

**RADA VLÁDY SR
PRE EURÓPSKU ZELENÚ DOHODU**



PRACOVNÁ SKUPINA PRE DOPRAVU

16. AUGUSTA 2022

**PROJEKCIE EMISIÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNOV
Z CESTNEJ DOPRAVY A Z NICH VYPLÝVAJÚCI NÁVRH NA
SEKTOROVÝ CIEĽ V SEKTORE DOPRAVA PRE BUDÚCI ZÁKON O
ZMENE KLÍMY A NÍZKOUHLÍKOVÚ TRANSFORMÁCIU**

Ján Horváth^{1,2}

**Slovenský hydrometeorologický ústav¹
Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene²**



**ODBOR EMISIE
A BIOPALIVÁ**

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. VSTUPNÉ PARAMETRE	4
2.1 Historické údaje vstupných parametrov	4
2.2 Projekcie vstupných údajov a parametrov.....	5
3. POLITIKY, OPATRENIA A SCENÁRE.....	12
3.1 Scenár WEM.....	13
3.2 Scenár WAM.....	15
4. METODIKA A POUŽITÝ MODEL	21
5. VÝSTUPY A ZÁVER	22
Zdroje a literatúra	25

1. ÚVOD

Kategória Doprava (1.A.3) pozostáva z nasledujúcich podkategórií:

- 1.A.3.a Letecká doprava
- 1.A.3.b Cestná doprava
- 1.A.3.c Železničná doprava
- 1.A.3.d Vodná doprava
- 1.A.3.e Iný druh dopravy (napr. potrubná doprava)

Európska komisia (EK) spolu s vládnyimi orgánmi uznala, že je potrebné prijať naliehavé opatrenia, a svoje úsilie zamerala na zníženie emisií výfukových plynov z cestnej dopravy kombináciou rôznych politík a opatrení. Medzi takéto opatrenia patrí aj stanovenie noriem pre emisie vozidiel a kvalitu paliva, predpisy stanovujúce limity kvality ovzdušia a opatrenia na miestnej úrovni na riadenie dopravy (napr. nízko-emisné zóny, lepšie plánovanie dopravnej infraštruktúry, stimuly do verejnej dopravy).

Východiskom k získaniu kontroly nad emisiami je dôkladné pochopenie súčasnej situácie a pochopenie toho ako sa emisné trendy zmenili z kvantitatívneho pohľadu, ale aj z pohľadu zloženia. Na základe oficiálnych zdrojov je možné pripraviť podrobný, úplný a konzistentný súbor údajov o vozidlách a ich aktivite. Tento súbor je základom pre výpočet čo najpresnejších emisií na národnej úrovni pomocou vysoko pokročilých nástrojov na modelovanie emisií.

Na základe spoľahlivých údajov je možné pripraviť spoľahlivé prognózy (projekcie) emisií s cieľom presne preskúmať vplyv rôznych politík, technologického pokroku a opatrení na budúcu úroveň emisií. Účinnějšíe technológie na zníženie emisií z cestnej dopravy sa teraz môžu navrhovať a implementovať na základe poznatkov získaných z tohto kľúčového prístupu: „Porozumieť minulosti, poznať prítomnosť, predpovedať budúcnosť“. Ponúka sa tu pohľad na stav cestnej dopravy a jej príspevok k emisiám skleníkových plynov a znečisťujúcich látok. Na základe dostupných údajov je možné pripraviť alternatívne scenáre a projekcie. Tieto alternatívy ukazujú, ako je prediktívny proces najlepším komplexným a úplným sprievodcom, pomocou ktorého sú zákonodarcovia, tvorcovia politík a automobilový priemysel schopní robiť informované rozhodnutia, ktoré vedú k najlepším výsledkom v odvetví dopravy a životného prostredia.

Najväčší podiel na emisiách z dopravy má cestná doprava, predovšetkým používanie dieselových nákladných, ale aj osobných vozidiel. Sektor doprava zahŕňa emisie z cestnej dopravy (osobné automobily, ľahké úžitkové vozidlá, ťažké nákladné vozidlá a autobusy, mopedy a motocykle), ako aj emisie z benzínových výparov, oterov pneumatík a brzdových obložení či abrázie ciest. Okrem cestnej dopravy sem patrí aj letecká, železničná, lodná a potrubná doprava (napríklad zemného plynu). Avšak skoro 94 % všetkých emisií vzniká práve v cestnej doprave.

Projekcie pre výpočet záväzného redukčného cieľa sa počítal pre emisie skleníkových plynov z cestnej dopravy (1.A.3.b). Na základe výsledkov projekcií emisií, tak ako je to bližšie popísané v dokumente dole, navrhujeme dodržať zvýšenie o maximálne 29 % v roku 2030 v porovnaní s rokom 2005. Podľa prílohy číslo I v návrhu zákona o zmene klímy tak navrhujeme v bode a) doplniť číselný údaj „29“ a slovo znížiť nahradiť slovom zvýšiť znenie celého bodu c by bolo nasledujúce:

<p>Sektor cestnej dopravy môže do roku 2030 zvýšiť emisie maximálne o 29 % v porovnaní s referenčným rokom 2005. Za tento cieľ sú zodpovedné Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky a Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky .</p>

2. VSTUPNÉ PARAMETRE

2.1 Historické údaje vstupných parametrov

Vstupnými (historickými) údajmi pre kalkuláciu projekcií emisií skleníkových plynov z cestnej dopravy sú databáza IS EVO¹ Dopravného inšpektorátu Prezídia policajnej zboru SR (DI PPZ), databáza STK² Ministerstva dopravy a výstavby SR a prepravné indikátory z CPS+ modelu poskytnuté Inštitútom environmentálnej politiky (IEP MŽP). Dôležitým vstupným zdrojom informácií pri príprave projekcií emisií a IEP MŽP). Dôležitým vstupným zdrojom informácií pri príprave projekcií emisií a vstupných parametrov je [databáza Sybil](#). Túto databázu pripravuje spoločnosť EMISIA³ na základe:

- [Štatistických údajov EUROSTAT-u](#) (národné štatistiky)
- Výstupov z projektov (FLEETS [1], TRAACS [2], NMP projekt [3]) pre všetky krajiny EÚ
- EC Statistical Pocketbooks [4]
- [ACEA](#) (The European Automobile Manufacturers' Association)
- [ACEM](#) (The Motorcycle Industry in Europe)
- [Monitorovacia databáza CO₂ \(prevádzkovaná EEA\)](#)
- [EAFO](#)
- [NGVA EUROPE/NGV GLOBAL](#)
- [UNFCCC reporty](#)
- Vlastné algoritmy prípravy vekovej štruktúry do roku 2050

Dáta v tejto databáze sú postavené na tých istých vstupných parametroch ako je aj Referenčný scenár EÚ [5] pre Slovensko, ktorý bol diskutovaný a predložený v rokoch 2018 – 2019. EÚ Referenčný scenár pre Slovensko bol modelovaný pomocou modelu PRIMES a jeho dopravným modulom REMOVE. Trendy vývoja vozového parku sú teda postavené na rovnakých parametroch a komplexných výpočtoch, pričom berú do úvahy zmeny na trhu a aj dynamický vývoj v tomto sektore. Pre podmienky Slovenska je tento model priamo nepoužiteľný, keďže vyžaduje množstvo detailných dát, ktorými Slovensko nedisponuje.

Použitím trendov z databázy Sybil bol pripravený odhad vývoja vozového parku na základe reálnych dát pre roky 2013 – 2020. Dáta pre tento časový úsek boli získané z IS EVO. Dáta a emisie spred roku 2013, teda obdobie 1990 – 2012, boli zostavené podľa oficiálnych štatistík DI PPZ a historických emisných inventúr.

Ďalším dôležitým faktorom pre výpočet emisií a energetickej potreby je priemerná hodnota ročných najazdov v jednotlivých kategóriách vozidiel a priemerná hodnota celkových najazdených kilometrov vozidiel v jednotlivých kategóriách. Tieto údaje pre historické roky 1990 – 2012 boli prevzaté z emisných inventúr. Následne pre roky 2013 – 2020 boli tieto údaje vypočítané pomocou informácií obsiahnutých v STK. Konkrétne ide o informácie z odometrov o najazdených kilometroch. Pomocou VIN čísla alebo EČV sú dáta párované s údajmi z IS EVO. Presný popis metodiky bol zverejnený v rámci prvej fázy projektu „Zlepšenie alokácie emisií z cestnej dopravy v module AEA a súlad medzi modulmi AEA a PEFA“ [6].

Samotný [model COPERT](#) operuje s 5 kategóriami vozidiel:

- Osobné vozidlá (M1)
- Ľahké úžitkové vozidlá (N1)
- Ťažké úžitkové vozidlá – nákladné autá (N2 a N3)
- Autobusy (M2 a M3)
- L-kategória (L1 až L7)

¹ Informačný systém evidencie vozidiel

² Stanice technickej kontroly vozidiel

³ Spin-off Aristotelovej univerzity v Solúne: <https://www.emisia.com/>

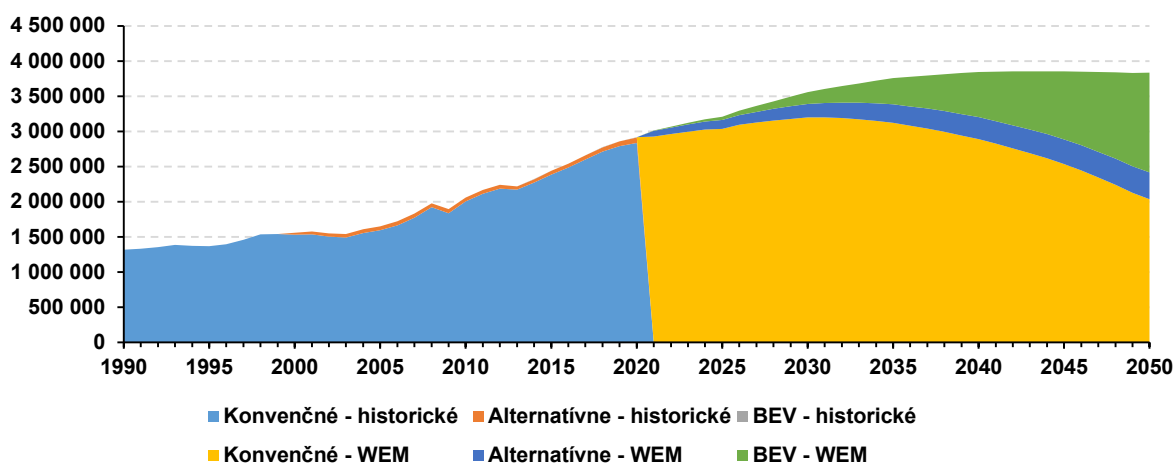
2.2 Projekcie vstupných údajov a parametrov

Odhady pre obdobie 2021 – 2050 boli prebrané priamo z databázy Sybil a následne rozdelené do jednotlivých palivových základní, segmentov (podľa objemu motora alebo váhy vozidla) a emisných štandardov. Model pracuje celkovo až s 620 samostatnými dátovými prúdmi. Počty vozidiel v jednotlivých dátových prúdoch každý rok určuje matica vekového zloženia a „survival rate“ vypočítaný na základe údajov vyššie spomenutých projektov a dát z EUROSTATu.

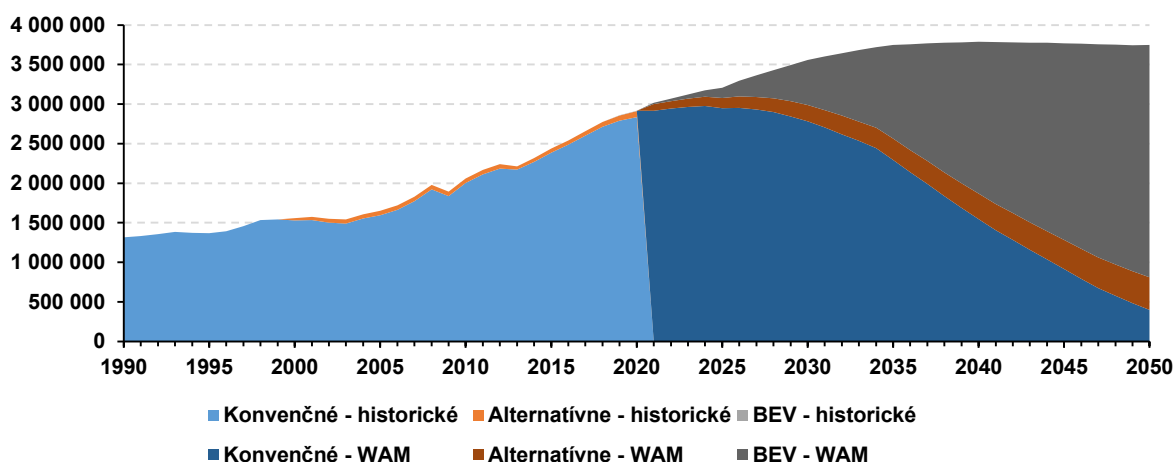
Pohon vozidiel je v modeli podrobne delený a popísaný, ale pre potreby tejto správy sú jednotlivé typy pohonu rozdelené do troch skupín: konvenčný, alternatívny a bezemisný. Konvenčný pohon je nafta a benzín s ich bio-zložkou. Ako o alternatívnom pohone sa v tomto prípade uvažuje o CNG, LPG, LNG, hybridnom (nafta aj benzín) a aj plug-in hybridnom (nafta aj benzín) pohone. Bezemisný pohon (BEV) je zastúpený aktuálne elektrickým a vodíkovým pohonom.

