

Zkapalněný biometan jako klíčový prvek pro dekarbonizaci nákladní silniční dopravy

Liquefied Biomethane As A Key Element For The Decarbonisation Of Heavy-Duty Freight Transport

Autor: B.Sc. Sebastian Šíl

Universität Leipzig

Souhrn:

Zkapalněný biometan představuje klíčovou technologii pro dekarbonizaci nákladní silniční dopravy díky výraznému snížení Well-to-Wheel emisí, s možností dosažení negativní uhlíkové bilance, a snadné implementaci. Jeho rozšíření však vyžaduje cílené ekonomické a regulační nástroje, jako jsou daňové úlevy, aktivní trh s emisními povolenkami, dotace na nákup nových vozidel a zvýhodněné mýtné, snižující nákladový rozdíl oproti fosilním palivům. Zároveň je nezbytné investovat do rozvoje infrastruktury a zvýšit dostupnost zkapalněného biometanu. Tato opatření usnadní obnovu vozového parku v České republice a přispějí k dosažení klimatických cílů, aniž by se ohrozila ekonomická stabilita.

Klíčová slova

Zkapalněný biometan, bioLNG, dekarbonizace, Well-to-Wheel, Zelená dohoda, nákladní silniční doprava, alternativní paliva, CO₂e emise

Summary:

Liquefied biomethane is a key technology for the decarbonisation of heavy-duty freight transport, offering substantial Well-to-Wheel emissions reduction with the potential to achieve a negative carbon balance, and its ease of implementation. However, its widespread adoption necessitates targeted economic and regulatory instruments, including tax incentives, an active market for emission allowances, subsidies for purchasing new vehicles, and preferential toll rates to bridge the cost disparity with fossil fuels. At the same time, investments in infrastructure development and the expansion of liquefied biomethane availability are imperative. These measures will support the modernisation of vehicle fleets in the Czech Republic and contribute to achieving climate objectives without compromising economic stability.

Key Words

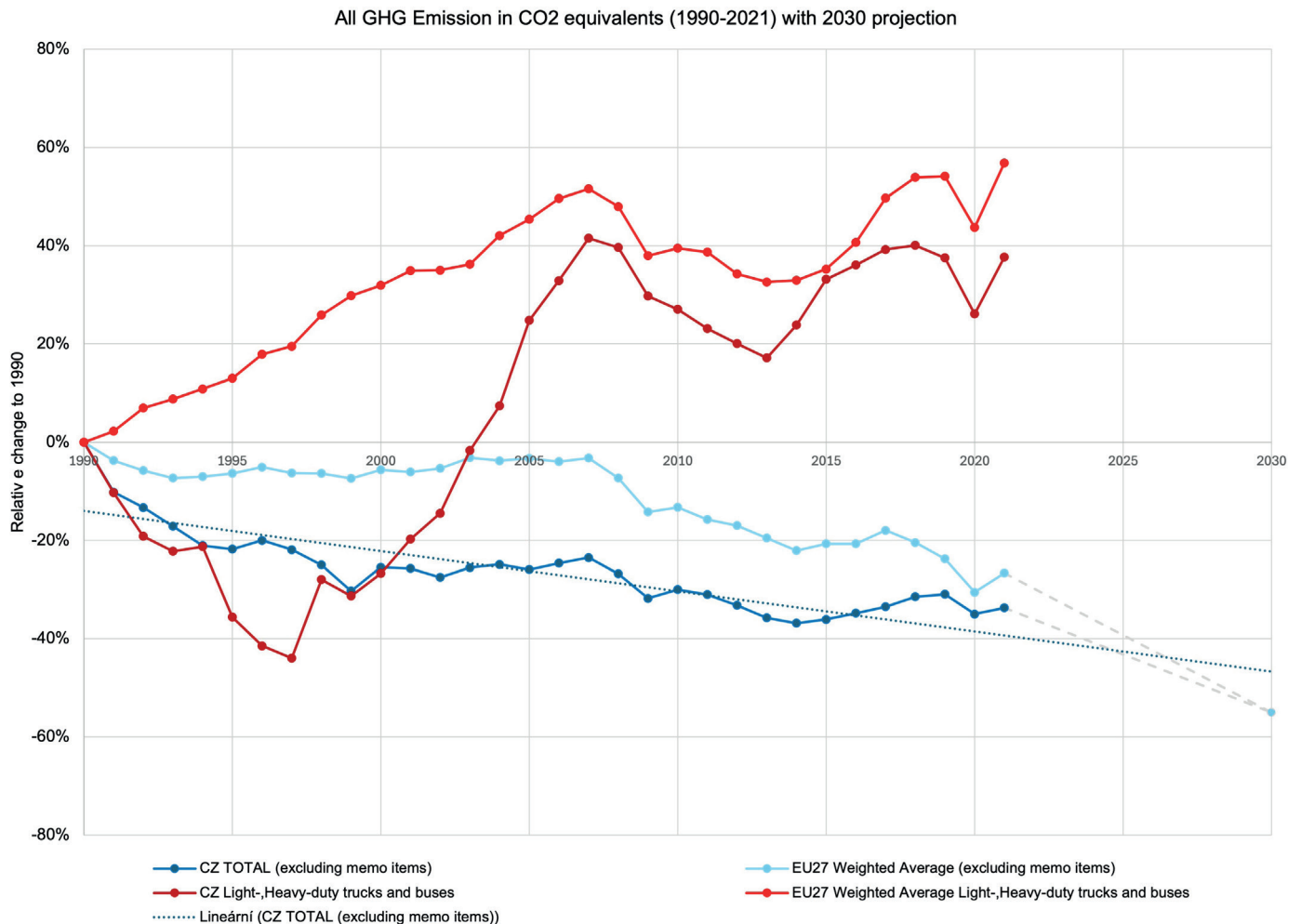
Liquefied biomethane, bioLNG, Decarbonisation, Well-to-Wheel, Green Deal, Road Freight Transport, Alternative Fuels, CO₂e Emissions

Předmluva autora

Evropa v současnosti čelí jedné z největších výzev své moderní historie – jak dosáhnout ambiciózních klimatických cílů Zelené dohody, aniž by tím ohrozila pozitivní ekonomický růst a stabilitu. Diskuse o realizovatelnosti těchto cílů nabírají na intenzitě. Stále častěji se objevují názory, že jednostranné zaměření na elektromobilitu nemusí být univerzálním řešením. Nákladní silniční doprava¹⁾ je jako zásadní prvek evropské ekonomiky klíčovým hráčem v této transformaci. Zajišťuje více než dvě třetiny pozemní přepravy zboží, a přitom je jedním

z významných sektorů produkujících emise skleníkových plynů. Její role nelze přehlížet ani pro obchodní vazby, ani pro celkový růst hospodářství.

Pro dosažení klimatických cílů je nezbytné přijmout holistický přístup, který umožní rovnoměrný rozvoj a implementaci všech účinných technologií a alternativních paliv.²⁾ Mezi těmito technologiemi zaujímá zkapalněný biometan (bioLNG) specifické postavení. Díky své schopnosti výrazně snižovat emise a v některých případech dosahovat i negativní uhlíkové bilance má potenciál stát se jedním z klíčových nástrojů dekarbonizace nákladní silniční



Obr. 1: Srovnání vývoje celkových emisí a emisí nákladní dopravy v České republice k roku 1990, s porovnáním evropského průměru*). Zelená přerušovaná linka představuje cílovou hodnotu: 55% snížení emisí oproti roku 1990 a modrá přerušovaná linka lineární predikci pro Českou republiku (vlastní ilustrace na základě Eurostat, 2024a)

*) V porovnání EU27 Average Light-,Heavy-duty trucks and buses bylo vyloučeno Finsko, kde data nebyla obsažena.

- 1) Nákladní silniční dopravou se v tomto článku rozumí těžká silniční nákladní doprava, konkrétně vozidla kategorie N3 – motorová vozidla s maximální hmotností převyšující 12 tun, jak je definováno v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/858 ze dne 30. května 2018 o schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla a o dozoru nad trhem s nimi, o změně nařízení (ES) č. 715/2007 a č. 595/2009 a o zrušení směrnice 2007/46/ES.
- 2) Pojem „palivo“ v této práci označuje energii potřebnou k provozu určitého hnacího ústrojí, zahrnuje tedy jak kapalná a plynná paliva, tak i elektřinu. Pojem „alternativní palivo“ se rozumí paliva nebo zdroje energie definované v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/1804 ze dne 13. září 2023 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a o zrušení směrnice 2014/94/EU.

dopravy. Tento závěr potvrzují i další odborné studie, které ukazují na nenahraditelnou roli biometanu v energetickém mixu budoucnosti. Situace na evropském trhu však není jednotná. Rozdíly v infrastruktuře, regulačních rámcích a ekonomických pobídkách brzdí rychlejší implementaci, a právě zde má Česká republika příležitost ukázat cestu.

