúrami je preto minimálny, a to na úrovni -0,1 %. Vzhľadom na pokles GWP pre emisie N₂O došlo v konečnom dôsledku k miernemu poklesu celkových emisií skleníkových plynov vyjadrených v CO₂ ekvivalentoch.

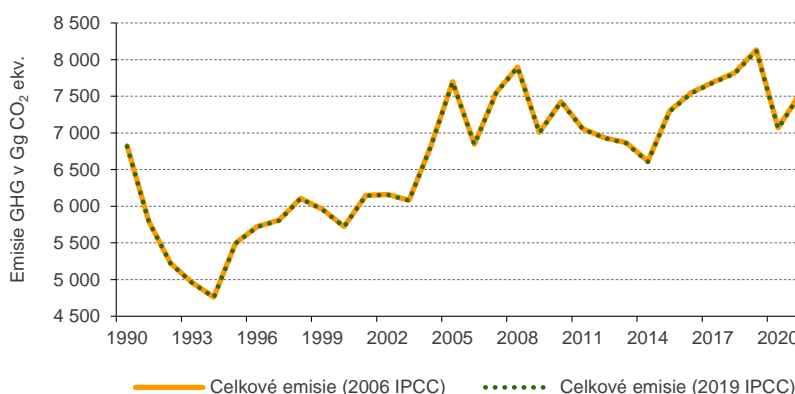
Obrázok 3.
Porovnanie celkových emisií v sektore Energetika, stacionárne spaľovanie palív podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines a 2019 IPCC Refinement.

Figure 3.
Comparison of total GHG emissions in Energy sector, stationary combustion of fuels according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



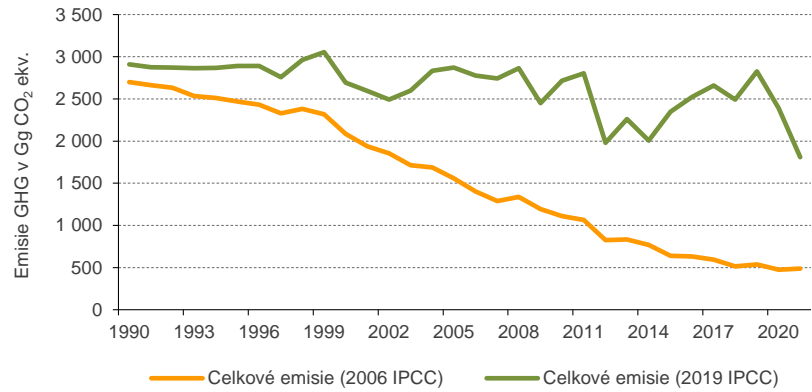
Obrázok 4.
Porovnanie celkových emisií v sektore Doprava podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines a 2019 IPCC Refinement.

Figure 4.
Comparison of total GHG emissions in Transport sector according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



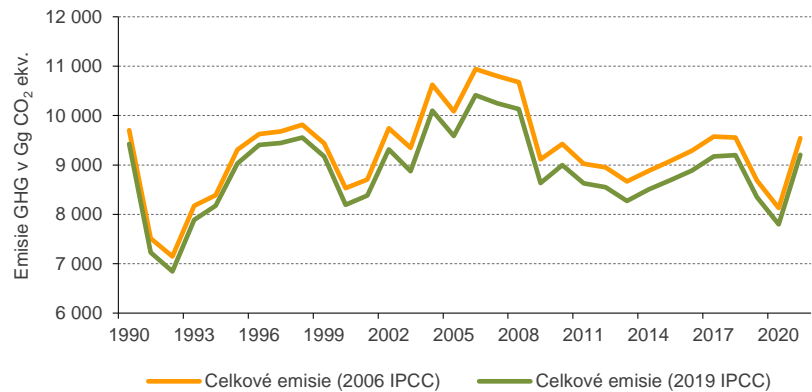
Obrázok 5.
Porovnanie celkových emisií
v sektore Fugitívnych emisií podľa
metodiky 2006 IPCC Guidelines
a 2019 IPCC Refinement.