Celkový vývoj vozového parku je možné vidieť na **Obrázku 2.1** (scenár **WEM**) a **Obrázku 2.2** pre (scenár **WAM**).

Obrázok 2.1: Vývoj vozového parku podľa pohonu a prognóza podľa scenára **WEM**



Obrázok 2.2: Vývoj vozového parku podľa pohonu a prognóza podľa scenára **WAM**

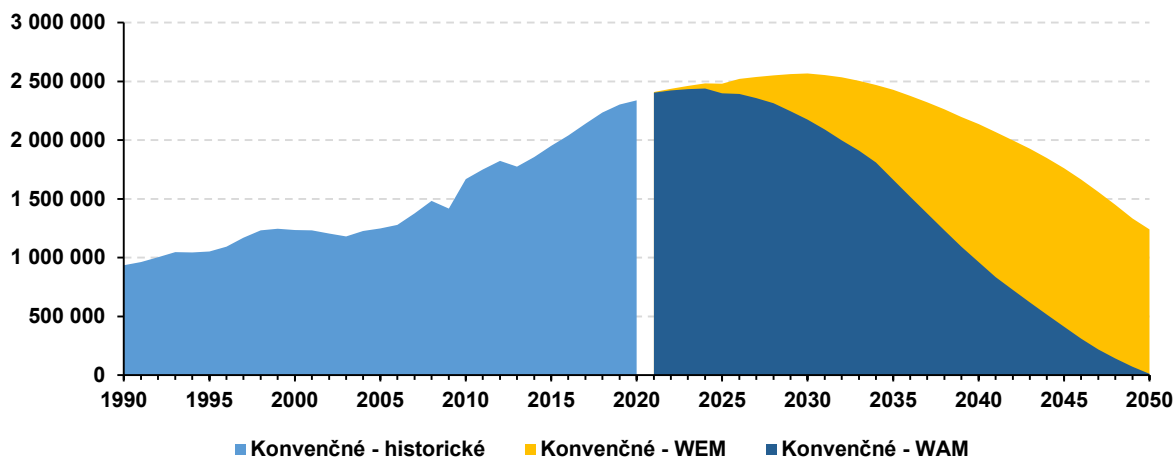


Osobné vozidlá (M1)

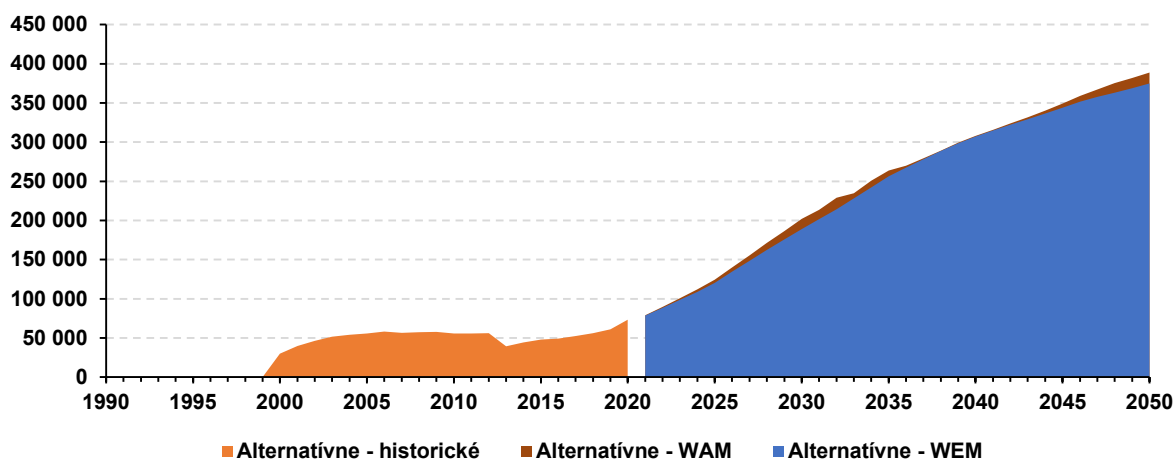
Najväčší podiel na vozovom parku majú osobné vozidlá. V posledných rokoch došlo k výraznému nárastu ich počtu. Je veľký predpoklad, že ešte stále nie sme v maxime počtu osobných vozidiel. Tento trend by mal kulminovať okolo roku 2040 a následne sa predpokladá pozvoľný a pomalý pokles počtu osobných vozidiel spôsobený aj poklesom demografickej krivky.

Scenár **WEM** očakáva v roku 2030 zlom v predaji osobných vozidiel na konvenčný pohon (**Obrázok 2.3**). V prípade scenára **WAM** by mohlo k tomuto zlomu dospieť už skôr a to niekedy okolo roku 2024. Pri alternatívnom pohone je v **WAM** mierne nižší nárast (**Obrázok 2.4**) a to z dôvodu, že väčšia váha pri vývoji vozového parku pre tento scenár bola priradená pre bezemisné vozidlá (**Obrázok 2.5**), ktoré naopak zvýraznili exponenciálny rast týchto vozidiel do roku 2050.

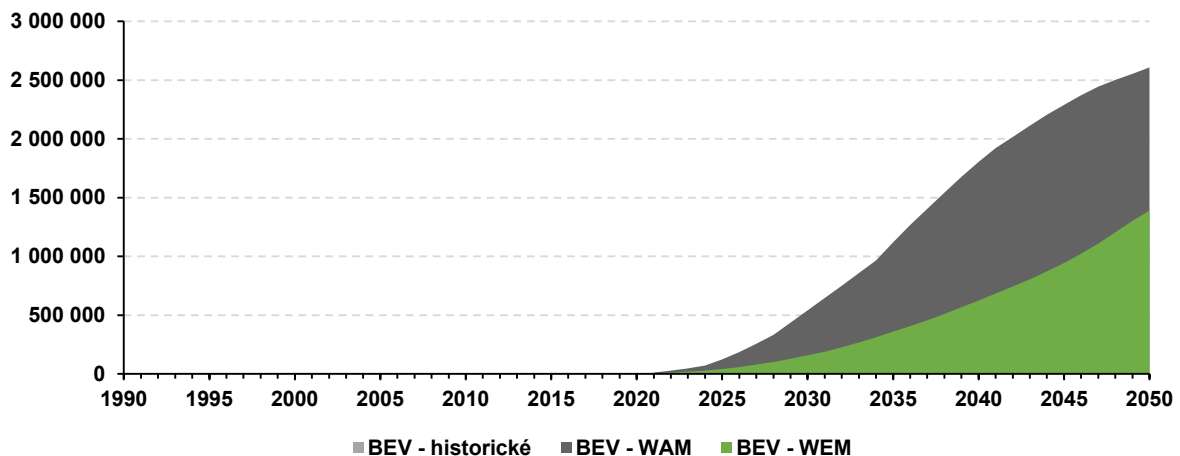
Obrázok 2.3: Vývoj osobných vozidiel na konvenčný pohon a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**



Obrázok 2.4: Vývoj osobných vozidiel na alternatívne palivá (CNG, LPG, LNG a hybridné) a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**



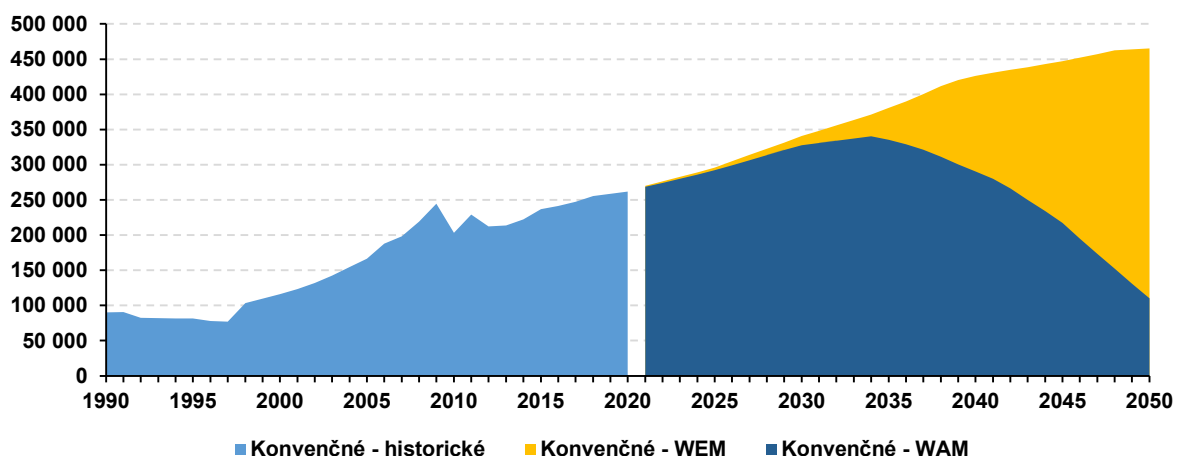
Obrázok 2.5: Vývoj osobných vozidiel na elektrický a vodíkový pohon a prognóza podľa scenárov WEM a WAM



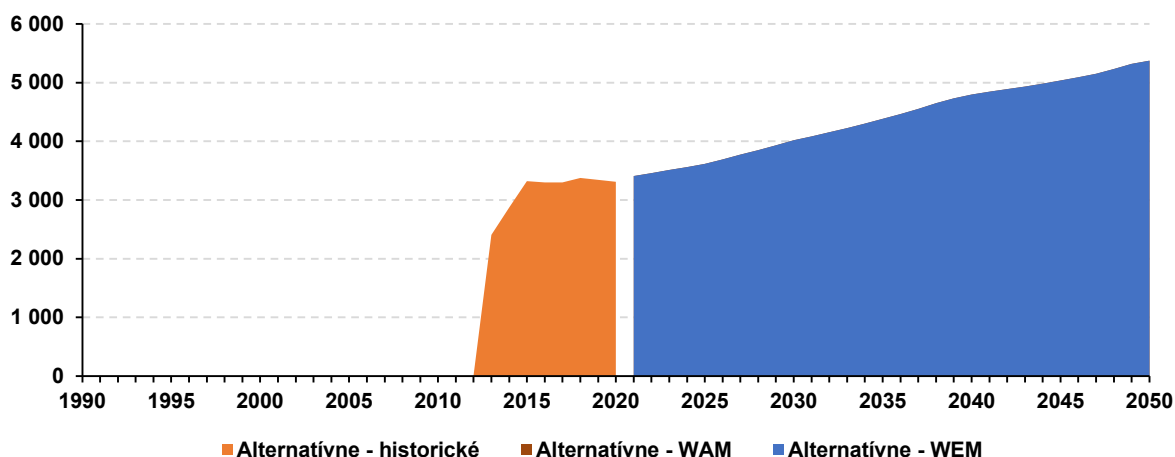
Lahké úžitkové vozidlá (N1)

Kategória ľahkých úžitkových vozidiel (kategória N1 – do 3,5 tony) prešla výraznou zmenou a z kategórie bez väčšieho významu v 90. rokoch sa mení na jednu z kľúčových kategórií pre budúcu dekarbonizáciu. Dôvodom pre jej výrazný rast a predpoklad ďalšieho rastu je najmä rozvoj kuriérskych služieb a preprava týmto spôsobom v úseku „last mile“. V prípade, ak by sa SR nepokúsila o dekarbonizáciu tejto časti cestnej dopravy, tak by počet týchto vozidiel na konvenčný pohon (benzín a nafta) mohol dosiahnuť úroveň až 450 tisíc kusov v roku 2050 (**Obrázok 2.6**). Pri ľahkých úžitkových vozidlách je malý predpoklad na prechod na alternatívny pohon, keďže by došlo k obmedzeniu prepravného priestoru (**Obrázok 2.7**) a teda scenár **WAM** sa tejto kategórie nedotkne. Pre celkovú dekarbonizáciu cestnej dopravy bude nutné dekarbonizovať najmä „last mile“ v podobe bezemisných vozidiel (**Obrázok 2.8**).