Aktivním přístupem k rozvoji biometanu a jeho integrací do energetického mixu může Česká republika nejen přispět ke splnění evropských klimatických cílů, ale také se stát inspirací pro ostatní státy Evropské unie. Společný postup a efektivní implementace technologických inovací jsou nezbytné pro to, aby se ambice Zelené dohody staly reálným a dosažitelným cílem.

1 Význam dekarbonizace nákladní silniční dopravy

Přechod na obnovitelné zdroje energie představuje zásadní krok v boji proti klimatické krizi, která ohrožuje nejen životní prostředí, ale i dlouhodobou udržitelnost ekonomiky. Zelená dohoda pro Evropu stanovuje ambiciózní cíle, mezi nimiž vyniká takzvaný Fit for 55, balíček opatření, který má za cíl snížení emisí skleníkových plynů o 55 % do roku 2030 s porovnáním k roku 1990, a dosažení klimatické neutrality do roku 2050. Tyto cíle jsou právně závazné a regulované evropskou legislativou, například prostřednictvím Evropského klimatického zákona.³⁾

Nákladní silniční doprava hraje v tomto procesu klíčovou roli, neboť zajišťuje přibližně 77 % pozemní přepravy zboží v Evropské unii a tvoří páteř evropského obchodu (Eurostat, 2022). Transportní sektor poskytuje napřímo na 10 milionů pracovních pozic a představuje signifikantních 5 % evropského hrubého domácího produktu (HDP) (European Commission, 2020, s. 2). Zároveň růst tohoto odvětví vykazuje elasticitu s růstem HDP (Kamakaté & Schipper, 2009, s. 3745), který v poslední dekádě vykazoval pozitivní hodnoty⁴⁾, implikující zvyšující se budoucí aktivitu v nákladní silniční dopravě. V evropském měřítku se na celkové produkci skleníkových plynů těžká nákladní vozidla a autobusy podílejí 6,5 %. Ačkoli se toto číslo může jevit jako malá část, jedná se zhruba o 211 milionů tun CO₂e (European Environmental Agency, 2024 citovaná v Eurostat, 2024a). V případě České republiky, emise z těžkých nákladních vozidel a autobusů představují kolem 6 % z celkové produkce emisí České republiky, rovnající se zhruba 7,74 milionům tun CO₂e. Emise z dopravy v České republice představují 3% podíl na celkových emisích z dopravy v EU (European Environment Agency, 2024 citovaná v Eurostat, 2024a).

Česká republika k roku 2021 v rámci Fit for 55 dokázala snížit emise o 34 % ve srovnání s rokem 1990. Na obrázku č. 1 lze vidět, že se České republice daří držet pod průměrem EU27. Nicméně z grafu je patrné, že musí ještě dojít k razantnímu snížení a expanzi dekarbonizačního trendu tak, aby byl cíl pro rok 2030 dosažen. Dále je z grafu možné vyčíst, že ač sice dochází ke snižování celkových emisí, emise v nákladní silniční dopravě v České republice od roku 2004 začínají růst oproti roku 1990 a tento trend stále pokračuje. Na konci roku 2021 Česká republika měla o 38 % více emisí v nákladní silniční dopravě, než tomu bylo tak v roce 1990. Stále se ale také drží pod evropským průměrem. Grafika na obrázku č. 1 nám proto naznačuje, že je vhodné se zaměřit na signifikantnější dekarbonizaci nákladního silničního sektoru. Veškerý dopravní sektor pak podléhá novějšímu cíli, spadajícímu pod ETS II⁵⁾, a to 42% snížení emisí do roku 2030 oproti roku 2005. Nicméně obrázek č. 1 přehledně ukazuje vývoj z většího historického hlediska zaměřeného pouze na Fit for 55.

Decarbonizace není o jednom řešení, ale o podpoře všech smysluplných technologií.

Na rozdíl od segmentu osobní silniční přepravy, který se na celkových emisích z dopravy podílí zatím největší měrou, mají těžká nákladní vozidla vzhledem ke své velikosti, hmotnosti a dlouhým vzdálenostem, které musí urazit, mnohem vyšší spotřebu energie na jednotku. Strategie pro dekarbonizaci se proto musí lišit. Snižování emisí v sektoru nákladní silniční dopravy je však možné dosáhnout již dnes, a to díky prostřednictvím pokroku v oblasti palivové účinnosti, zavádění alternativních paliv a nových technologií. Je také důležité zmínit, že investice do tohoto sektoru přináší mnoho dalších výhod, jako je lepší logistická efektivita a potenciální úspory nákladů pro podniky.

2 Energetický mix budoucnosti a role zkapalněného biometanu v nákladní silniční dopravě

Decarbonizace nákladní silniční dopravy vyžaduje diverzifikovaný přístup, který kombinuje různé technologie a zdroje energie. BioLNG může být v tomto mixu hnací silou především díky své schopnosti dosáhnout nízkých nebo dokonce negativních emisí skleníkových plynů a díky své vysoké energetické hustotě, která je klíčová pro těžká nákladní vozidla na dlouhé vzdálenosti. Následující podkapitoly se zabývají výhodami bioLNG, limity elektri-

3) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/1119 ze dne 30. června 2021, kterým se stanoví rámec pro dosažení klimatické neutrality a mění nařízení (ES) č. 401/2009 a nařízení (EU) 2018/1999 („evropský právní rámec pro klima“).

4) S výjimkou světové finanční krize v roce 2009 a covid-19 recese v roce 2020.

5) Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/959 ze dne 10. května 2023, kterou se mění směrnice 2003/87/ES o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů v Unii a rozhodnutí (EU) 2015/1814 o vytvoření a uplatňování rezervy tržní stability pro systém Unie pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů.

fikace a agregátními energetickými potřebami sektoru nákladní silniční dopravy.

Důležité je podotknout, že významný podíl na budoucí podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů má RED III⁶⁾. Dodavatelé paliv jednotlivých členských států budou mít povinnost zajistit 29% podíl energie z obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie v odvětví dopravy do roku 2030, nebo do téhož roku dosáhnout snížení intenzity emisí skleníkových plynů v dopravě o 14,5 %. V tomto rámci je stanoven kombinovaný závazný dílčí cíl 5,5 % pro pokročilá biopaliva a obnovitelná paliva nebiologického původu (RFNBO), přičemž do roku 2030 musí být dosaženo minimálně 1 % RFNBO. Pro členské státy to znamená, že by měly vytvářet funkční rámce pro aktivní podporu a zvyšování podílu obnovitelných paliv na trhu.

2.1 Zkapalněný biometan vs. ostatní alternativní paliva

Biometan vyráběný z obnovitelných zdrojů, jako je například biologický odpad nebo hnůj, nabízí výraznou redukci emisí skleníkových plynů. Jeho produkce zahrnuje zachytávání metanu (CH₄), mající 28x vyšší skleníkový potenciál než CO₂ (IPCC, 2023), a uzavření uhlíkového cyklu, což může vést k téměř nulovým nebo dokonce negativním emisím CO₂e. Dále je nutné podotknout, že by se mělo vyvarovat situace, aby byl biometan vyráběn ze surovin, které jsou určeny ke spotřebě, jako například kukuřice. V porovnání s konvenčními fosilními palivy nabízí tedy bioLNG signifikantní snížení emisí na bázi Well-to-Wheel (WtW), viz obrázek č. 2. To z něj momentálně činí jedno

z neefektivnějších paliv pro těžkou silniční nákladní dopravu. Přístup WtW, na rozdíl od metody Tank-to-Wheel (TtW), zahrnuje větší rámec životního cyklu paliva a poskytuje přesnější obraz o jeho skutečném environmentálním přínosu (viz kapitola 5.2). Proto je stěžejní, aby tato metodologie byla zahrnuta v legislativě jako primární⁷⁾.