Figure 5. Comparison of total GHG emissions in Fugitive emissions according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



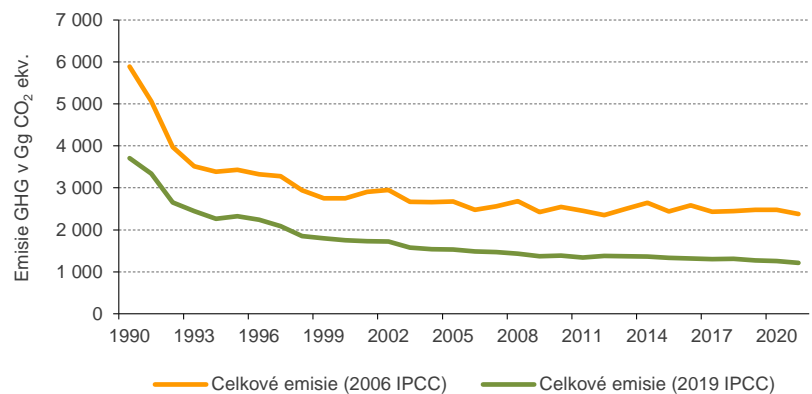
Obrázok 6.
Porovnanie celkových emisií
v sektore IPPU podľa metodiky
2006 IPCC Guidelines
a 2019 IPCC Refinement.

Figure 6. Comparison of total GHG emissions in IPPU sector according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



Obrázok 7.
Porovnanie celkových emisií
v sektore Poľnohospodárstvo podľa
metodiky 2006 IPCC Guidelines
a 2019 IPCC Refinement.

Figure 7. Comparison of total GHG emissions in Agricultural sector according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



5.3 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore Fugitívne emisie (CRF 1.B)

Emisie sektora fugitívnych emisií sú výrazne ovplyvnené zmenami v emisných faktorov jednotlivých kategórií a zavedením nových kategórií. V tomto sektore nedochádza k mernej zmene, ale pravdepodobne ide o najvýraznejšiu zmenu naprieč všetkými sektormi, keď sa nárast emisií pohybuje od 7,8% v roku 1990 až po 428,0% v roku 2019. Fugitívne emisie tvoria najmä emisie metánu, pričom tento sektor bol pred implementáciou tretím najvýznamnejším zdrojom emisií metánu v celej inventúre. Zmeny a porovnania za celý sektor fugitívnych emisií sú zosumarizované na Obr. 5.

5.4 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore IPPU (CRF 2)

Emisie CO₂ sú ovplyvnené len vylúčením výroby vodíka zo sektora IPPU. Emisie ostatných plynov sú ovplyvnené me-

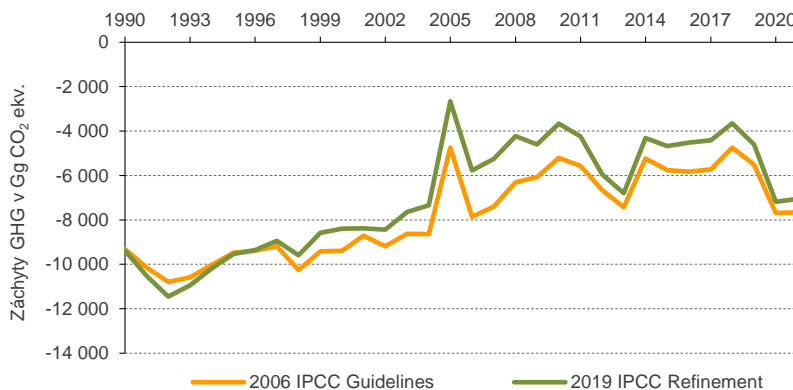
todickými zmenami v kategóriách výroby kyseliny dusičnej, výroby železa a ocele a výroby hliníka, ako aj zmenami GWP dotknutých plynov. Zmeny a porovnania za celý sektor IPPU sú zosumarizované na Obr. 6.

5.5 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore Poľnohospodárstvo (CRF 3)

Na základe implementácie postupov z 2019 IPCC Refinement sú celkové antropogénne emisie skleníkových plynov Slovenskej republiky v sektore poľnohospodárstvo za rok 2021 na úrovni 1 885,08 Gg CO₂ ekv. Vypočítaná hodnota je o 21% nižšia ako pri použití metodiky 2006 IPCC GL. Hlavné dôvody poklesu sú spôsobené najmä rekalkuláciou v kategórii 3.D Poľnohospodárske pôdy a dané sú zmenou hodnôt emisných faktorov, ktoré sú nižšie v porovnaní s predošlou verziou IPCC 2006 GL. Zmeny a porovnania za celý sektor Poľnohospodárstvo sú zosumarizované na Obr. 7.

Obrázok 8.
Porovnanie celkových záchytov v sektore LULUCF podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines a 2019 IPCC Refinement.