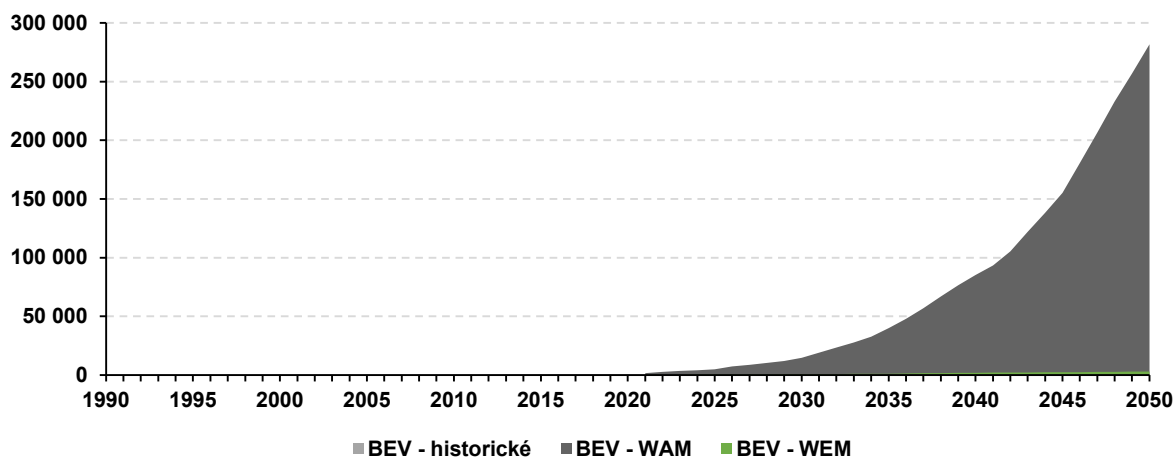
Obrázok 2.6: Vývoj ľahkých úžitkových vozidiel na konvenčný pohon a prognóza podľa scenárov WEM a WAM



Obrázok 2.7: Vývoj ľahkých úžitkových vozidiel na alternatívny pohon a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**



Obrázok 2.8: Vývoj ľahkých úžitkových vozidiel na elektrický a vodíkový pohon a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**

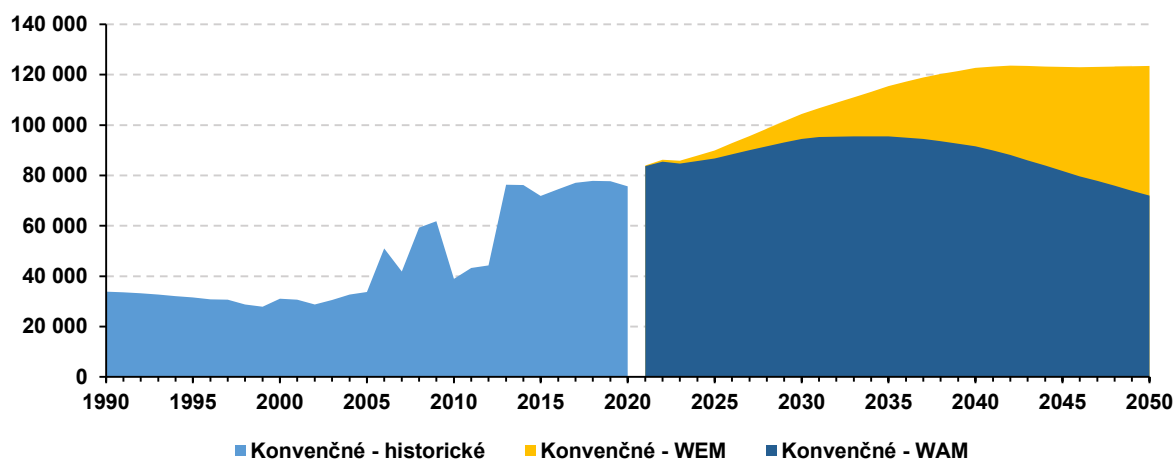


Ťažké úžitkové vozidlá – nákladné autá (N2 a N3)

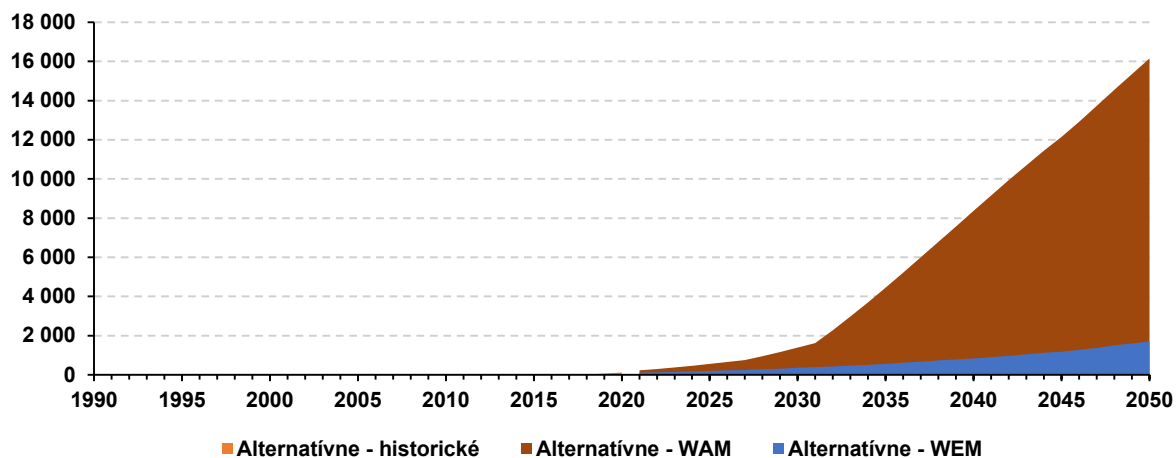
Kategória ťažkých úžitkových vozidiel – tradičnej nákladnej dopravy – je aj v rámci cestnej dopravy mimoriadne špecifický, najmä z dôvodu možností výmeny konvenčných palív za alternatívne. Toto častokrát vedie aj ku greenwashingovým kampaniam o bezemisnej doprave v podobe LNG/CNG. Dekarbonizácia je náročná vzhľadom na nutnosť mimoriadne vysokého dojazdu a výkonu motora. Zároveň sa v týchto projekciách neodráža ešte najnovší návrh EK o ukončení predaja nákladných vozidiel produkujúcich emisie skleníkových plynov okolo roku 2040.

V scenári **WEM** dochádza k neustálemu rastu počtu HDV (**Obrázok 2.9**), keďže sa predpokladá nárast výroby produktov, ktoré bude nutné prevážať na stredné a veľké vzdialenosti. Alternatívne palivá (**Obrázok 2.10**) môžu prispieť k zníženiu emisií skleníkových plynov, ale nemôžu byť konečným riešením v tejto kategórii. Scenár **WAM** počíta s výraznou zmenou a exponenciálne rastúcou odchýlkou od konvenčných palív k bezemisným (**Obrázok 2.11**). Táto odchýlka je limitovaná tak ako pri ostatných kategóriách len výrobnými kapacitami automobiliek.

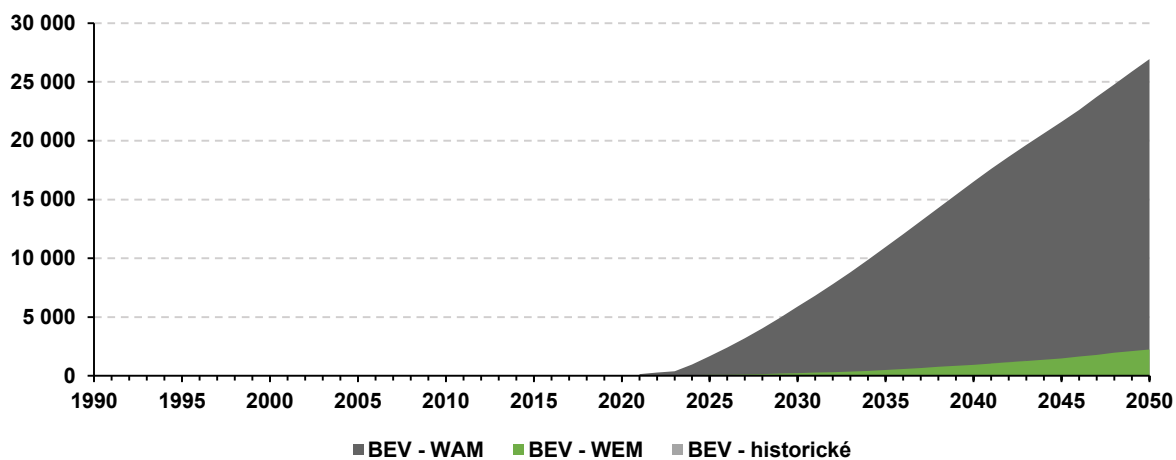
Obrázok 2.9: Vývoj ťažkých úžitkových vozidiel na konvenčný pohon a prognóza podľa scenárov WEM a WAM



Obrázok 2.10: Vývoj ťažkých úžitkových vozidiel na alternatívny pohon a prognóza podľa scenárov WEM a WAM



Obrázok 2.11: Vývoj ťažkých úžitkových vozidiel na elektrický a vodíkový pohon a prognóza podľa scenárov WEM a WAM

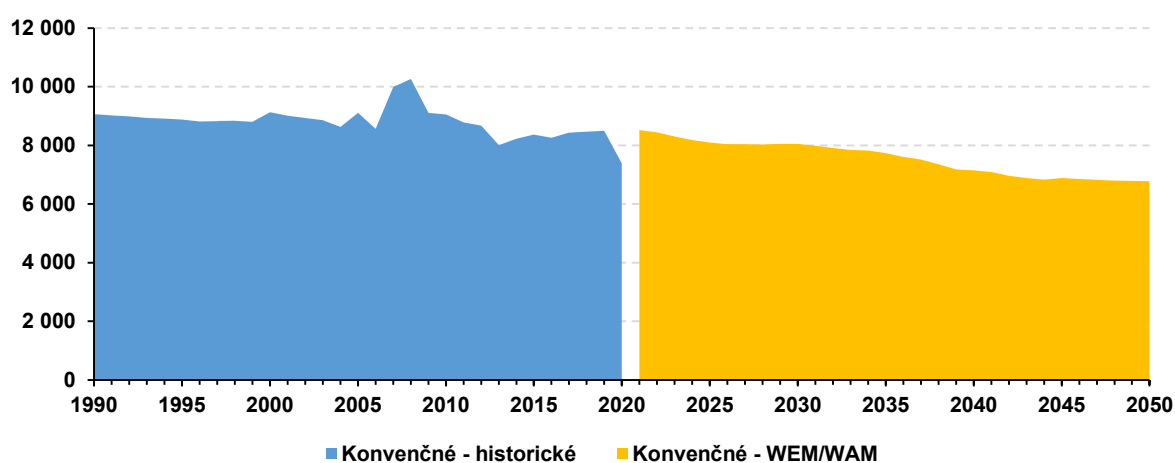


Autobusy (M2 a M3)

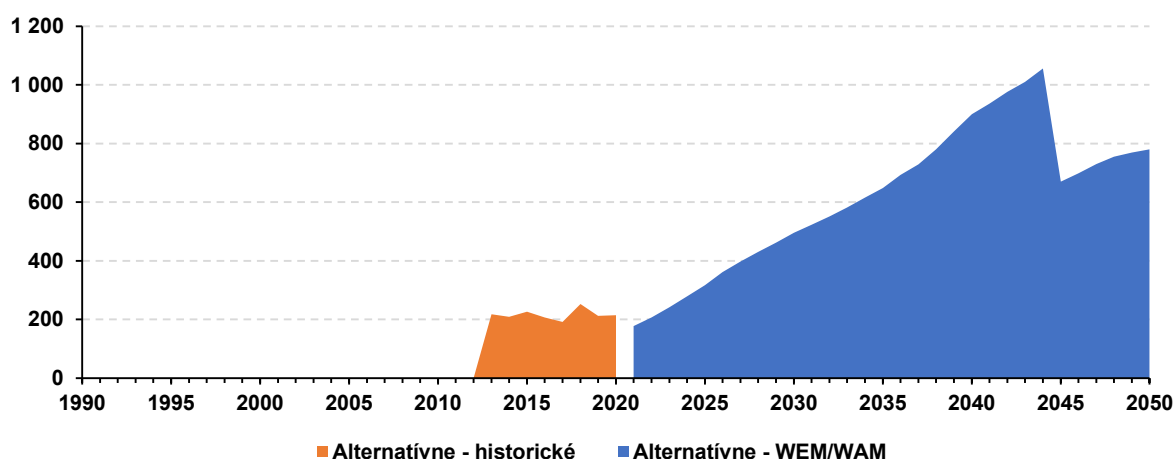
V prípade verejnej osobnej dopravy (VOD) nie je predpoklad na zmeny medzi vývojom vozového parku vo **WEM** a **WAM** scenároch. Scenár **WAM** počíta s posunom prepravy na železničnú dopravu a zhustenie intervalov VOD, čo sa odráža na vyššom ročnom nájazde autobusov. Tento predpoklad bol následne premietnutý aj do modelu. V scenári **WEM**, emisie z VOD tvoria približne 3,1 % z celkových emisií a v scenári **WAM** by po náraste ročných nábehov mali tvoriť približne 3,7 % v roku 2030. Vzhľadom k tomu, o aký malý podiel v rámci cestnej dopravy aktuálne ide, neboli nutné výrazné zásahy v podobe opatrení na zmenu vozového parku autobusov.