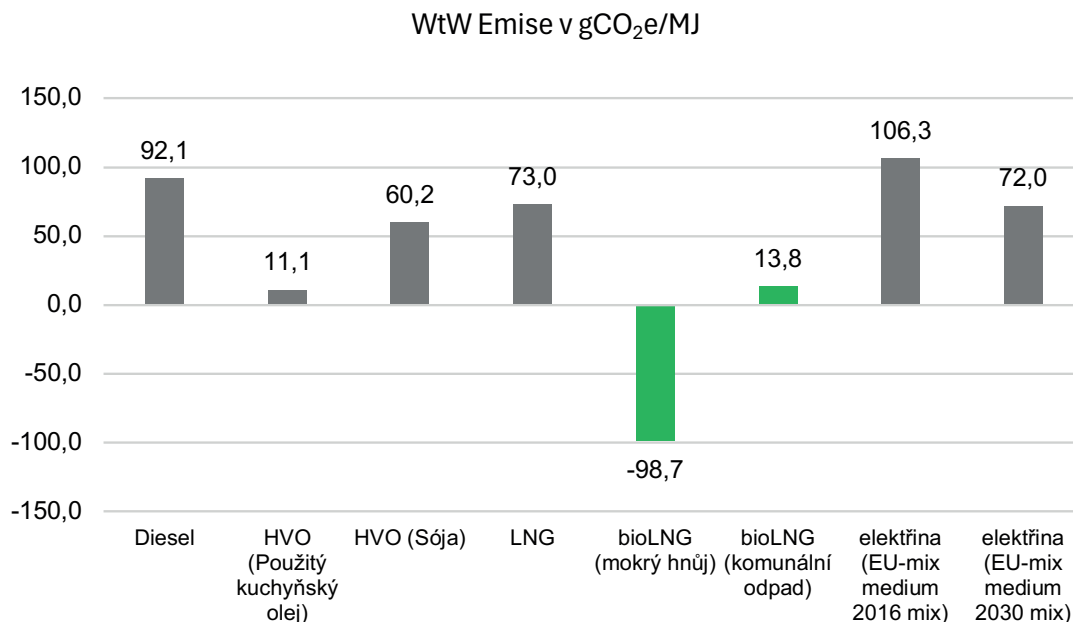
Energetická hustota je další zásadní parametr při hodnocení vhodnosti paliv pro těžká nákladní vozidla, kde bioLNG představuje určité výhody oproti ostatním palivům. Na obrázku č. 3 je možné vidět srovnání pěti nejrelevantnějších paliv pro nákladní dopravu – nafty, HVO100, bioLNG, bateriového článku (lithium-ion) a vodíku.

Nafta – Vysoká gravimetrická i objemová hustota energie dělá z nafty ideální palivo pro dálkovou dopravu díky nízké hmotnosti a kompaktní velikosti nádrže, což minimalizuje ztrátu přepravní kapacity.

HVO100 – Mírně vyšší gravimetrická hustota energie než nafta nabízí výhodu vyšší účinnosti, při zachování kompatibility s existující infrastrukturou a nádržemi, což usnadňuje přechod k tomuto alternativnímu palivu.

bioLNG – Vyšší gravimetrická hustota energie poskytuje velkou výhodu na dlouhé vzdálenosti, avšak nižší objemová hustota a nutnost kryogenního skladování zvyšují požadavky na prostor a technologie.

Bateriový článek – Velmi nízká gravimetrická i objemová hustota vyžaduje těžké a objemné baterie, což může být

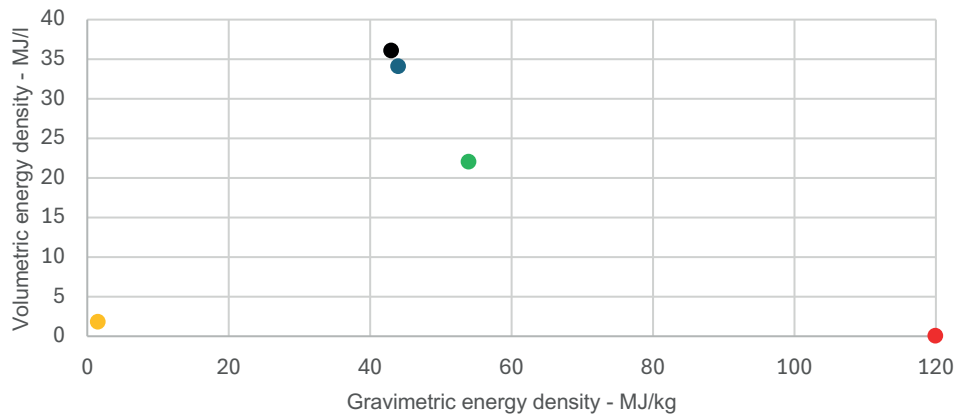


Obr. 2: Srovnání emisí WtW (vlastní ilustrace na základě European Commission: Joint Research Centre et al., 2020)

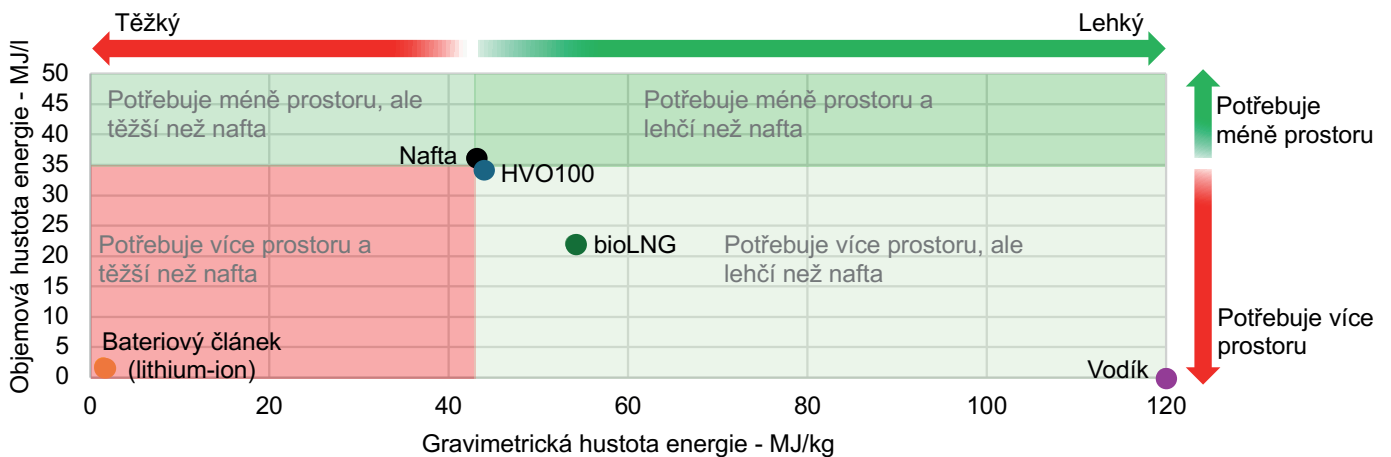
6) Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652.

7) Neboť vyhodnocení kompletního životního cyklu (LCA) je již příliš komplexní.

Energy density of available renewable fuels



Hustota energie dostupných alternatívnych palív



Obr. 3: Matrix zobrazujúcej energetické hustoty alternatívnych palív (vlastní ilustrace na základě Ryste et al., 2019, s.4)

limitujícím faktorem pro dálkovou silniční dopravu. Nicméně pro městskou dopravu a krátké vzdálenosti – „last-mile delivery“, mají bateriové články vhodné vlastnosti.

Vodík – Nejvyšší gravimetrická hustota energie činí vodík lehkým a atraktivním palivem, ale nízká objemová hustota vyžaduje složité skladovací systémy, což představuje momentálně výzvu pro jeho širší nasazení.

2.2 Biometan v kontextu RED III

Biometan jako palivo v dopravním sektoru podléhá regulacím stanoveným v aktualizované směrnici RED III, která určuje emisní faktory a požadavky na minimální úspory skleníkových plynů. Pro výpočet emisních úspor u biopaliv se jako referenční hodnota fosilního paliva stanovuje emisní faktor 94 g CO₂e/MJ. Kromě toho směrnice RED III umožňuje započítat energii, vyrobenou z obnovitelných paliv s obsahem uhlíku do stanovených cílů pouze za podmínky, že tato paliva dosáhnou

minimálně 70% úspory emisí skleníkových plynů oproti referenční hodnotě ((EU) 2023/2413, Článek 29a).

Z těchto regulací vyplývá, že v tomto kontextu je relevantní pouze bioLNG s emisní stopou nepřesahující 28 g CO₂e/MJ. BioLNG splňující tento limit lze nejen započítat do cílů stanovených směrnicí RED III, ale také využít například v rámci GHG protokolu pro vykazování emisních úspor podniků. Dopravci by proto při výběru bioLNG měli zohlednit nejen jeho cenu a dostupnost, ale také jeho certifikovanou uhlíkovou stopu, která zásadně ovlivňuje jeho využitelnost v dekarbonizačních strategiích. Snížení emisní stopy bioLNG obvykle znamená vyšší cenu, jelikož jeho výroba je technologicky náročnější a vyžaduje specifické vstupní suroviny, například organický odpad nebo kravský hnůj. Z tohoto důvodu by strategické rozhodování o nákupu bioLNG mělo vycházet nejen z ekonomických faktorů, ale i z jeho dopadu na emisní bilanci společnosti, regulačních výhod a možností jeho započítání do ESG reportingu.