Figure 8.
Comparison of total GHG emissions in LULUCF sector according to the 2006 IPCC Guidelines and 2019 IPCC Refinement.



5.6 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore LULUCF (CRF 4)

Príprava emisných inventúr skleníkových plynov na základe nových metodických postupov daných v 2019 IPCC Refinement metodických príručkách spočívala hlavne v dôkladnej analýze a preštudovaní uvedenej metodickej príručky a v aplikácii identifikovaných metodických zmien. V rámci emisnej inventúry skleníkových plynov v sektore LULUCF neboli žiadne skleníkové plyny pridané, redukované alebo zmenené. Naďalej sa bilancujú emisie oxidu uhličitého - CO₂, metánu - CH₄ a oxidu dusného N₂O. V kategórii Lesy nebola revidovaná metodika pre stanovenie zmien v zásobách uhlíka v biomase (biomass), nadzemnej (aboveground), podzemnej (belowground) a ani v odumretej organickej hmote (dead organic matter), ktorá zahŕňa odumreté drevo (dead wood) a opad (litter). Taktiež sa nezmenila metodika na stanovenie CO₂, ani tzv. „non-CO₂“ emisií skleníkových plynov, a to metánu a oxidu dusného, ktoré vznikajú pri spaľovaní biomasy, teda zvyškov po ťažbe dreva a pri lesných požiaroch (okrem meny GWP).

Použitím rôznych GWP stúpli CH₄ emisie v roku 2021 v kategórii 4.A Lesy zo 17,67 na 19,80 Gg CO₂ ekv. a klesli emisie N₂O z 11,65 na 10,36 Gg CO₂ ekv.

Zaujímavou skutočnosťou je významný pokles záchytov v kategórii 4.B Orná pôda, a to pôdou, nakoľko záchyty biomasou ostávajú nezmenené. Napriek pomerne malým zmenám faktorov relatívnej zmeny zásob pre využitie pôdy a faktorov zmeny zásob pre režim riadenia obhospodarovania podľa 2019 IPCC Refinement, ako aj pre ročné plodiny, tak aj pre viacročné nastáva cca 35 % redukcia záchytov skleníkových plynov v pôdach. Vyplýva to najmä z veľkej výmery orných pôd, ktorá sa prejaví takto na celkovej bilancii záchytov a emisií GHG na ornej pôde a trvalých kultúrach.

Porovnanie záchytov skleníkových plynov v kategórii 4.C trávne porasty hodnotené podľa metodiky 2006 IPCC GL a 2019 IPCC Refinement je bez zmien, nakoľko nedošlo k zmenám v novej metodike. Pri emisiách N₂O (Gg) došlo k zmene v metodike koeficientu GWP, ktorý bol znížený v AR5 z hodnoty 298 na 265. V sektore 4.C trávne porasty sa vykazuje N₂O (Gg), avšak jeho hodnota je marginálna v celkovom hodnotení. Pri prepočte na emisný ekvivalent došlo k miernej korekcii v sledovanom časovom rade od roku 1990 až 2021.

V sektore LULUCF stúpli CH₄ emisie zo 17,67 na 19,80 Gg CO₂ ekv. a klesli emisie N₂O z 36,05 Gg CO₂ ekv. na 32,06 Gg CO₂ ekv. (Obr. 8).

5.7 Emisná inventúra skleníkových plynov v sektore Odpadové vody (CRF 5.D)

Výsledkom analýzy v sektore odpadových vôd bolo potvrdenie, že v oblasti tvorby emisií metánu a oxidu dusného nenastanú veľmi významné zmeny v metodike. Mierne zmeny emisií metánu (cca ± 10 %) nastanú v dôsledku detailnejších výpočtov, presnejších emisných faktorov pre tvorbu týchto plynov v prostredí odpadových vôd.

Možno významnejšou zmenou je zvýšenie vypočítanej produkcie N₂O v dôsledku zavedenia nových emisných faktorov pre procesy odstraňovania dusíka na čistiarnach odpadových vôd. Tieto zmeny sú dôsledkom detailnejšieho popisu procesu tvorby metánu a oxidu dusného vo vypúšťaných odpadových vodách, čistených aj nečistených, do vodných útvarov.

Možno konštatovať, že zmeny, ktoré je potrebné vykonať pre aplikovanie postupov opísaných v 2019 IPCC Refinement, sa dajú realizovať v časovom horizonte projektu bez získavania/dohľadávania dodatočných údajov. Zmeny a porovnania za celý sektor Odpadové vody sú zosumarizované na Obr. 9.