Pokles autobusov na alternatívne palivá medzi rokmi 2015 – 2020 je spôsobený najmä vyradovaním autobusov na CNG pohon. Tento trend sa mení postupným zavádzaním hybridných druhov autobusov a ich postupným rastom, čím nahrádzajú nie len konvenčné autobusy, ale aj staršie autobusy na CNG pohon.

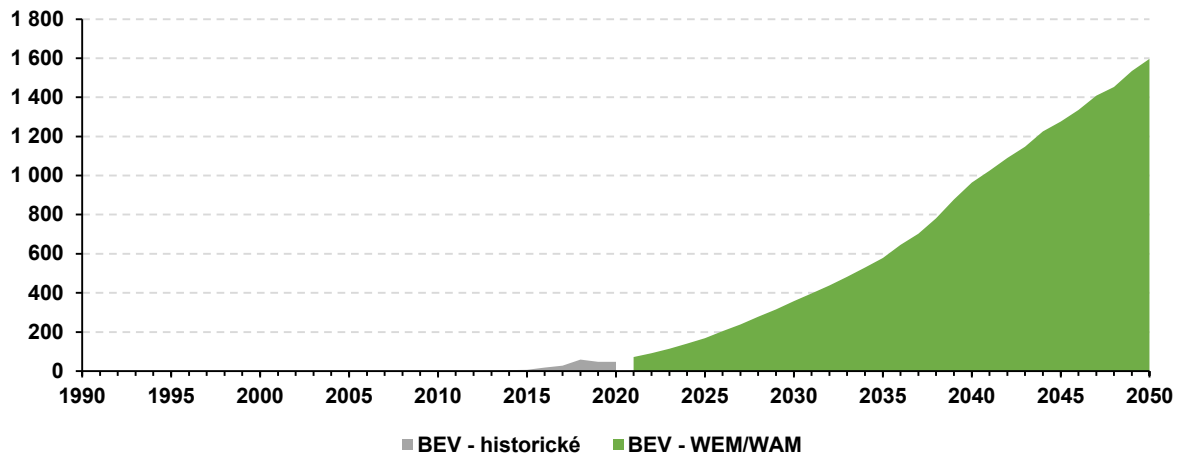
Obrázok 2.12: Vývoj autobusov na konvenčný pohon a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**



Obrázok 2.13: Vývoj autobusov na alternatívny pohon a prognóza podľa scenárov **WEM** a **WAM**



Obrázok 2.14: Vývoj autobusov na elektrický a vodíkový pohon a prognóza podľa scenárov **WEM a WAM**



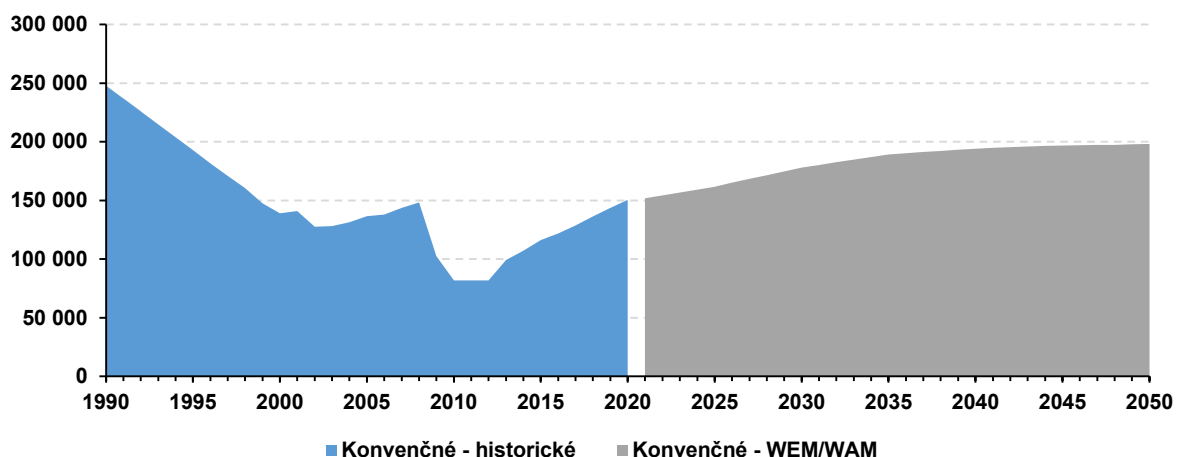
L-kategória (L1 až L7)

Do tejto kategórie sa radia všetky dvoj- a trojkolesové vozidlá. Okrem nich sú sem zaradené štvorkolky a mikro-autá. Pod pojmom mikro-autá sú v modeli zjednotené všetky vozidlá kategórie L (1-7), ktoré ako zdroj energie používajú naftu. Celkovo túto kategóriu tvoria:

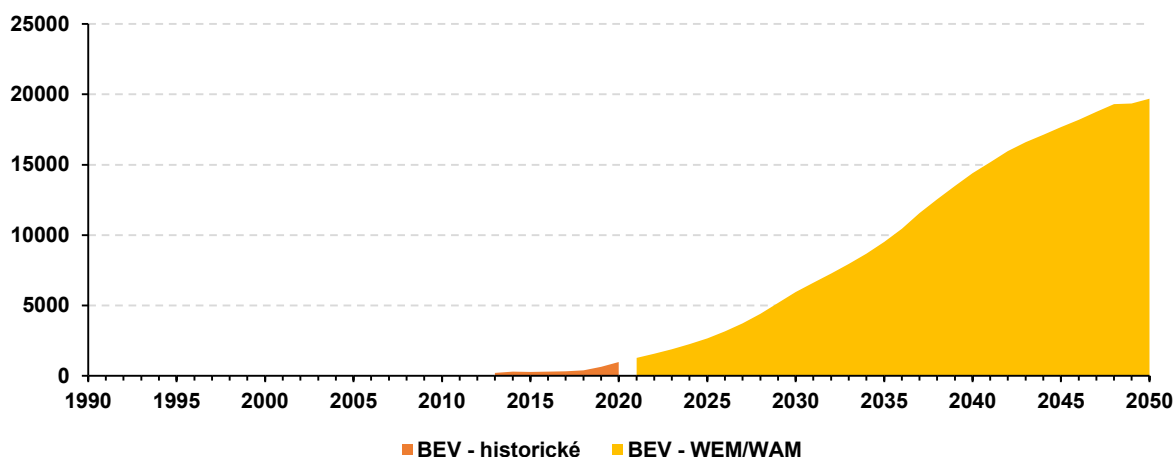
- Mopedy
- Motoriky
- Troj- a štvorkolky
- Buginy
- Mikro-autá

Ide o najmenšiu a z pohľadu emisií najmenej významnú kategóriu vozidiel. Tieto vozidlá produkujú približne 0,3 % emisií skleníkových plynov a projekcie ukazujú, že by sa tento trend nemal zmeniť, vzhľadom na masívnu dekarbonizáciu kategórie osobných vozidiel dôjde k nárastu podielu približne na 1 % až v roku 2050.

Obrázok 2.15: Vývoj vozidiel L-kategórie na konvenčný pohon a prognóza podľa scenárov **WEM = WAM**



Obrázok 2.16: Vývoj vozidiel L-kategórie na elektrický a vodíkový pohon a prognóza podľa scenárov **WEM = WAM**



3. POLITIKY, OPATRENIA A SCENÁRE

Pre potreby určenia cieľa pre rok 2030 boli pripravené dva scenáre vývoja cestnej dopravy. Scenár **WEM** popisuje pravdepodobný vývoj vozového parku a jeho emisií bez ďalších externých zásahov v podobe dodatočných opatrení a zavedení nových politík zo strany štátnych a verejných inštitúcií.

Naopak scenár **WAM** počíta s viacerými dodatočnými opatreniami a politikami, ktoré bude nutné zaviesť na celonárodnej, ale aj lokálnej úrovni. Použité politiky a opatrenia vychádzajú priamo z legislatívy alebo stratégií a akčných plánov SR a EÚ. Ako referenčný rok bol určený rok 2005. Dôvodom výberu tohto roka ako referenčného roka na porovnanie je ten, že v roku 1990 na Slovensku cestná doprava ešte nebola rozvinutá vo všetkých oblastiach a neodrážala súčasný stav. V roku 1990 takmer neexistoval segment ľahkých úžitkových vozidiel, ktorý v súčasnosti, a najmä v budúcnosti, zohráva popri ostatných segmentoch významnú úlohu. Zároveň posledným validovaným rokom s reálnymi hodnotami bol určený rok 2020.

Na cestnú dopravu vplyvajú politiky a opatrenia najmä z troch oblastí: energetiky, dopravy a životného prostredia. Energetické politiky a opatrenia sa sústreďujú najmä na energetickú efektivitu a obnoviteľné zdroje v doprave. Dopravné politiky a opatrenia sa sústreďujú naopak na dopravnú infraštruktúru a politiky a opatrenia z oblasti životného prostredia sa sústreďujú priamo na znižovanie emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok. Politiky a opatrenia zohľadnené v jednotlivých scenároch vychádzajú z niekoľkých národných dokumentov:

- Nízkouhlíková stratégia rozvoja SR do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 (NUS SR) [7]
- Akčný plán rozvoja elektromobility na Slovensku [8]
- Národný program znižovania emisií (NAPCP) [9] [10]
- Strategický plán rozvoja dopravy na Slovensku do roku 2030 [11]
- Integrovaný národný energeticko-klimatický plán Slovenska (NECP) [12]
- Revízia a aktualizácia Národného politického rámca pre rozvoj trhu s alternatívnymi palivami [13]
- Vodíková stratégia EÚ [14]

Okrem týchto dokumentov do prípravy jednotlivých scenárov zasahujú aj samostatné zákony a európska legislatíva. V rámci zákonov výrazne zasahuje do prípravy zákon č. 277/2020, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby [14]. V rámci spoločnej európskej legislatívy ide najmä o smernice určujúce emisné limity a Nariadenie Európskeho parlamentu o riadení energetickej únie 2018/1999 doplnený Nariadením 2021/1119 [12], ktorým sa stanovuje rámec na dosiahnutie klimatickej neutrality [16] [17].

3.1 Scenár WEM

Základným scenárom je scenár **WEM** (With Existing Measures), ktorý obsahuje len zavedené politiky a opatrenia do konca roka 2020. Všetky opatrenia sú obsiahnuté priamo v NUS SR a následne NECP alebo NECP priamo odkazuje na iné stratégie, kde sa tieto opatrenia nachádzajú. Scenár **WEM** obsahuje len päť známych opatrení, ktoré zasahujú do energetického mixu a vozového parku. Sú nimi:

- Zákon č. 277/2020 [14], ktorý je čiastočnou národnou transpozíciou smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/2001 (RED II) [18] o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov
- Predaj vozidiel s nízkymi emisiami (elektrické hybridné vozidlá alebo plug-in hybridné vozidlá) alebo priamo bezemisné vozidlá (elektromobily) [8]
- Energetická efektívnosť [12]
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/631 zo 17. apríla 2019, ktorým sa stanovujú emisné normy CO₂ pre nové osobné vozidlá a nové ľahké úžitkové vozidlá [19]
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/1242 z 20. júna 2019, ktorým sa stanovujú emisné normy CO₂ pre nové ťažké úžitkové vozidlá [20]

Smernica RED II o podpore a využívania energie z obnoviteľných zdrojov aktuálne stále nie je plne transponovaná do národnej legislatívy (má sa tak stať v priebehu roka 2022). Jej platnosť a zahrnutie do scenára **WEM** bolo potrebné a povinné na základe rámca pre prípravu scenárov. Revidovaná smernica RED II udáva nové ciele pre primiešavanie palív z obnoviteľných zdrojov (biopalív) do fosílnych palív. Nové zvýšené ciele sú:

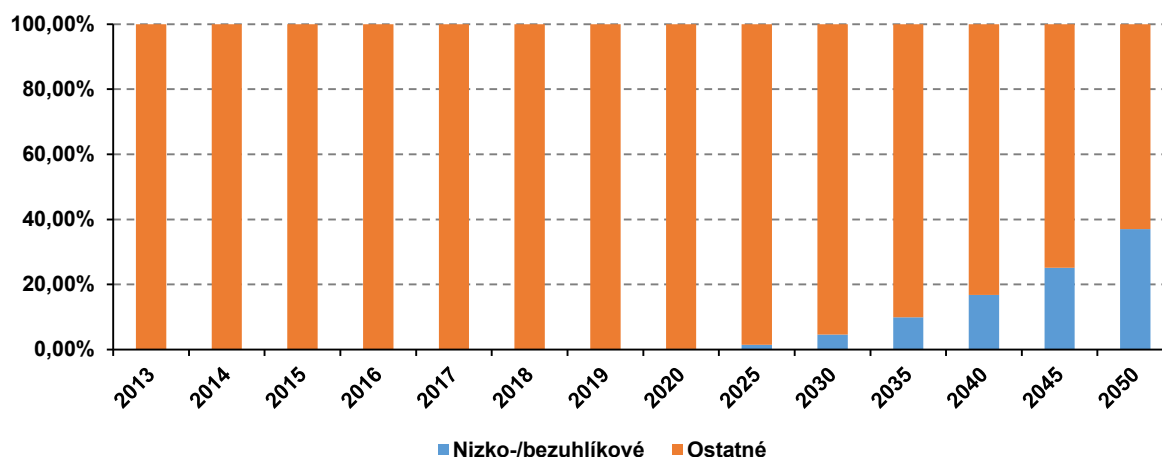
2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
7,6 %	8,0 %	8,2 %	8,6 %	8,8 %	9,2 %	9,5 %	10,0 %	10,4 %	10,8 %	11,4 %

Zároveň sa s týmto zvýšeným cieľom zaviedla aj možnosť dvojitého započítania energetického podielu pokročilých biopalív. Dvojité započítanie pokročilých biopalív ale nemá na produkciu emisií skleníkových plynov žiadny vplyv. Vo výstupoch sa objavujú chýbajúce podiely biopalív, ktoré by mali pre potreby dosiahnutia cieľov RED II tvoriť práve druhé (dvojnásobné) započítanie pokročilých biopalív.