2.3. Elektrifikace těžké nákladní silniční dopravy a začlenění alternativních paliv

Těžká silniční nákladní doprava se vyznačuje několika specifiky, přičemž klíčovými aspekty jsou její zaměření na profitabilitu a provozní efektivitu. Z širšího hlediska tyto priority dále podtrhuje takzvaný Green Deal Trilemma, které vyžaduje rovnováhu mezi dosažením uhlíkové neutrality, zachováním konkurenceschopnosti a zajištěním bezpečných dodávek energie (World Energy Council, 2020). Realizace těchto cílů představuje zásadní předpoklad pro úspěšnou implementaci nových řešení, která však musí být hodnocena realisticky a pragmaticky.

Intenzivní tlak na elektrifikaci dopravy je logický především v segmentu osobních automobilů. Klíčovým faktorem v této oblasti je zajištění spotřeby elektrické energie vyráběné z obnovitelných zdrojů energie (OZE). V roce 2022 se OZE v České republice podílely na spotřebě elektřiny v dopravě přibližně 7,2 % (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2022, s. 14), což zdůrazňuje nutnost výrazného navýšení tohoto podílu pro zajištění skutečně čisté elektrifikace. Elektrifikace těžké nákladní dopravy představuje další výzvy. Pro lepší pochopení je třeba zvážit současná fakta. Elektrický tahač třídy N3, který ročně ujede odhadovaných 100 000 km, spotřebuje přibližně 122 840⁸⁾ kWh elektrické energie. Tato hodnota odpovídá roční spotřebě 27–35⁹⁾ průměrných domácností v EU, majících spotřebu mezi 3500 až 4500 kWh ročně (German Federal Statistical Office 2020; GfK Belgium consortium, 2017, s. 129). Pokud by došlo k úplné elektrifikaci flotily těžkých nákladních vozidel v EU, bylo by ročně zapotřebí přibližně 737¹⁰⁾ TWh elektrické energie. Toto množství převyšuje jak současnou produkci obnovitelné energie v EU – 621¹¹⁾ TWh, tak celkovou spotřebu domácností. Z těchto důvodů je nezbytné považovat ostatní paliva za relevantní, přičemž regulace jako AFIR¹²⁾ a RED III jsou jejich ústředním prvkem.

bioLNG má optimální fyzikální vlastnosti pro dálkovou nákladní dopravu a rozvinutou infrastrukturu. Přístup WtW však musí být prioritou.

Navíc je současná infrastruktura pro podporu elektrifikace těžké silniční dopravy ve východní a střední Evropě značně nedostatečná. Její rozvoj však bude probíhat exponenciálně díky cílům zakotveným v AFIR, který stanovuje, že členské státy musejí zajistit, aby již do 31. prosince 2025 byly podél alespoň 15 % délky

silniční sítě TEN-T zavedeny veřejně přístupné dobíjecí parky pro těžká elektrická vozidla v každém směru jízdy. Česká republika však zatím v tomto směru zaostává za ostatními zeměmi, jak nabíjecími body pro těžká nákladní vozidla, registracemi, tak i podporou. Elektrifikace se neobejde bez dotačních struktur, neboť prodeje nových vozidel stagnují (ACEA, 2024). Jedině úspěšnými prodeji a podporou dobíjecí infrastruktury se může stimulovat poptávka motivující společnosti k investicím do rozšíření infrastruktury. Zároveň je třeba si uvědomit, že dotace pokrývající pouze počáteční investici na výstavbu jsou v určitém hledisku neatraktivní, neboť právě provozní náklady mohou dostat investory do ztráty. Dosavadní počet dobíjecích stanic pro těžká nákladní vozidla v České republice je tak nulový. Další významnou výzvou je zdroj elektrické energie. Do doby, než se podíl bezemisní elektřiny výrazně zvýší, elektrifikace těžké dopravy musí být napájena z fosilních zdrojů, což výrazně snižuje její ekologický přínos. Z těchto důvodů je z hlediska střednědobého horizontu racionální začlenit také alternativní paliva jako součást přechodu k udržitelnější silniční dopravě. Paralelní podpora pro využití biometanu pro dosahování závazků vůči EU dává v tomto směru smysl, neboť plyn nabízí již dostatečnou infrastrukturu podél TEN-T a dochází k razantnímu snižování emisí.

2.4 Energetický mix budoucnosti a regulační rámce, které ho ovlivňují

Podle studie Maedge a NGVA Europe (2024) se předpokládá, že do roku 2050 bude evropský energetický mix pro nákladní silniční dopravu zahrnovat diverzifikované zdroje energie: 192 TWh (28 %) budou tvořit obnovitelné kapaliny, jako jsou HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) a e-paliva, 154 TWh (18 %) případně na bioLNG, 125 TWh (33 %) na elektřinu a 94 TWh (21 %) na vodík. Tato rozmanitost energetických zdrojů podtrhuje nezbytnost využití více technologií pro dosažení ambiciózních klimatických cílů EU. Odhaduje se, že pokud bude jeho potenciál plně využit, mohl by přispět ke snížení emisí o 42 milionů tun CO₂e ročně do roku 2050 (Maedge & NGVA Europe, 2024). Význam bioLNG a dalších alternativních paliv dále podporuje studie Kramer et al. (2021), která analyzovala scénáře dekarbonizace těžké nákladní dopravy v Evropě. Klíčovým závěrem bylo, že kombinovaný přístup, který zahrnuje bioLNG, HVO, elektřinu a vodík, může výrazně urychlit snížení kumulativních emisí skleníkových plynů. Naopak scénář spoléhající výhradně na jednu technologii (např. BEV) by vedl k o 39 % vyšším kumulativním emisím do roku 2050 ve srovnání s kombinovaným přístupem (Kramer et al., 2021, s. 11–19). Tato tvrzení potvrzuje i studie

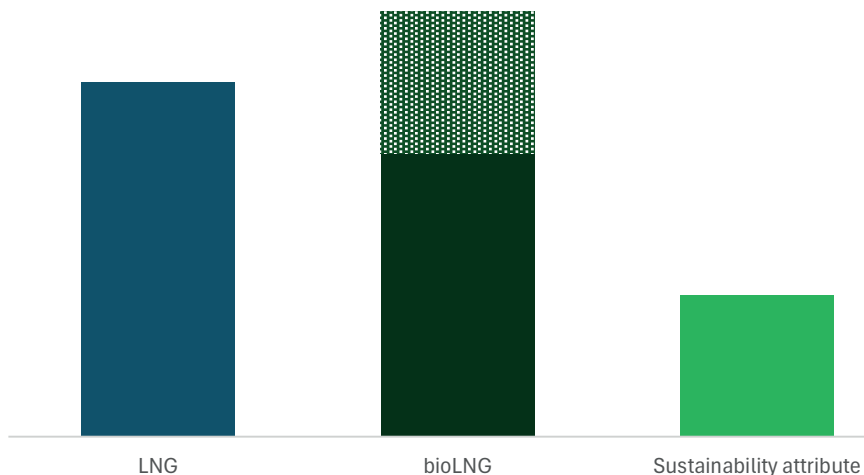
8) Následující výpočet: 100 000 km*122,84 kWh/100 km.

9) Následující výpočet: 122840kWh/3500kWh a 122840kWh/4500kWh.

10) Následující výpočet: 122840 kWh*6000000. V EU je přibližně 6,4 mil. kamionů (ACEA, 2023, s. 6).

11) Celková net produkce elektřiny pro EU v roce 2022 byla 2701 TWh (Eurostat, 2024b), s obnovitelnou elektřinou tvořící 23% (German Federal Statistical Office, 2024).

12) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/1804 ze dne 13. září 2023 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a o zrušení směrnice 2014/94/EU.



Obr. 4: Dopad atributu udržitelnosti na cenu bioLNG (vlastní ilustrace)

od Friedl et al. (2023), která zhodnotila jednotlivá alternativní paliva a došla ke stejnému závěru – ke kombinovanému řešení.