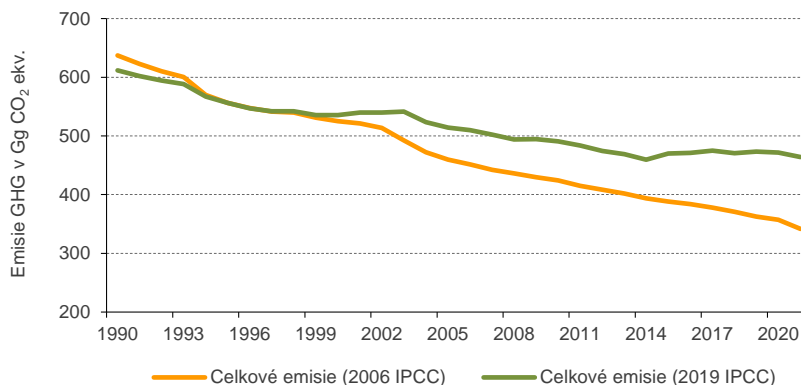
5.8 Emisná inventúra skleníkových plynov podľa 2019 IPCC Refinement

Projekt EMISIE priniesol očakávané inovácie a zlepšenia do procesu inventarizácie emisií skleníkových plynov, ktoré sa naplno prejaví pri príprave prvej BTR správy k 31. decembru 2024. Implementáciou nových metodických príručiek a softvérového produktu MESAP dôjde k:

- Plnej harmonizácii vstupných údajov od rôznych zainteresovaných expertov, ich validácii a uložení do jedného centrálného databázového systému vytvoreného priamo na mieru daným softvérom, priame použitie do výpočtov, žiadne posielanie údajov mailom alebo prenos na USB zariadeniach, odbúranie možnosti straty údajov, vymazanie, zmeny budú evidované a zapísané v softvéri.

Obrázok 9.
Porovnanie celkových emisií
v sektore Odpadové vody podľa
metodiky 2006 IPCC Guidelines
a 2019 IPCC Refinement.

Figure 9.
 Comparison of total GHG emissions
 in Wastewater category according
 to the 2006 IPCC Guidelines and
 2019 IPCC Refinement.



- Plnej automatizácii výpočtov a spracovaniu (zautomatizované kontroly softvéru obmedzia prípadnú chybovosť), dodržaniu správnej politiky spracovania big data, výpočty budú prebiehať na centrálnych PC, nebude potrebné špeciálne IT vybavenie každého experta, ale každý si bude môcť spracovať údaje na centrálnom PC a výsledky si stiahnuť k sebe do vlastného počítača.
- Zvýšeniu stupňa ochrany údajov, ich zálohovanie (viacnásobné) a archivácia, čo je aj jedna z podmienok pre vedenie národných systémov (práca s citlivými údajmi).
- Zvýšeniu stupňa automatizácie výstupov podľa požadovaných formátov, odpadne množstvo administratívne náročnej práce pri kopírovaní a vytváraní rôznych reportov z databázových údajov.
- Odbúraníu nedostatku odborných kapacít, riešiteľských hodín a možnosť venovať sa viac kvalite, vede a výskumu, ako aj realizácii ďalších povinností v zmysle reportovania údajov o zmene klímy za Slovenskú republiku.

Z analýzy uvedenej aj na Obr. 10 vyplýva, že celkové zmeny emisií skleníkových plynov boli najvýznamnejšie

v sektorech fugitívne emisie, poľnohospodárstvo a odpadové vody. Celkovo emisie poklesli v roku 1990 o 4 %, najviac však v sektore poľnohospodárstvo (37 %), v roku 2021 emisie skleníkových plynov celkovo vzrástli o 4 %, najviac v sektore fugitívne emisie (skoro štvornásobne).

6 LITERATÚRA

- [1] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/> [citované 2023-7-6].
- [2] 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html> [citované 2023-7-6].
- [3] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emissioninventory-guidebook> [citované 2023-7-6].
- [4] IPCC Fifth Assessment Report, 2014, <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>.
- [5] IPCC Fourth Assessment Report, 2007, <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>.

Obrázok 10. Porovnanie celkových emisií skleníkových plynov podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines (A) a 2019 IPCC Refinement (B).

Figure 10. Comparison of total GHG emissions according to the 2006 IPCC Guidelines (A) and 2019 IPCC Refinement (B).