V prípade možných cieľov RED III, tieto nie sú priamo viazané na projekcie emisií z dopravy. Cieľ 13 % úspory skleníkových plynov sa nevzťahuje na spaľovanie biopalív, ale na ich výrobnú fázu (well to tank). Teda úspora týchto emisií sa musí prejavovať v energetickom, prípadne priemyselnom sektore. Zároveň, tým že nejde o schválené opatrenie pred rokom 2020, nie je možné ho implementovať do scenára **WEM**.

Doterajšia podpora elektromobility a jej výsledky je možné vidieť na **Obrázkoch 2.5** a **2.8**. Predpokladaný podiel nízko- a bezemisných vozov (BEV) na vozovom parku SR je možné vidieť na **Obrázku 3.1**. Najväčší podiel na elektromobilite majú osobné vozidlá, ktorá v roku 2020 tvoria 89 %, v roku 2025 98 % a v roku 2030 majú tvoriť až 99 % všetkých vozidiel na elektrický pohon na cestách.

Obrázok 3.1: Podiel nízkoemisných a bezemisných vozidiel na celkovom vozovom parku SR – historický vývoj a predpoklad do roku 2050



Predpokladaný percentuálny podiel elektromobilov v kategórii osobných vozidiel je zobrazený v **Tabuľke 3.1**. V roku 2030 ide o konzervatívnejší odhad počtu elektromobilov ako v prípade Referenčného scenára EÚ [5]. Podľa Referenčného scenára EÚ má byť podiel elektromobilov v roku 2030 v celej EÚ až 25 %.

Tabuľka 3.1: Podiel elektromobilov na vozovom parku osobných vozidiel podľa historických údajov a predpokladaného vývoja

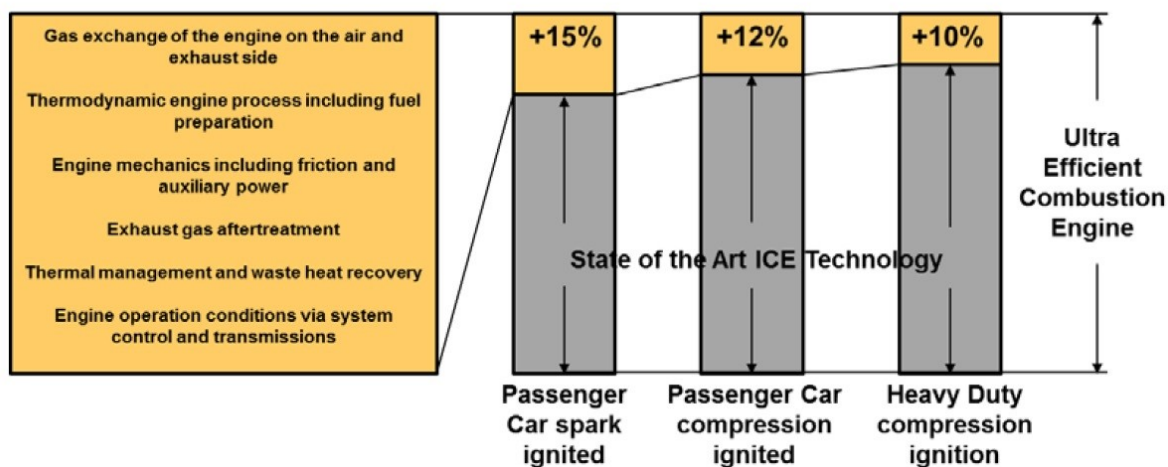
ROKY	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Podiel BEV na osobných vozov	0,01 %	0,11 %	1,58 %	2,17 %	2,86 %	3,63 %	4,48 %	5,40 %
Počet elektromobilov (ks)	194	2 644	41 844	157 304	357 644	619 698	930 934	1 366 982

Energetická efektívnosť sa prejavuje v modeli identicky s reálnymi možnosťami. Potenciál zlepšovanie kvality spaľovania a efektivity motorov na úroveň „ultraefektivity“ bolo v správe ERTRAC [21] v prípade osobných vozidiel so zážihovým motorom odhadnutý na 15 % (**Obrázok 3.2**). V prípade vznetrových motorov pre osobné vozidlá bol tento odhad 12 % zlepšenia do roku 2050, v prípade ľahkých a ťažkých úžitkových vozidiel je šanca na zefektívnenie práce motora len o 10 %. Tento koeficient priamo znižuje výstupy energetickej potreby a emisií CO₂. Touto cestou sú do modelu zapracované aj obe nariadenia EÚ (2019/631 a 2019/1242) [19] [20]. V **Tabuľke 3.2** je vidieť použitý koeficient vybraných skupín vozidiel v modeli pre nové vozidlá.

Tabuľka 3.2: Koeficienty energetickej efektivity pre vybrané skupiny nových vozidiel

ROKY/KATEGÓRIA	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Osobné vozidlá	0,6 %	1,9 %	3,4 %	4,5 %	5,2 %	5,7 %	6,1 %
Ľahké úžitkové vozidlá	0,9 %	2,8 %	4,6 %	6,1 %	7,2 %	8,2 %	9,2 %
Ťažké úžitkové vozidlá	0,7 %	3,0 %	5,2 %	6,7 %	7,8 %	8,6 %	9,3 %
Autobusy	0,6 %	2,9 %	5,1 %	6,6 %	7,6 %	8,4 %	9,1 %
L-kategória	0,7 %	2,8 %	4,7 %	5,9 %	6,4 %	6,8 %	7,3 %

Obrázok 3.2: Potencionálna energetická efektívnosť spaľovacích motorov podľa štúdie ERTRAC



3.2 Scenár WAM

WAM (With Additional Measures) scenár je postavený na politikách a opatreniach, stratégiách a akčných plánoch, ktoré neboli pred rokom 2020 zavedené do praxe. Zoznam použitých politik a opatrení je zhrnutý v **Tabuľke 3.3**.

Tabuľka 3.3: Zoznam použitých politik a opatrení v scenári WAM

PAMS	ZDROJ (STRATÉGIA, AKČNÝ PLÁN, ATĎ.)	KVANTIFIKOVATEĽNÉ (ÁNO/NIE)
Pokračovanie priamej podpory používania nízko-emisných vozidiel	Akčný plán pre rozvoj elektromobily v Slovenskej republike	áno
Dlhodobý finančný mechanizmus na podporu rozvoja nabíjacej infraštruktúry	Akčný plán pre rozvoj elektromobily v Slovenskej republike	nie, podporný
Stanovenie prísnejších požiadaviek na pravidelné technické kontroly Vozidiel	Národný program znižovania emisií	áno
Registračný poplatok za vozidlo určený na základe emisií g CO ₂ /km	Zákon v príprave na Ministerstve financií SR	áno
Informačná kampaň	Akčný plán pre rozvoj elektromobily v Slovenskej republike	nie, podporný
Osveta na školách; informovanosť o nových zručnostiach a vedomostiach v školstve	Revízia a aktualizácia Národného politického rámca pre rozvoj trhu s alternatívnymi palivami	nie, podporný
Modal shift v preprave osôb	Strategický plán rozvoja dopravy do roku 2030	áno
Modal shift v preprave tovarov	Strategický plán rozvoja dopravy do roku 2030	áno
Zavedenie a podpora vozidiel na vodíkový pohon (FCEV)	Európska vodíková stratégia	áno
Prímiešavanie biometánu do CNG a LNG	RED II, zákon č. 309/2009 Z. z. (stále v legislatívnom procese)	áno

Scenár **WAM** má pracovný názov „100in50“ ako referencia o snahu dosiahnuť bezuhlíkovú cestnú dopravu v roku 2050.

Opatrenie na podporu pokračovania priamej podpory používania nízkoemisných vozidiel sa spomína v Akčnom pláne pre rozvoj elektromobility v SR [8] a rovnako naň odkazuje aj Národný program znižovania emisií [22]. V tomto opatrení sa predpokladá efektívnejší, až dvojnásobne silnejší, prienik elektrických vozidiel do segmentu osobných vozidiel ako v scenári **WEM**. Predpokladá sa, že budú zavedené ďalšie výraznejšie dotačné schémy a v priebehu rokov 2025 až 2050 dôjde k nárastu podielu

elektrických vozidiel na úroveň 65 %. V **Tabuľke 3.4** je vidieť, ako sa výraznejší nárast odzrkadľuje na počte elektromobilov vo vozovom parku.

Tabuľka 3.4: Podiel elektromobilov na vozovom parku osobných vozidiel po zavedení opatrenia „Pokračovanie priamej podpory používania nízko-emisných vozidiel“

ROKY	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Podiel elektromobilov na vozovom parku osobných vozov	0,11 %	3,80 %	5,20 %	6,86 %	8,72 %	11,30 %	13,88 %
Počet elektromobilov (ks)	2 644	100 427	141 265	189 613	245 580	323 810	404 332

Indikátorom implementácie tohto opatrenia a zároveň aj indikátorom pre trajektóriu znižovania emisií CO₂ z nových osobných vozidiel je podiel nových BEV na celkovom predaji nových osobných vozidiel. Podiel, ktorý by mal byť každý rok dodržaný, aby bol splnený cieľ 55 % redukcie emisií v g CO₂/km pre novo-registrované vozidlá do roku 2030 a bol dohodnutý v rámci balíčka *Fit for 55* [17]. Tento podiel je možné vidieť v **Tabuľke 3.5**. V roku 2035 vstupuje do platnosti legislatíva obmedzujúca emisie nových vozidiel na 100 %.

Tabuľka 3.5: Indikátor pokroku k dodržaniu cieľa *Fit for 55* [17]

ROKY	PODIEL NOVÝCH BEV	PODIEL DOTOVANÝCH BEV NA NOVÝCH BEV
2021	8,38 %	27,8 %
2022	11,69 %	100,0 %
2023	19,46 %	14,1 %
2024	23,57 %	26,7 %
2025	37,05 %	71,3 %
2026	43,89 %	67,2 %
2027	47,96 %	66,4 %
2028	49,64 %	74,4 %
2029	65,01 %	55,5 %
2030	62,69 %	64,0 %
2031	65,15 %	57,7 %
2032	64,66 %	60,1 %
2033	69,10 %	51,3 %
2034	67,23 %	56,1 %
2035	64,22 %	63,8 %

Prísnejšia technická a emisná kontrola by mala mať za následok odchytenie a vyradenie najstarších a nevyhovujúcich vozidiel z dopravy. V súčasnosti sú už zavedené prísne pravidlá pre stanice technickej a emisnej kontroly, ale napriek týmto opatreniam stále dochádza k obchádzaniu pravidiel. Zavedenie ďalších kontrolných mechanizmov by podľa expertného odhadu mohlo pomôcť vyradiť ročne 0,01 % až 0,05 % vozidiel starších ako 15 rokov. Pri tomto opatrení sa počíta s jeho postupne slabnúcim efektom pod vplyvom pozitívnych zmien v správaní majiteľov vozidiel. V modeli sa toto opatrenie prejavuje ako zmena vo vekovej štruktúre vozového parku osobných vozidiel. Podrobný prehľad poklesu vo vekovej štruktúre je v **Tabuľke 3.6**.