Současné nepraktické vyloučení alternativních paliv je zdůrazněno regulačním rámcem, který upřednostňuje pouze jeden směr dekarbonizace. Emisní normy CO₂ pro nová nákladní vozidla¹³⁾ se zaměřují výhradně na emise z výfuku (TtW), čímž fakticky vytlačují obnovitelná paliva z trhu. Tím, že je kladen důraz pouze na přímé snížení emisí CO₂ na úrovni vozidla¹⁴⁾, tato regulace ignoruje širší potenciál obnovitelných paliv. Tyto emisní normy pro CO₂ ukládají povinné cíle snížení emisí o 45 % do roku 2030 a o 90 % do roku 2040. Tyto přísné požadavky fakticky diktují, že devět z deseti nových nákladních vozidel musí být elektrických, což ponechává jen minimální prostor pro alternativní paliva. Výsledkem je, že investice do obnovitelných paliv v přechodném období se stávají čím dál méně atraktivními. A to i přesto, že snížení emisí CO₂e prostřednictvím obnovitelných paliv by mohlo být teoreticky uznáno pomocí mechanismů, jako je například uhlíkové kreditování nebo započítání emisí v rámci WtW. Zaměření regulace výhradně na elektrifikaci pak činí tyto možnosti irelevantními. V důsledku toho jsou výrobci těžkých nákladních vozidel nuceni upřednostňovat vývoj a výrobu elektrických vozidel, zatímco technologie obnovitelných paliv jsou odsunuty na vedlejší kolej. V rámci tohoto regulačního rámce se tak obnovitelná paliva, jako jsou bioLNG a HVO, stávají neúmyslnými oběťmi, a to i navzdory jejich potenciálu být fundamentem přechodu k nízkouhlíkové budoucnosti.

Flexibilnější rámce oproti Emisním normám CO₂, jako je Eurovignette Directive¹⁵⁾, umožňují členským státům

určitou volnost při implementaci, například v České republice. Přesto však současná podoba této směrnice bez změny přístupu nebo vytvoření specifické kategorie pro nákladní vozidla využívající obnovitelná paliva brzdí opět potenciál těchto technologií pro snižování emisí. Aby mohla Eurovignette Directive plně podpořit přechod na nízkouhlíkovou dopravu, je nezbytné její přizpůsobení, které by zohlednilo WtW metodologii a poskytlo výraznější slevu pro nízkouhlíková paliva.

3 Mechanismy podpory zkapalněného biometanu v kontextu emisních kvót

Pro ekonomickou evaluaci a přechod na obnovitelné bioLNG je hlavním faktorem pro většinu dopravců samozřejmě cena. V současné době se například v Německu pohybuje cena bioLNG (kolem 1,1 euro/kg) pod cenou fosilních paliv. Toto značně zvyšuje atraktivitu a ovlivňuje celkové náklady pro dopravce. Tato situace je možná díky trhu s povolenkami. Fungující trh s povolenkami je zásadním nástrojem pro podporu rozšíření biopaliv, jako je bioLNG, a jejich přijetí v dopravním sektoru. V Německu funguje systém Treibhausgasminderungsquoten (THG-Quoten), Nizozemsko se spoléhá na flexibilní systém Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBEs) a dalšími systémy jsou například RTFC v UK a KVO v Rakousku. Tyto systémy podporují rozvoj biometanu a obnovitelných paliv tím, že umožňují firmám obchodovat s atributem udržitelnosti, přizpůsobovat se tržním podmínkám a efektivně plnit emisní cíle. V tomto kontextu je bioLNG důležité například pro velké nadnárodní přepravce, automotive nebo řetězce hypermarketů, které potřebují snižovat své Scope 3 emise vzhledem

13) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1610 ze dne 14. května 2024, kterým se mění nařízení (EU) 2019/1242, pokud jde o zpřísnění výkonnostních norem pro emise CO₂ pro nová těžká vozidla a začlenění povinností vykazovat údaje, a nařízení (EU) 2018/858 a ruší nařízení (EU) 2018/956.

14) Kalkulace probíhá pomocí Vehicle Energy Consumption calculation TOol – VECTO.

15) Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/362 ze dne 24. února 2022, kterou se mění směrnice 1999/62/ES, 1999/37/ES a (EU) 2019/520, pokud jde o výběr poplatků pro vozidla za užívání určitých pozemních komunikací.

k CSRD¹⁶⁾. Tento atribut udržitelnosti, který lze využít na bioLNG (viz obr. 4) má pro ně přidanou hodnotu ovlivňující výslednou tržní cenu paliva.

ETS II jako další faktor ovlivňující ceny paliv vstoupí v platnost v roce 2027, rozšíří stávající systém emisních povolenek na sektor dopravy a vytápění. Tento cap-and-trade mechanismus stanoví limity emisí a zavede ekonomické pobídky ke snižování uhlíkové stopy (Wildgrube, 2023, s. 52). Pokud cena povolenky překročí stanovenou hranici, budou uvolněny další povolenky pro stabilizaci trhu. Výnosy z ETS II budou směřovat do Sociálního klimatického fondu. Tento systém zvýší náklady na fosilní paliva, čímž podpoří konkurenceschopnost alternativních paliv. Dle faktaoklimatu.cz se zvýšení ceny pro naftu může pohybovat od 4,9 % při ceně 30 eur za povolenku až po 11,4 % při ceně 70 eur za povolenku (Kolouchová et al., 2024). Tento nový systém bude stěžejní při vytváření nového tržního prostředí pro nasazení těchto paliv. Je však možné zahájit prosazování podobného systému již nyní a vzít si inspiraci například ze zahraničí.

3.1 Německý systém

Německý systém emisních kvót, zakotvený v Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), stanovuje povinnost snižovat emise CO₂ u fosilních paliv. Společnosti, které uvádějí na trh fosilní paliva, jako je benzín a nafta, musejí dosáhnout snížení emisí o 9,35 % (pro rok 2024) oproti referenční hodnotě 94,1 kg CO₂/GJ (Generalzolldirektion, n.d.). Tento závazek mohou splnit buď: a) použitím biopaliv, například bioLNG nebo; b) nákupem certifikátů PoS (THQ-kvót) od subjektů, které uvádějí na trh nízkoemisní paliva. Pokud společnosti své závazky nesplní, hrozí jim pokuty ve výši 0,60 eur za kilogram CO₂e (od roku 2022). Tento systém vytváří tlak na plnění emisních cílů a motivuje k využívání biopaliv. Cena kvót, která odráží poptávku na trhu, přímo ovlivňuje atraktivitu bioLNG. Jejich vyšší cena činí biopaliva ekonomicky výhodnějšími pro jejich prodejce a konečné spotřebitele, protože umožňuje obchodovat s jejich přidanou hodnotou. BioLNG se díky tomuto systému může stát levnější alternativou k fosilnímu LNG, což podporuje jeho širší využití v dopravě.

V minulosti mohly společnosti nakupovat přebytečné kvóty za nižší cenu a převádět je do dalšího roku. Například společnost, která v roce 2023 potřebovala 10 000 tun kvót, mohla zakoupit 15 000 tun a přebytečných 5 000 tun využít v následujícím roce za výhodnější cenu. Nová legislativa nově tyto převody zakazuje, a tak došlo v posledních měsících k propadu cen povolenek, především kvůli jejich přebytku. Jejich cenová hladina by se však měla opět zvednout a stabilizovat v následujícím roce.

Kvóty vznikají, když jsou biopaliva jako biometan registrována pro energetickou daň (Energiesteueranmeldung).

Udržitelnost je ověřována prostřednictvím certifikací (například ISCC, REDcert) a dokumentována v systému Nabisy (Nachhaltige-Biomasse-System). Společnosti uvádějící na trh fosilní paliva deklarují své objemy pro energetickou daň, na jejímž základě se vypočítají jejich emisní závazky (například 100 000 litrů nafty může vyžadovat nákup kvót pro asi 35 000 kg CO₂e). Certifikáty PoS pak potvrzují, že biopaliva splňují environmentální normy a umožňují společně kvóty prodávat nebo obchodovat na burzách, OTC trzích nebo prostřednictvím dlouhodobých smluv.

3.2 Nizozemský systém

V Nizozemsku funguje podobný systém s HBEs (Hernieuwbare Brandstofeenheden) na principu certifikace každé jednotky obnovitelné energie dodané do dopravy. Jeden HBE odpovídá 1 GJ energie (277,8 kWh). Výše ceny HBE úzce souvisí s cenou bioLNG, přičemž k jeho výrobě je vyžadován nedotovaný biometan. Tento požadavek určuje i výši zelené prémie, takzvané prémie HPE, která se přičítá k ceně plynu na TTF (Title Transfer Facility). Cena bioLNG se tak skládá z ceny TTF plynu a bio prémie, přičemž hodnota této prémie koreluje s cenou HBE. Firmy mohou s těmito certifikáty obchodovat na trhu, což jim umožňuje flexibilně plnit emisní závazky. V roce 2023 se cena HBE pohybovala v rozmezí 5–15 eur za jednotku, což poskytovalo společně dodatečné příjmy a motivovalo je k dekarbonizaci dopravy. Systém zároveň podporuje pokročilá biopaliva, jako je biometan z kejdy nebo odpadu, které spadají do nejhodnotnější kategorie certifikátů – HBE Advanced.

Nizozemský systém vyžaduje pro získání HBE fyzické molekuly biometanu, což navyšuje výrobní náklady ve srovnání s jinými trhy, zhruba na 130–140 eur za MWh. Například v Německu lze využívat biometan na základě hmotnostní bilance, což neobsahuje nadbytečné příplatky. Jeho cena je tak nižší a pohybuje se kolem 120–130 eur za MWh. Výrobci v obou zemích však mohou část těchto nákladů kompenzovat prostřednictvím příjmů z těchto certifikátů. V Nizozemsku tak průměrné čisté náklady na biometan po započtení výnosů z HBE (30–40 eur za MWh) dosahují 80–90 eur za MWh. Výsledkem je, že lze nabídnout zelený produkt téměř za cenu šedého, přičemž koncovému zákazníkovi se prodává za cenu odpovídající emisním úsporám v rámci Scope 3.

3.3 Porovnání a příležitost pro Českou republiku

Systém HBE v Nizozemsku je komplikovanější než v Německu a nemá dostatečně účinné ceny za povolenky, a tak nedochází k výraznému snížení ceny bioLNG. V Nizozemsku je nutné zajistit fyzický biometan, což je dražší. To činí nizozemský systém méně výhodným.

16) Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/2464 ze dne 14. prosince 2022, kterou se mění nařízení (EU) č. 537/2014, směrnice 2004/109/ES, směrnice 2006/43/ES a směrnice 2013/34/EU, pokud jde o podávání zpráv podniků o udržitelnosti.

Naopak německý systém je považován za příklad efektivního fungování, neboť zahrnuje povinnost využití biopaliv a umožňuje zařazení biometanu do mixu pomocí hmotnostní bilance. Zároveň je poměrně transparentní a povolenky mají vyšší hodnotu.

Na rozdíl od Německa a Nizozemska Česká republika nemá plně funkční systém, který by umožňoval efektivní obchodování s certifikáty nebo kvótami na podporu biopaliv. Existuje zde uplatňování UREs (Upstream Emission Reduction certificate), to však nemá dostatečný dopad. Chybějící trh s PoS v České republice vede k tomu, že české firmy například při nákupu bioLNG z Německa musí platit dodatečnou prémii za THG-kvótu, aniž by ji mohly zpeněžit na domácím trhu. To zvyšuje výslednou cenu bioLNG pro dopravce v České republice a omezuje jeho ekonomickou výhodnost. Německé společnosti naopak mohou díky THG-kvótě generovat zisky a efektivně snižovat své emisní závazky, což poskytuje výhodu na trhu. Pro české výrobce biometanu je zároveň pak i výhodnější vyrobený produkt exportovat do zahraničí vzhledem k atraktivní ceně nastavené atributem udržitelnosti. Česká republika poté ztrácí možnost připsání si emisních úspor z výroby biometanu, neboť se počítají dle místa spotřeby. Zavedení podobného mechanismu, inspirovaného například preferovaně německým systémem THG-Quoten nebo nizozemskými HBEs, by mohlo v České republice výrazně zlepšit dostupnost a konkurenceschopnost biometanu a přispět k dosažení klimatických závazků České republiky. V případě uvažování o jeho implementaci bude důležité správné nastavení multiplikátorů, neboť s rostoucím počtem elektromobilů na trhu se bude nabídka certifikátů zvyšovat, což by mohlo vést k poklesu jejich cen. Zde by opět na základě WtW mělo zavedení multiplikátorů podpořit skutečný emisní dopad.

Z ekonomického hlediska lze situaci shrnout následovně: výrobci biometanu mohou prodejem certifikátů za ušetřené emise proti referenční hodnotě snížit finální cenu produktu. Výše tohoto snížení závisí na ceně certifikátů – čím vyšší bude cena, tím více lze snižovat cenu biometanu. V posledních měsících však například cena certifikátů v Německu klesala. Logicky lze očekávat, že atraktivnější trh biometanu povede k vyššímu objemu přidaného biometanu, což zvýší nabídku povolenek a sníží jejich cenu. Tento proces by mohl dosáhnout rovnováhy, kdy se stabilizuje přidávání nového biometanu a ceny certifikátů.

4 Shrnutí klíčových aspektů TCO alternativních paliv

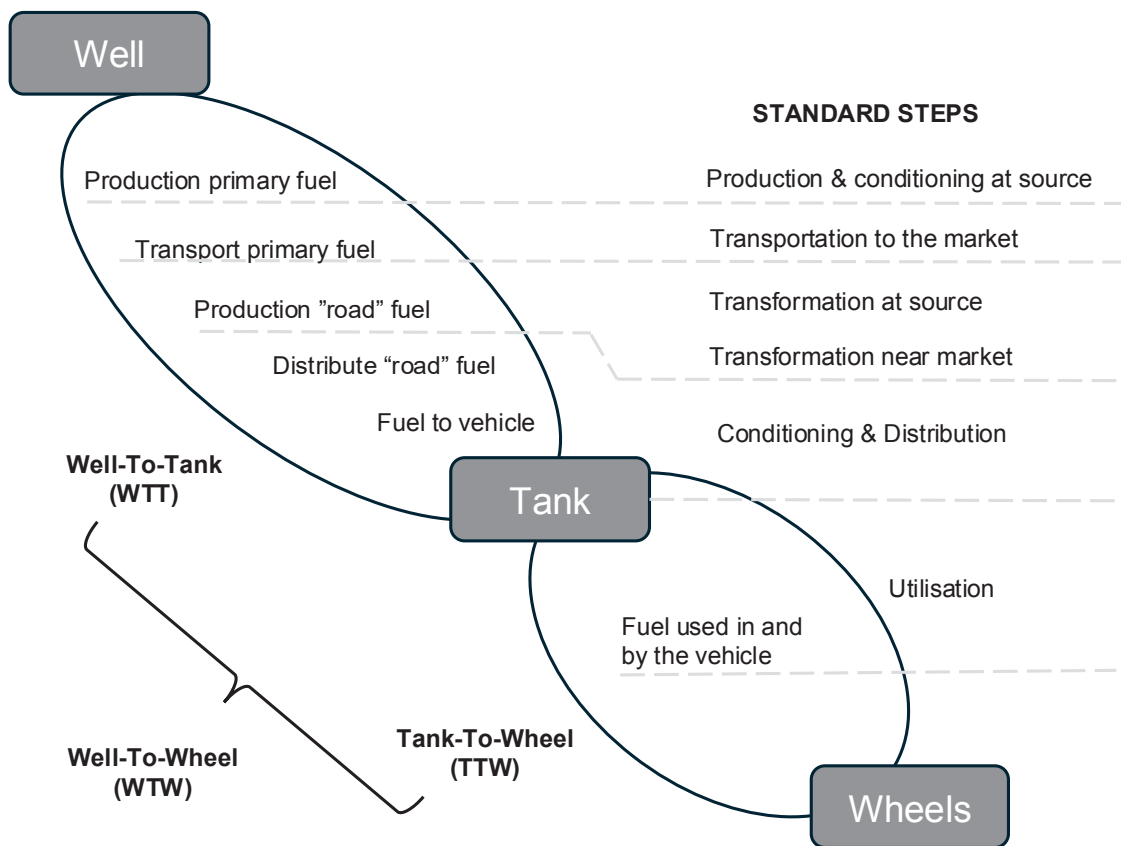
Total Cost of Ownership (TCO) je zásadní faktor při rozhodování dopravců o obnově vozového parku. Mimo pořizovací cenu vozidla jde také o celkové náklady během jeho provozu včetně paliva, servisu, pojištění, mýtného, případných daňových či dotačních výhod a spousty dalších. Dalšími zásadními proměnnými v této rovnici jsou plánovaná délka vlastnictví (související se způsobem

financování) a roční nájezd. Zároveň při obnově flotily má vliv aktuální vozový park. Výpočet TCO je tedy vysoce komplexní a individuální téma, vyžadující přístup nad rámec hlavních kapitol tohoto článku. Pro podporu bioLNG je však přínosné s touto tematikou pracovat, a tak je představen stručný náhled do komplexní analýzy pro standardní dopravní firmu v České republice. V analýze byly zahrnuty HVO, bioLNG a elektřina jako alternativní paliva a nafta jako referenční hodnota. Jako časový interval vlastnictví bylo zvoleno sedm let a jako roční nájezd 100 000 km. Pro výpočet nákladů na snížení emisí je porovnáno celkové TCO s ušetřenými CO₂e oproti naftě.

Funkční trh s atributem udržitelnosti je klíčem ke zvýšení atraktivity a konkurenceschopnosti bioLNG v České republice.