Tabuľka 3.6: Podiel vyradených osobných vozidiel technickými a emisnými kontrolami v jednotlivých vekových kategóriách

VEK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
29	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %
28	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %
27	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %
26	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %
25	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,05 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %
24	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %
23	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %
22	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %
21	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %
20	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %
19	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %	0,00 %
18	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %	0,00 %
17	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %	0,00 %
16	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %	0,00 %
15	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,03 %	-0,02 %	-0,01 %	0,00 %

Zavedenie nového registračného poplatku, alebo tzv. „environmentálna daň“ zohľadňuje produkciu emisií CO₂ osobnými vozidlami a je expertne odhadovaný na úrovni 0,1 % – 0,3 % vyradených osobných vozidiel s najväčšou produkciou emisií. Väčšinou ide o staršie vozidlá, a teda tak ako v prípade technických a emisných kontrol. Efekt tohto opatrenia sa v modeli premietne na zmene vekovej štruktúry osobných vozidiel. Postupné slabnutie bude pozorovateľné aj pri tomto opatrení⁴. Podrobný prehľad poklesu vo vekovej štruktúre je v **Tabuľke 3.7**.

Tabuľka 3.7: Podiel vyradených osobných vozidiel zavedením registračného poplatku v jednotlivých vekových kategóriách

VEK	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
29	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
28	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
27	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
26	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
25	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
24	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
23	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
22	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
21	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
20	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
19	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
18	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
17	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
16	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %
15	-0,10 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,20 %	-0,30 %	-0,30 %	-0,30 %

Modal shift v osobnej doprave predpokladá presun pasažierov z osobnej dopravy do verejnej osobnej dopravy (VOD). Výsledkom má byť zvýšenie obsadenosti (occupancy) osobných vozidiel o 50 % oproti roku 2020 čím sa zníži najmä množstvo najazdených kilometrov osobnými vozidlami do roku 2050 až o 33 %. Presun cestujúcich na VOD pôjde zároveň obom smermi: cestnú VOD aj železničnú VOD. Pri

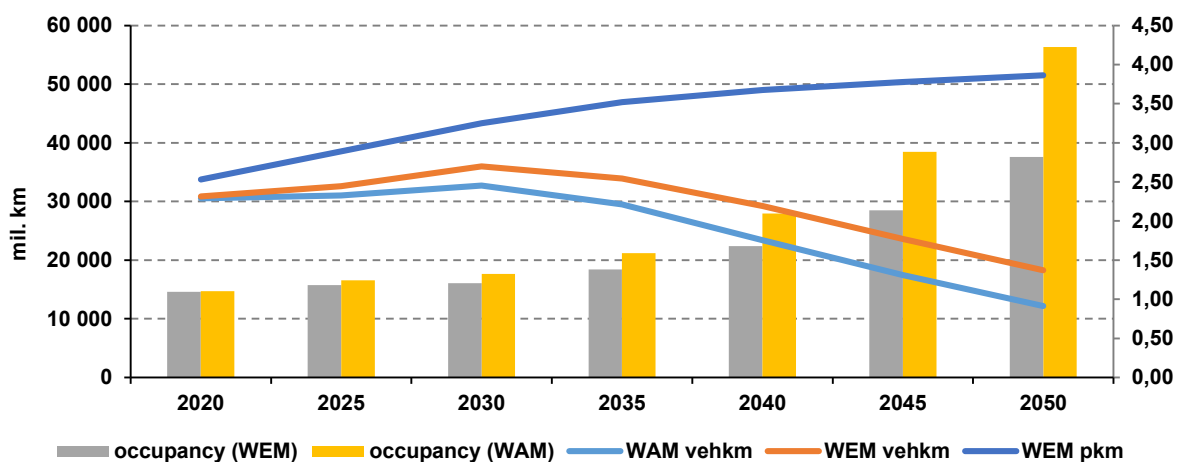
⁴ Financie vybrané z daného registračného poplatku môžu byť čiastočne využité na podporu kúpy novšieho vozidla pri sociálne slabších skupinách

železničnej VOD je predpoklad, že dôjde k skvalitneniu prepravy ako aj obnoveniu viacerých spojov. Predpokladom k tomu je schválený nový *Plán dopravnej obslužnosti pre železničnú osobnú dopravu* [23]. V prípade autobusovej dopravy sa predpokladá, že dôjde k miernemu nárastu najazdených kilometrov. Tento efekt na verejnú autobusovú dopravu bol premietnutý v podobe nárastu priemerných ročných nájazdov o 10 %.

V prípade prepravy na kratšie vzdialenosti a v meste je možné okrem VOD využiť aj prepravu na bicykloch. Táto možnosť by mala vyplývať aj z *Národnej stratégie rozvoja cyklistickej dopravy a cykloturistiky v Slovenskej republike* [24]. Predpokladá sa, že do roku 2030 by mohla znížiť podiel cestnej osobnej dopravy v mestách až o 10 %. Pre potreby projekcií boli použité konzervatívnejšie odhady na úrovni 3 %.

Ako vstupné dáta slúžia pkm (osobokilometer), ktoré sú výstupnými makroekonomickými ukazovateľmi z modelu CPS+ pre *Nízkouhlíkovú stratégiu* [7]. Z nich bola následne vypočítaná obsadenosť vozidla, na ktorú bolo aplikované zefektívnenie a zvýšenie obsadenosti. Následne už bolo možné vypočítať nový nájazd pri zvýšenej obsadenosti vozidla pri zachovaní osobokilometrov (**Obrázok 3.3**).

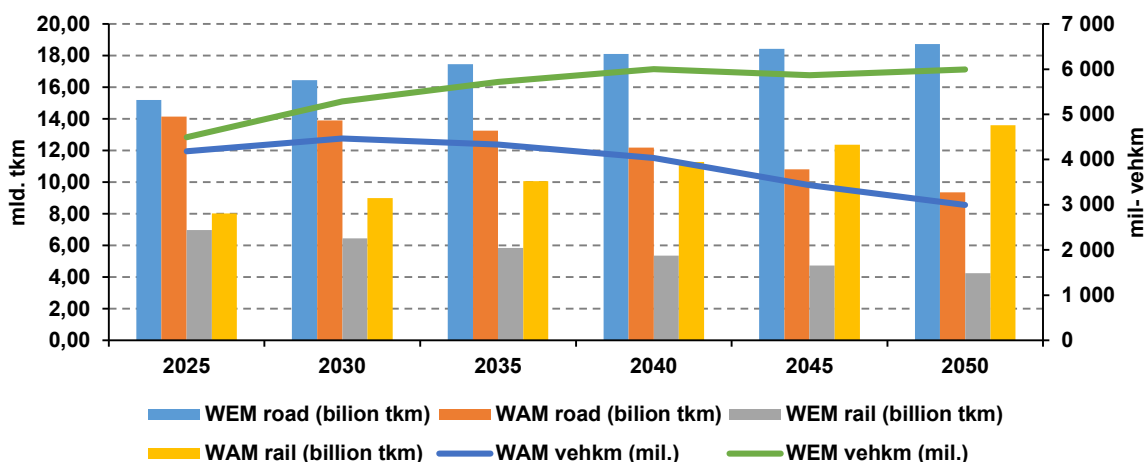
Obrázok 3.3: Zmeny v obsadenosti osobných vozidiel, ročných nájazdov osobných vozidiel a osobokilometrov podľa modelu CPS+



Presun tovarov je aktuálne na Slovensku realizovaný najmä pomocou nákladnej dopravy. Z tohto hľadiska je modal shift v nákladnej doprave viac než nutný. Podľa politiky modal shiftu v nákladnej doprave by sa do roku 2050 mal objem prepraveného tovaru pomocou nákladnej dopravy znížiť o 50 %. Tento cieľ predpokladá *Nízkouhlíková stratégia* [7]. Ako dôsledok presunu časti tovaru na železnice sa znížia ročné nájazdy vozidiel a v konečnom dôsledku sa zníži aj počet nákladných vozidiel. Prípadné zníženie počtu nákladných vozidiel nebolo odhadnuté, keďže scenár **WAM** aktuálne počíta len so znížením ročných nájazdov.

Postup výpočtu je analogický ako v prípade s modal shift v osobnej doprave. V tomto prípade úlohu zohrávajú tonokilometre (tkm), ktoré boli taktiež získané z modelu CPS+ pre *Nízkouhlíkovú stratégiu* [7] ako makroekonomický ukazovateľ (**Obrázok 3.4**).

Obrázok 3.4: Zmeny v nákladnej doprave, ročných nájazdov a prepraveného tovaru v cestnej (road) a železničnej doprave (rail) (billion tkm = mld. tkm)

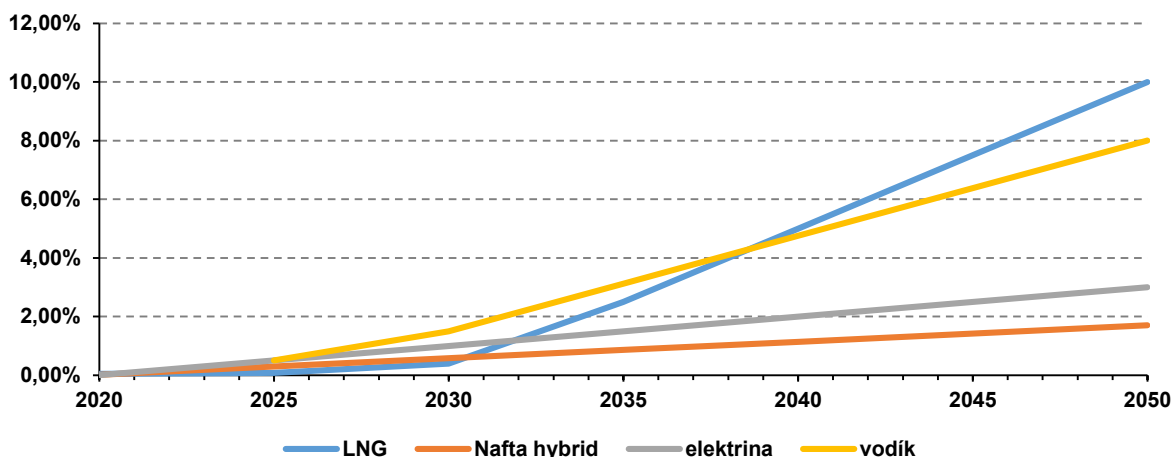


Ako najvplyvnejšie opatrenie v tomto scenári sa javí vyraďovanie osobných a ľahkých úžitkových vozidiel na fosílna palivá a ich nahradzovanie elektrickými a vodíkovými vozidlami a to najmä v prípade presunu tovaru vo fáze „last mile“. K úplnému zákazu predaja týchto vozidiel na čisto fosílna palivá (nafta a benzín) má dôjsť v roku 2035.

V modeli je toto opatrenie premietnuté ako odpočet nových vozidiel na fosílna palivá, ktoré by sa inak objavili vo vozovom parku a pripočítanie toho istého počtu vozidiel k BEV podľa ich podielu na vozovom parku. Toto opatrenie bude mať za následok exponenciálny rast BEV v kategórii ľahkých úžitkových vozidiel. Na základe tohto opatrenia by mohlo byť ľahšie aj zavedenie nízkoemisných zón v mestách. Opatrenie zavedenia nie je súčasťou balíka opatrení pre **WAM** scenár, keďže kvantifikácia takéhoto opatrenia by bola náročná a zaťažená vysokou chybou.

Podobne sa predpokladá postupné vyraďovanie nákladných vozidiel na tradičné fosílna palivá a ich nahrádzanie vozidlami na hybridný, elektrický, vodíkový alebo LNG pohon. Na podporu tohto opatrenia bude nutné zaviesť rovnaký dotačný mechanizmus ako v prípade osobných vozidiel. Zavádzanie týchto motorizácií je všeobecne pomalé a prejavuje sa až po roku 2030. V prípade vodíkoveho pohonu, *Európska vodíková stratégia* [14] hovorí o maximálnej miere zavádzania vodíka na úrovni 16 % do roku 2050. Na Slovensku je táto úroveň v rámci scenára **WAM** určená na 8 % po konzultácii s Ministerstvom hospodárstva. Hybridná a elektrická motorizácia je na úrovni 4,7 % do roku 2050. Zavedenie vozidiel na LNG sa predpokladá na úrovni 10 % do roku 2050 (**Obrázok 3.5**). Tento rast sa predpokladá ako dodatočný prírastok k prirodzenému rastu nákladných vozidiel na alternatívne a bezemisné palivá.

Obrázok 3.5: *Percentuálny rast dodatočných nákladných vozidiel na alternatívne a BEV palivá*



Zavedením vodíkových osobných vozidiel, podobne ako pri nákladných vozidlách, bola v správe k *Európskej vodíkovej stratégii* [14] odhadnutá maximálna možná miera implementácie na úrovni 20 % vozidiel vozového parku do roku 2050. Na Slovensku je táto úroveň v scenári **WAM** znížená na 10 % po konzultácií s Ministerstvom hospodárstva SR.