Klíčové poznatky pro TCO, náklady na snížení emisí CO₂ a dekarbonizaci stávajících flotil:

- **HVO** je z hlediska TCO při zvažování nákupu nového vozidla nejbližší nákladům na provoz naftového tahače. Důvodem je jeho kompatibilita s naftovými motory splňujícími normu EURO 6 a vyšší, což znamená, že není nutné pořizovat vozidlo se speciálním pohonem. Nákupní cena vozidla je tak výrazně nižší ve srovnání s ostatními alternativními technologiemi, čímž se snižují počáteční investiční náklady. Přestože je cena HVO o 10–20 % vyšší než cena nafty, pro daný provozní interval a roční nájezd se jedná o ekonomicky nejvýhodnější variantu. Zároveň HVO představuje efektivní řešení pro dekarbonizaci stávajících dieselových flotil, které v České republice stále tvoří většinu trhu.
- **bioLNG** přináší do TCO vyšší pořizovací náklady nového vozidla, které jsou oproti naftové verzi standardně o 20 % vyšší. Při sedmiletém časovém horizontu a aktuální ceně bioLNG v České republice se toto palivo stává druhou nejvýhodnější možností. Nicméně bioLNG vyniká v nákladech na snížení emisí CO₂e díky svým specifickým vlastnostem, což jej činí atraktivním řešením pro dopravce upřednostňující nízkou uhlíkovou stopu. Pro provozovatele flotil, které již využívají plynové tahače, představuje bioLNG přirozenou cestu k dekarbonizaci. Jak bylo uvedeno v článku, při zavedení vhodného regulačního rámce v České republice může bioLNG v krátké době dosáhnout nákladové parity s naftovými vozidly.
- **Elektromobilita (BEV)** se v současné době v České republice jeví jako nejméně konkurenceschopná varianta v porovnání s ostatními alternativami, a to především kvůli vysokým pořizovacím nákladům na nové vozidlo, které jsou zpravidla 2–3× vyšší než u naftové verze. Tyto náklady se v daném časovém



Obr. 5: Přehled přístupu analýzy WtW (vlastní ilustrace na základě European Commission: Joint Research Centre et al., 2020, s. 5)

horizontu nestihnou dostatečně rozložit, aby byla dosažena nákladová parita. Tento handicap však mohou částečně kompenzovat dotační programy na podporu nákupu nových vozidel, snížení mýtného nebo podpora výstavby depot dobíjecích stanic ve strategických lokacích. Aktuálně však nejsou dostupné odpovídající dotační programy a sleva na mýtném není dostatečná k vyrovnání provozních nákladů. Nižší cenu a rozšíření elektromobility v sektoru těžké silniční dopravy dále podpoří rozšiřování dobíjecích bodů pro těžká nákladní vozidla, výstavba nové infrastruktury, nástup moderních technologií a širší využívání OZE.

současné infrastruktury, která by umožnila zvýšit nabídku elektřiny z OZE a provozní efektivitu elektrických vozidel. Elektromobilita se zároveň jeví jako vhodné řešení pro lehká užitková vozidla a last-mile delivery, zatímco v oblasti dálkové přepravy je aktuálně nejracionálnější přístup využívání přechodných alternativních paliv. Diverzifikace palivového portfolia je nezbytná také z důvodu omezené dostupnosti alternativních paliv, která nemohou samostatně plně pokrýt energetické nároky sektoru fosilních paliv. Současně tento přístup poskytuje ochranu proti volatilním cenovým výkyvům, které mohou být způsobeny vnějšími tržními a geopolitickými faktory.

Na základě provedených analýz lze doporučit diverzifikaci palivového portfolia jako udržitelnou strategii pro dopravní společnosti, přičemž tento přístup má nepřímé implikace i pro legislativní rámec. V krátkodobém až střednědobém horizontu se jako nejefektivnější řešení jeví investice do přechodných alternativních paliv, zejména bioLNG a HVO, která umožňují okamžité snížení emisí CO₂e bez nutnosti zásadních změn v infrastruktuře či vozovém parku. V dlouhodobém horizontu je doporučeno postupné zapojení elektromobility v segmentu těžké silniční nákladní dopravy, především v rámci pilotních projektů a v kombinaci s dotačními mechanismy, které mohou podpořit ekonomickou udržitelnost tohoto řešení. Klíčovým faktorem pro elektromobilitu je rozvoj

5 Výsledky a doporučení

V této kapitole jsou shrnuty klíčové poznatky práce a návrhy opatření, která mohou podpořit efektivní snižování emisí CO₂e v nákladní silniční dopravě. Důraz je kladen na nutnost přechodu k metodologii Well-to-Wheel pro objektivnější hodnocení emisních dopadů, revizi stávajících regulací, které v některých případech brání rozvoji nízkoemisních technologií, a specifické výzvy České republiky spojené se stářím vozového parku a konkurenceschopností dopravního sektoru. Doporučení zahrnují jak úpravu politik na evropské úrovni, tak cílená opatření na národní úrovni, která mohou urychlit přechod na udržitelnější model nákladní silniční dopravy.

5.1 Přístup Well-to-Wheel

Emise skleníkových plynů nevznikají pouze při provozu vozidla, ale závisí také na zdroji energie použitém k jeho pohonu. Současně rozšířený přístup Tank-to-Wheel hodnotí pouze emise vznikající při spalování nebo užití energie ve vozidle, čímž zcela opomíjí emise spojené s výrobou a distribucí paliv či elektrické energie. Tento přístup výrazně znevýhodňuje alternativní paliva, jako je bioLNG, která jsou při zohlednění v širším hledisku mnohdy klimaticky neutrální nebo dokonce emisně negativní. Z tohoto důvodu je nutné zavést Well-to-Wheel přístup (viz obr. 5), který umožní objektivně posoudit skutečné emisní dopady jednotlivých technologií. Uživatelé LNG postupně přecházejí na bioLNG vyráběné z odpadu či zbytkových surovin, které nabízejí okamžité snížení emisí, přičemž je možné využití stávající infrastruktury. Je klíčové, aby evropské regulace upřednostňovaly tento přístup a umožnily větší rozšíření obnovitelných paliv, která jsou dostupná již dnes.

5.2 Eurovignette a CO₂ Emisní normy pro těžká nákladní vozidla

Nové mýtné systémy, jako je Eurovignette, měly původně sloužit jako nástroj pro podporu nízkoemisních paliv. V praxi však přinášejí spíše kontraproduktivní výsledky. Například nový příplatek za emise CO₂ nezohledňuje skutečné emise jednotlivých paliv na základě WtW, což dopravce, kteří investovali do alternativních technologií jako bioLNG, penalizuje. Tito dopravci jsou často nuceni vrátit se k fosilní naftě, která je z ekonomického hlediska stále nejvýhodnější.

Podobně problematické jsou CO₂ emisní normy, nastavené na příští roky. OEMs upozorňují na nedostatečnou infrastrukturu pro elektrická vozidla, rostoucí náklady a omezené kapacity dodavatelských řetězců. OEMs naléhavě vyzývají Evropskou unii, aby urychlila revizi regulací CO₂ dříve, než bylo původně plánováno, s cílem ochránit konkurenceschopnost a zajistit dlouhodobý úspěch přechodu na nulové emise (ACEA, 2024). Bez změn v regulacích hrozí, že přechod na nízkoemisní technologie bude pomalejší, než je potřeba a že se opustí od výroby pohonů na plyn, které mohou být poháněny právě bioLNG. Klíčovým řešením je revize těchto norem, která by zohlednila přechodná paliva jako bioLNG a HVO.

5.3 Česká republika

Česká republika čelí specifickým výzvám, které vyžadují cílenou politiku a opatření. Průměrný věk nákladních vozidel v České republice činí 17,9 roku (ACEA, 2023), což patří mezi nejvyšší hodnoty v Evropě. Tento zastaralý vozový park má nejen negativní dopady na životní prostředí, ale také na konkurenceschopnost českých dopravních firem, které z většiny jezdí na mezinárodním trhu. Doporučení pro Českou republiku zahrnuje zavedení cílených dotačních programů na podporu obnovy vozového parku. Starší naftová vozidla by měla být postupně nahrazována těmi,

kteří využívají bioLNG, elektřinu, vodík nebo HVO. HVO může dočasně sloužit jako přechodné palivo zejména pro stávající EURO 6 vozidla, která jsou stále v provozu a tvoří většinu vozového parku v České republice. Na základě predikce počtu odhlášených vozidel a stáří vozového parku by mohl být dotační systém přesněji nastaven tak, aby pomohl pokrýt náklady na výměnu těchto vozidel a zajistil, že celkové náklady na vlastnictví pro nákladní vozy na BEV, bioLNG a vodík budou srovnatelné s naftovými vozy. Postupem času by to podpořilo přirozenou obnovu vozového parku bez potřeby přehnaně přísných regulací, které by mohly poškodit podnikání.