Primiešavanie metánu biologického pôvodu (biometán) do palív motorových vozidiel je v súčasnej dobe už bežná prax iných krajinách EÚ. Na Slovensku bude táto povinnosť zavedená novelizáciou zákona č. 309/2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby [15]. Keďže novela nebola prijatá pred 31. decembrom 2020, nebolo ju možné implementovať ako opatrenie scenára **WEM**. Táto novela zavádza povinnosť od roku 2023 primiešavať do zemného plynu a skvapalneného zemného plynu biozložku. Minimálny energetický podiel tejto biozložky je určený nasledovne:

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
2,0 %	3,0 %	4,0 %	6,0 %	8,0 %	10,0 %	12,0 %	14,0 %

Ani pri najvyššom možnom dosiahnuteľnom podiele v roku 2030 (14 % biozložky), to v scenári nemá výraznejší redukčný vplyv na zníženie emisií a intenzitu dopravy.

Zníženie maximálnej rýchlosti na diaľniciach je zatiaľ mimo scenára **WAM**. Skúšobne bola namodelovaná aj možnosť zníženia maximálnej povolenej rýchlosti na diaľniciach zo 130 km/h na 120 km/h. Toto opatrenie by mohlo podľa prvých výsledkov priniesť každoročne kumulatívnu úsporu emisií skleníkových plynov na úrovni 1 %-2 %, preto sa javí ako málo efektívne.

4. METODIKA A POUŽITÝ MODEL

Emisná inventúra	SVK_CRF_13-04-2022 (1990 – 2020)
Základný rok pre projekcie	2020
Základný rok pre politiky a opatrenia	2020
Projekcie emisií na obdobie	2021 – 2050
Redukčné ciele	2030 a 2050
Vyjadrenie redukcie oproti rokom	1990 (základný rok pre emisie skleníkových plynov)
	2005 (základný rok pre emisie v nariadení ESR ⁵)

Projekcie emisií boli pripravené v súlade s metodikou Medzivládneho panelu pre zmenu klímy z roku 2006, kapitola IV ([12] [IPCC 2006 Guidelines](#))⁶. Výpočtový analytický nástroj je založený na platforme modelu COPERT a výpočet zahŕňa rôzne politiky a opatrenia (v numerickej formulácii) definované podľa scenárov **WEM** a **WAM**. Na projekcie emisií a záchytov v kategórii cestná doprava, bol použitý model, ktorý bol vyvinutý v súvislosti s implementáciou [Nariadenia EP a Rady \(EÚ\) 2018/841](#).

Model COPERT reflektuje a zapracúva vždy najnovší vývoj a vedecké poznatky do výpočtov emisií. Metodika výpočtu emisií je popísaná v EMEP/CORINAIR Atmospheric Emissions Inventory Guidebook (EMEP GB) [25] o výfukových emisiách z cestnej dopravy. Model má preddefinovaných (a meniteľných) zhruba 50 parametrov, počnúc environmentálnymi podmienkami (teplota vzduchu a vlhkosť) až po parametre detailne opisujúce vznik emisií v jednotlivých typoch vozidiel. Pri použití modulu CLI sú mnohé tieto parametre ale nedostupné a nastavené na základnú hodnotu.

V **Kapitole 2** boli popísané všetky dôležité vstupné parametre a samotná databáza Sybil, ktorá je podkladom pre výpočet projekcií emisií z cestnej dopravy. Na samotný výpočet sa využíva model COPERT pomocou modulu CLI, ktorý umožňuje vniesť do modelu nové technológie, ktoré nie sú definované priamo modelom. Patria sem z emisného hľadiska málo preskúmané technológie ako napríklad motory na LNG, flexi fuel, e-fuel.

V modeli sú integrované základné emisné faktory, ktoré sa upravujú na základe vstupných parametrov zadaných užívateľom. Emisné faktory sú definované pre každý skleníkový plyn samostatne (metán a oxid dusný). Emisie oxidu uhličitého sú špecifické, keďže sa počítajú na základe pomeru vodíka a uhlíka v palivách a teda množstvo CO₂ je závislé na celkovom množstve spáleného paliva. Pre model boli použité aktuálne hodnoty pre rok 2020, okrem nových technológií, kde bolo nutné dodať priamo emisné faktory.

Z technologického hľadiska a využívania jednotlivých technológií v rámci jedného vozidla (plug-in hybridy, CNG, LPG) boli použité základné nastavenia. V prípade CNG a LPG sa predpokladá 100 % použitie týchto palív na úkor benzínu a v prípade plug-in hybridov je delenie v pomere 75 % v prospech benzínu a nafty a 25 % v prospech elektrickej energie (elektromotor). Nízky podiel využívania elektromotora je nastavený na základe viacerých štúdií, ktoré zosummarizovalo ICCT (International council on clean transportation) [26].

Do modelu boli vnesené aj minimálne a maximálne teploty, ktoré do určitej miery ovplyvňujú emisie. Využitý bol regionálny klimatický model KNMI-RACMO22E a jeho optimistický scenár RCP2.6.

Ďalšie vylepšenia prípravy projekcií emisií zo sektora cestná doprava by mali umožniť celý proces výpočtu zautomatizovať, čo by malo priniesť skrátenie výpočtového času a vytvorenie priestoru pre tvorbu väčšieho počtu scenárov a spracovanie citlivostnej analýzy.

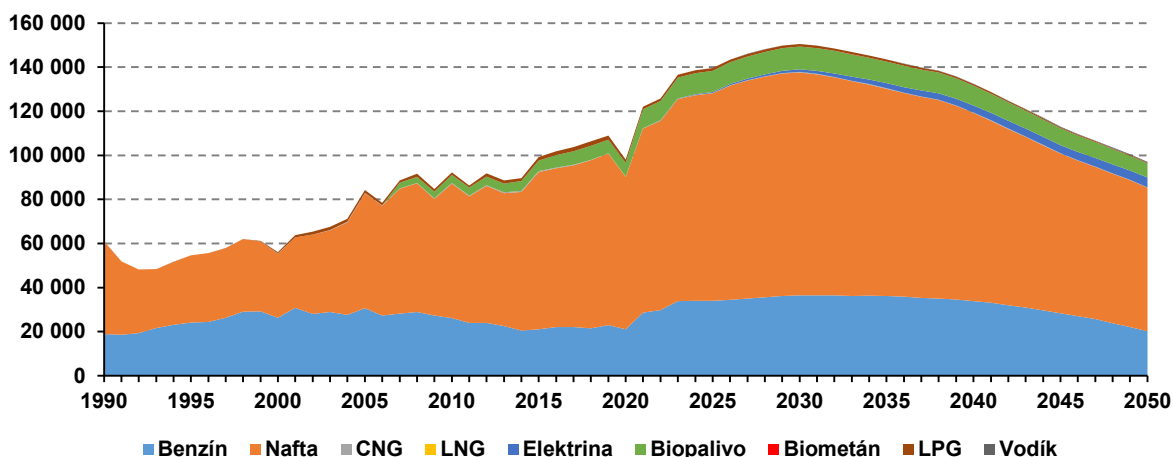
⁵ [Nariadenie \(EÚ\) 2018/842 o záväznom ročnom znižovaní emisií skleníkových plynov členskými štátmi v rokoch 2021 až 2030](#), ktorým sa prispieva k opatreniam v oblasti klímy zameraným na splnenie záväzkov podľa Parížskej dohody

⁶ Rozhodnutie 6/CP.25 „Revision of the UNFCCC reporting guidelines on national communications for Parties included in Annex I to the Convention“, vydané 16. marca 2020 v materiáli FCCC/CP/2019/13/Add.1.

5. VÝSTUPY A ZÁVER

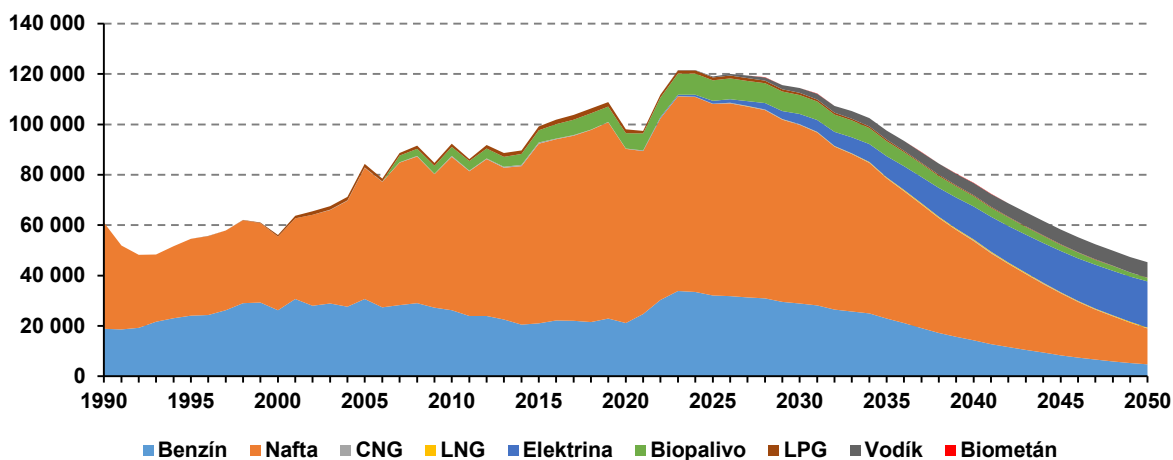
Z energetického hľadiska bude na Slovensku podľa scenára **WEM** až do roku 2050 dominovať nafta. Jej spotreba podľa tohto scenára bude pomaly klesať, ale aj v roku 2050 bude tvoriť až 67 % celkovej energetickej spotreby cestnej dopravy. Z ostatných alternatívnych palív bude najdominantnejšia spotreba elektrickej energie, ktorá postupne bude stúpať z podielu 1 % (1200 TJ alebo 330 GWh) v roku 2030 na približne 5 % (4 450 TJ alebo 1 230 GWh) v roku 2050 (**Obrázok 5.1**).

Obrázok 5.1: Historický vývoj energetickej potreby cestnej dopravy pre roky 1990 – 2020 a predpoklad vývoja podľa scenára **WEM**



V prípade scenára **WAM** sa v roku 2050 očakáva výrazná diverzifikácia a celkový pokles spotreby palív a energie. V tomto prípade bude najvyužívanejším zdrojom elektrická energia, ktorá by mala mať v roku 2030 podiel 3 % (4 000 TJ alebo 1 100 GWh) a v roku 2050 by mala mať až 40 % (18 300 TJ alebo 5 000 GWh) podiel na celkovej energetickej potrebe (**Obrázok 5.2**). Podobne významný, ale výrazne menší podiel bude mať stále nafta s podielom 62 % v roku 2030, ktorý sa zníži na polovicu (31 %) v roku 2050. Tento výrazný podiel napriek silnej dekarbonizácii je spôsobený najmä kategóriou nákladných vozidiel, ktorú je mimoriadne náročné dekarbonizovať a pritom udržať parametre, ktoré sa od nich vyžadujú.

Obrázok 5.2: Historický vývoj energetickej potreby cestnej dopravy pre roky 1990 – 2020 a predpoklad vývoja podľa scenára **WAM**



Výsledkom scenára **WEM** (*Tabuľka 5.1*) je nárast emisií skleníkových plynov, vyjadrených v CO₂ ekvivalentoch, v roku 2030 o 78 % v porovnaní s rokom 2005. Najväčší podiel na tomto náraste majú segmenty osobných vozidiel a ľahkých úžitkových vozidiel. Naopak, ťažké úžitkové vozidlá (nákladné autá nad 7,5 tony) prispievajú k tomuto nárastu len približne 5 %.

Tabuľka 5.1: Porovnanie úrovne skleníkových plynov s referenčnými rokmi v scenári WEM

WEM							
Plyn	Kategória emisií	2030		2035		2050	
		Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005
CO ₂ ekv.	Cestná doprava	142,1 %	78,0 %	129,0 %	68,3 %	50,2 %	10,4 %
CH ₄	Cestná doprava	-71,0 %	-68,0 %	-71,2 %	-68,3 %	-81,6 %	-79,8 %
N ₂ O	Cestná doprava	88,1 %	84,6 %	89,2 %	85,6 %	55,6 %	52,7 %
CO ₂	Cestná doprava	144,2 %	78,5 %	130,8 %	68,7 %	51,0 %	10,4 %
CO ₂	Osobná doprava	350,5 %	145,2 %	292,4 %	113,6 %	47,4 %	-19,8 %
CH ₄	Osobná doprava	-61,0 %	-56,9 %	-60,8 %	-56,7 %	-78,1 %	-75,8 %
N ₂ O	Osobná doprava	210,6 %	22,8 %	158,6 %	2,3 %	-14,5 %	-66,2 %
CO ₂	Ľahké úžitkové	424,4 %	57,1 %	484,9 %	75,2 %	538,1 %	91,1 %
CH ₄	Ľahké úžitkové	-79,2 %	-81,6 %	-76,5 %	-79,2 %	-59,9 %	-64,4 %
N ₂ O	Ľahké úžitkové	1706,0 %	153,9 %	1925,9 %	184,8 %	2267,8 %	232,9 %
CO ₂	Ťažké úžitkové a autobusy	6,6 %	17,8 %	7,6 %	18,9 %	-2,6 %	7,6 %
CH ₄	Ťažké úžitkové a autobusy	-87,3 %	-88,3 %	-89,6 %	-90,4 %	-92,2 %	-92,8 %
N ₂ O	Ťažké úžitkové a autobusy	19,5 %	197,1 %	34,8 %	235,4 %	42,3 %	254,0 %
CO ₂	L-kategórie	-32,0 %	5,4 %	-21,3 %	21,8 %	-22,2 %	20,5 %
CH ₄	L-kategórie	-86,0 %	-52,4 %	-83,9 %	-45,5 %	-83,2 %	-43,1 %
N ₂ O	L-kategórie	-13,7 %	7,3 %	3,4 %	28,5 %	8,4 %	34,7 %

Výstup scenára **WAM** (*Tabuľka 5.2*), ktorý je už aktuálne mimoriadne ambicióznym, hovorí o určitom stlmení nárastu emisií skleníkových plynov. Nárast v roku 2030 bude na úrovni 29 % v porovnaní s rokom 2005 a v roku 2050 bude vďaka opatreniam zavedeným v tomto scenári možné dosiahnuť zníženie emisií zhruba o 75 % oproti úrovni z roku 2005. V tomto prípade je nutné podotknúť, že najsilnejším opatrením bude povinnosť výrobcov znížiť emisie CO₂ u nových vozidiel po roku 2035 o 100 %. **V prípade, ak dôjde k posunu tohto termínu, bude to mať výrazný dopad na budúce emisie do roku 2050 a je veľmi pravdepodobné, že Slovensko práve kvôli cestnej doprave nebude schopné splniť záväzok uhlíkovej neutrality.**

Tabuľka 5.2: Porovnanie úrovne skleníkových plynov s referenčnými rokmi v scenári WAM

WAM							
Plyn	Kategória emisií	2030		2035		2050	
		Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005
CO ₂ ekv.	Cestná doprava	75,6 %	29,0 %	38,5 %	1,8 %	-66,0 %	-80,6 %
CH ₄	Cestná doprava	-76,1 %	-73,7 %	-79,7 %	-77,6 %	-93,0 %	-92,3 %
N ₂ O	Cestná doprava	15,8 %	13,6 %	-4,3 %	-6,1 %	-68,4 %	-68,9 %
CO ₂	Cestná doprava	77,3 %	29,6 %	39,8 %	2,2 %	-65,8 %	-75,0 %
CO ₂	Osobná doprava	245,7 %	88,1 %	136,8 %	28,9 %	-79,0 %	-88,6 %
CH ₄	Osobná doprava	-67,6 %	-64,2 %	-74,3 %	-71,6 %	-94,2 %	-93,6 %
N ₂ O	Osobná doprava	121,1 %	-12,6 %	45,4 %	-42,5 %	-90,8 %	-96,3 %
CO ₂	Ľahké úžitkové	414,2 %	54,0 %	418,3 %	55,2 %	58,6 %	-52,5 %

WAM							
Plyn	Kategória emisií	2030		2035		2050	
		Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005	Porovnanie s rokom 1990	Porovnanie s rokom 2005
CH ₄	Lahké úžitkové	-79,0 %	-81,3 %	-78,3 %	-80,8 %	-87,6 %	-89,0 %
N ₂ O	Lahké úžitkové	1634,7 %	143,9 %	1661,3 %	147,6 %	455,5 %	-21,9 %
CO ₂	Ťažké úžitkové a autobusy	-48,1 %	-42,7 %	-54,0 %	-49,2 %	-74,1 %	-71,4 %
CH ₄	Ťažké úžitkové a autobusy	-91,6 %	-92,3 %	-90,7 %	-91,4 %	-94,5 %	-95,0 %
N ₂ O	Ťažké úžitkové a autobusy	-47,4 %	30,8 %	-49,4 %	25,8 %	-70,0 %	-25,3 %
CO ₂	L-kategórie	-32,0 %	5,4 %	-21,3 %	21,8 %	-22,2 %	20,5 %
CH ₄	L-kategórie	-86,0 %	-52,4 %	-83,9 %	-45,5 %	-83,2 %	-43,1 %
N ₂ O	L-kategórie	-13,7 %	7,3 %	3,4 %	28,5 %	8,4 %	34,7 %

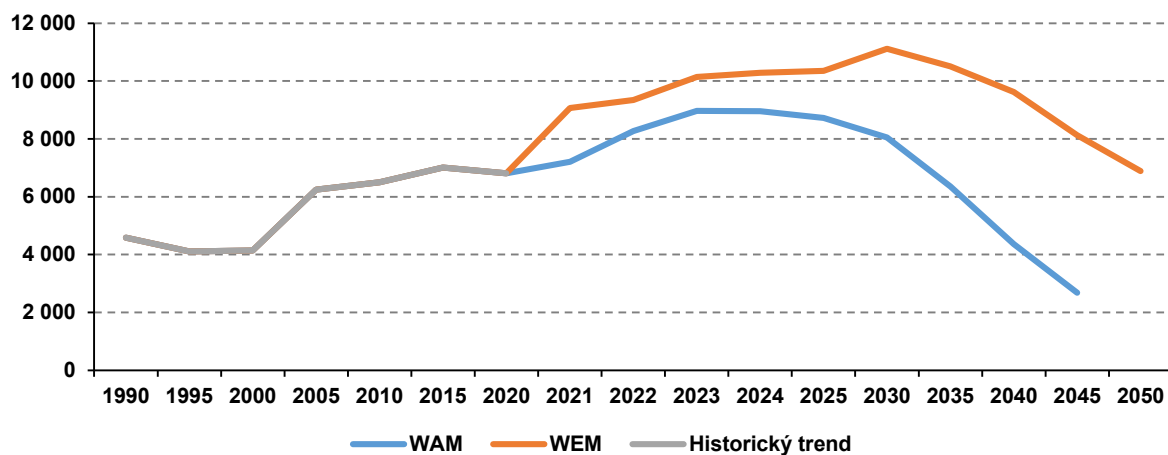
Celkové emisie skleníkových plynov z cestnej dopravy na Slovensku v scenári **WAM** sa zvýšia o +29 % v roku 2030 oproti roku 2005, ale znížia o -81 % v roku 2050 oproti roku 2005 (**Tabuľka 5.3**). Zvýšenie je spôsobené absenciou účinnejšej legislatívy na obmedzenie využívania cestnej dopravy konvenčného typu.

Tabuľka 5.3: Projekcie emisií skleníkových plynov z cestnej dopravy podľa scenára **WAM** do roku 2050

Kategória 1.A.3.b - Cestná doprava									
1.A.3.b	1990	2005	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Gg CO ₂ ekvivalentov								
	4 588,64	6 243,73	6 813,31	8 724,45	8 055,48	6 353,96	4 364,59	2 680,86	1 560,42
oproti roku 2005					+29,02 %				-80,63 %
oproti roku 1990					+ 43,04 %				-65,99 %

Obrázok 5.3 ukazuje porovnanie scenárov **WEM** a **WAM**, ako aj priebeh modelového trendu projekcií emisií do roku 2050.

Obrázok 5.3: Vývoj emisií skleníkových plynov vyjadrený v Gg CO₂ ekvivalentoch podľa scenárov **WEM** a **WAM**



ZDROJE A LITERATÚRA

- [1] Aristotle University of Thessaloniki (LAT/AUTH), „Project FLEETS,“ 2005. [Online]: http://www.e3mlab.eu/e3mlab/index.php?option=com_content&view=article&id=75:fleets&catid=38:energy-policy-projects&Itemid=59&lang=en.
- [2] EMISIA, „Project TRACCS,“ 2010. [Online]: <https://traccs.emisia.com/> . [Cit. 2022].
- [3] EMISIA, „Project NMP: New Mobility Patterns in European Cities,“ 2022. [Online]: <https://www.emisia.com/news/new-project-for-ec-dg-move/>. [Cit. 2022].
- [4] European Commission, „EU transport figures: Statistical pocketbook 2021,“ Publications Office, 2021. [Online]: <https://data.europa.eu/doi/10.2832/27610>. [Cit. 2022].
- [5] E. Commision, D.-G. f. Energy, D.-G. f. M. a. Transport, G. Asimakopoulou, A. De VIta, P. Capros, L. Paroussos, K. Fragkiadakis, P. Karkatsoulis, L. Höglund-Isaksson, W. Winiwarter, P. Purohit, A. Gómez-Sanabria, P. Rafaj, L. Warnecke, A. Deppermann, M. Gusti, S. Frank, P. Lauri, F. Fulvio di, A. Florou, M. Kannavou, N. Forsell, T. Fotiou, P. Siskos, P. Havlík, T. Kalokyris, I. Tsiropoulos, S. Evangelopoulos, P. Witzke, M. Kesting, N. Katoufa, I. Mitsios a D.-G. f. C. Action, EU reference scenario 2020 : energy, transport and GHG emissions : trends to 2050, Brusel: Publications Office, 2021.
- [6] J. Horváth, J. Labovský, Z. Jonáček a L. Zetochová, „Improving the allocation of road transport emissions in AEA module and coherence between AEA and PEFA modules,“ 2022. [Online]: <https://oeab.shmu.sk/app/cmsSiteBoxAttachment.php?ID=85&cmsDataID=0>. [Cit. 2022].
- [7] MŽP SR, „Nízkouhlíková stratégia SR,“ Ministerstvo životného prostredia, 2020. [Online]: <https://www.minzp.sk/klima/nizkoughlikova-strategia/>. [Cit. 2022].
- [8] MH SR, „Akčný plán rozvoja elektromobility v Slovenskej republike,“ 2019. [Online]: <https://www.mhsr.sk/uploads/files/5wuw3Lle.pdf>. [Cit. 2022].
- [9] European Commission, „Integrated National Energy and Climate plan for 2021 to 2030 for Slovakia,“ 2019. [Online]: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/sk_final_necp_main_en.pdf. [Cit. 2022].
- [10] European Commission, „National Air pollution control programme,“ 2019. [Online]: https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en. [Cit. 2022].
- [11] MDV SR, „Strategický plán rozvoja dopravy SR do roku 2030,“ 2016. [Online]: file:///C:/Users/p5977/Documents/DP/lit/Strategicky_plan_2030.pdf. [Cit. 2022].
- [12] European Commission, „Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union and Climate Action,“ 2018. [Online]: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0001.01.ENG. [Cit. 7 2022].
- [13] MH SR, „Národný politický rámec pre rozvoj tru s alternatívnymi palivami,“ 2019. [Online]: <https://www.economy.gov.sk/uploads/files/crnjLk.pdf>. [Cit. 2022].
- [14] European Commission, „A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe,“ 2020. [Online]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301>. [Cit. 2022].
- [15] „Zákon č. 309/2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov,“ [Online]. [Cit. 2022].

- [16] European Commission, „EU Green Deal,“ 2019. [Online]: <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal#documents>. [Cit. 2022].
- [17] European Commission, „Fit for 55,“ 2021. [Online]: https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/oznamenie_celex-52021dc0550-sk-txt.pdf. [Cit. 2022].
- [18] European Commission, „Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources,“ 2018. [Online]: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC. [Cit. 2022].
- [19] European Commission, „Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council setting CO2 emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles,“ 2019. [Online]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0631>. [Cit. 2022].
- [20] European Commission, „Regulation (EU) 2019/1242 of the European Parliament and of the Council setting CO2 emission performance standards for new heavy-duty vehicles,“ 2019. [Online]: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1242/oj>.
- [21] ERTRAC, „Future Light and Heavy Duty ICE Powertrain Technologies,“ European Road Transport Research Advisory Council, 2016. [Online]: https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id42/2016-06-09_Future%20ICE_Powertrain_Technologies_final.pdf. [Cit. 2022].
- [22] European Commission, „Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC,“ 2016. [Online]: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2016.344.01.0001.01.ENG. [Cit. 2022].
- [23] MDV SR, „Plán dopravnej obslužnosti Slovenska pre železničnú osobnú dopravu,“ 2022. [Online]: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/strategia/verejna-osobna-doprava/plan-dpravnej-obslužnosti-slovenska-pre-zeleznicnu-osobnu-dopravu>. [Cit. 2022].
- [24] MDV SR, „Cyklistická doprava a cykloturistika,“ 2015. [Online]: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/strategia/cyklisticka-doprava-a-cykloturistika>. [Cit. 2022].
- [25] European Environmental Agency, „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019–Update Oct. 2021 on road transport,“ 2021. [Online]: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>. [Cit. 2022].
- [26] P. Plötz, C. Moll, G. Bieker a P. Mock, „Real-world usage of plug-in hybrid electric vehicles fuel consumption, electric driving, and CO2 emissions,“ 2020. [Online]: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/PHEV-white-paper-sept2020-0.pdf>. [Cit. 7 2022].
- [27] European Commission, „Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality,“ 2021. [Online]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>. [Cit. 2022].