Pro efektivní využití biometanu je nezbytné zavedení funkčního domácího trhu s atributem udržitelnosti. Srovnání nizozemského a německého systému ukazuje, že německý model je efektivnější díky své nižší komplexitě a výraznému dopadu na cenotvorbu biometanu. Tento přístup podporuje jeho domácí spotřebu a umožňuje připočítání jeho emisních úspor. Klíčovým aspektem je rovněž substituce fosilního metanu biometanem v energetickém mixu, což přispívá ke snížení závislosti na externích dodavatelích a zároveň stabilizuje tržní ceny energie. Česká republika v tomto ohledu dosahuje významného pokroku, přičemž současná data naznačují exponenciální ústup fosilního plynu z energetického mixu (Český plynárenský svaz, n.d.). Pro dosažení maximálního přínosu je však nezbytné zajistit také odpovídající domácí spotřebu biometanu.

Technologicky neutrální regulační přístup by zajistil, že každé řešení je hodnoceno na základě svého skutečného přínosu ke snížení emisí, a podpořil by konkurenceschopnější volný trh, kde mohou nejúčinnější a nejefektivnější technologie prosperovat.

5.4 Závěr

Evropské ambice dekarbonizace dopravy do roku 2050 jsou technicky i komerčně dosažitelné, pokud budou správně nastaveny politické a tržní podmínky. Přechod na nízkoemisní technologie vyžaduje kombinaci investic, technologické neutrality a podpory infrastruktury. Česká republika má příležitost využít dotační a regulační mechanismy k urychlení přirozené obnovy vozového parku a dosažení klimatických cílů. Biometan má své právoplatné místo v energetickém mixu České republiky, a pokud bude jeho význam ignorován nebo budou rámcové podmínky pro jeho využití nastaveny nevhodně, může se Česká republika stát pro jeho výrobce neatraktivní. V důsledku toho jí v následujících letech může chybět klíčový nástroj pro dekarbonizaci dopravy z OZE. Silniční doprava tak sehrává klíčovou roli nejen při plnění národních, ale i evropských klimatických závazků.

Použitá literatura

- ACEA. (2023). *Vehicles in use 2023*. <https://www.acea.auto/files/ACEA-report-vehicles-in-use-europe-2023.pdf>
- ACEA. (2024). *European auto industry calls for urgent action as demand for EVs declines*. <https://www.acea.auto/press-release/european-auto-industry-calls-for-urgent-action-as-demand-for-evs-declines/>
- Český plynárenský svaz. (n.d.). *VÝTOČ CNG A LNG V ČR (v mil. m3)*. Vyhledáno dne 28. ledna 2025 na adrese: <https://www.plynomobilita.cz>
- European Commission. (2020). *Putting European transport on track for the future*. <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2021-04/2021-mobility-strategy-and-action-plan.pdf>
- European Commission: Joint Research Centre, Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., & Edwards, R. (2020). *JEC well-to-tank report V5: JEC well-to-wheels analysis : well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/100379>
- European Environment Agency. (2024). *EEA Greenhouse Gases - Data Viewer*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- Eurostat. (2022). *77% of inland freight transported by road in 2020*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220425-2>
- Eurostat. (2024a). *Greenhouse gas emissions by source sector*. Data Browser. Vyhledáno dne 1. prosince 2024, na adrese https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_AIR_GGE__custom_14072425/default/table?lang=en
- Eurostat. (2024b). *Electricity production, consumption and market overview*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview
- Friedl, M., Antonini, C., Prof. Dr. Frank, E., Dr. Gerstein, D., Heneka, M., Isik, V., Köppel, W., Kunz, B., Rasmusson, H., Thalmann, F., Dr. Weide, T., & Zauner, A. (2023). *Renewable Long-Haul Road Transport Considering Technology Improvements and European Infrastructures*. European Research Institute for Gas and Energy Innovation. <https://erig.eu/wp-content/uploads/2023/08/ReHaul-Report-logos-V2.pdf>
- Generalzolldirektion. (n.d.) *Quotenberechnung* Vyhledáno dne 4. prosince 2024, na adrese https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchsteuern/Treibhausgasquote-THG-Quote/Quotenverpflichtung/Quotenberechnung/quotenberechnung_node.html
- German Federal Statistical Office. (2020). *Energy consumption*. <https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Material-Energy-Flows/Tables/electricity-consumption-households.html>
- German Federal Statistical Office. (2024). *23 % of EU energy consumption covered by renewables 2022*. <https://www.destatis.de/Europa/EN/Topic/Environment-energy/RenewablesEnergy.html>
- GfK Belgium consortium. (2017). *Study on “Residential Prosumers in the European Energy Union.”* https://commission.europa.eu/system/files/2017-11/study-residential-prosumers-energy-union_en.pdf
- IPCC. (2023). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Kamakaté, F., & Schipper, L. (2009). *Trends in truck freight energy use and carbon emissions in selected OECD countries from 1973 to 2005*. *Energy Policy*, 37(10), 3743–3751. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.029>
- Kolouchová, K., Otruba, M., & Studená, K. (2024). *Jak bude fungovat zpoplatnění emisí skleníkových plynů z dopravy a budov (tzv. ETS 2)?, faktaoklimatu.cz*. <https://faktaoklimatu.cz/explainery/emisni-povolenky-ets-2>
- Kramer, U., Bothe, D., Gatzen, C., Reger, M., Lothmann, M., Dünnebeil, F., Biemann, K., Liebich, A., Dittrich, M., Limberger, S., Rosental, M., & Fröhlich, T. (2021). *Future Fuels: FVV Fuels Study IV: Transformation of Mobility to the GHG-neutral Post-fossil Age*. V FVV. https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/FVV_Future_Fuels_StudyIV_The_Transformation_of_Mobility_H1269_2021-10_EN_compressed.pdf
- Maedge, M. & NGVA Europe. (2024). *Methane’s future in transport*. EID Kraftstoff-Forum 2023, Hamburg, Germany. <https://www.eid-aktuell.de/veranstaltungen/detail/15-eid-kraftstoff-forum-2023.html>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2022). *Podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě energie 2010–2022*. <https://www.mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2024/3/SHARES-2010-2022.pdf>
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/858 ze dne 30. května 2018 o schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel,

jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla a o dozoru nad trhem s nimi, o změně nařízení (ES) č. 715/2007 a č. 595/2009 a o zrušení směrnice 2007/46/ES (Text s významem pro EHP). (2018). Úřední věstník Evropské unie, L 151. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/858/oj>

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/1119 ze dne 30. června 2021, kterým se stanoví rámec pro dosažení klimatické neutrality a mění nařízení (ES) č. 401/2009 a nařízení (EU) 2018/1999 („evropský právní rámec pro klima“). (2021). Úřední věstník Evropské unie, L 243. <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/1804 ze dne 13. září 2023 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a o zrušení směrnice 2014/94/EU (Text s významem pro EHP). (2023). Úřední věstník Evropské unie, L 234. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/1804/oj>
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1610 ze dne 14. května 2024, kterým se mění nařízení (EU) 2019/1242, pokud jde o zpřísnění výkonostních norem pro emise CO₂ pro nová těžká vozidla a začlenění povinností vykazovat údaje, a nařízení (EU) 2018/858 a zrušuje nařízení (EU) 2018/956 (Text s významem pro EHP). (2024). Úřední věstník Evropské unie, L 6. 6. 2024. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1610/oj>
- Ryste, J. A., Wold, M., Sverud, T. (2019). Comparison of Alternative Marine Fuels (No. 2019-0567; Rev. 3). DNV GL. https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2019/09/SEA-LNG-DNV-GL-Comparison-of-Alternative-Marine-Fuels-2019_09.pdf
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/362 ze dne 24. února 2022, kterou se mění směrnice 1999/62/ES, 1999/37/ES a (EU) 2019/520, pokud jde o výběr poplatků pro vozidla za užívání určitých pozemních komunikací. (2022). Úřední věstník Evropské unie, L 69, 1-39. <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/362/oj>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/2464 ze dne 14. prosince 2022, kterou se mění nařízení (EU) č. 537/2014, směrnice 2004/109/ES, směrnice 2006/43/ES a směrnice 2013/34/EU, pokud jde o podávání zpráv podniků o udržitelnosti (Text s významem pro EHP). (2022). Úřední věstník Evropské unie, L 322, 15-80. <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/959 ze dne 10. května 2023, kterou se mění směrnice 2003/87/ES o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů v Unii a rozhodnutí (EU) 2015/1814 o vytvoření a uplatňování rezervy tržní stability pro systém Unie pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů (Text s významem pro EHP). (2023). Úřední věstník Evropské unie, L 130, 134-202. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/959/oj>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652. (2023). Úřední věstník Evropské unie, L 31. 10. 2023. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>
- Wildgrube, T. (2023). Fit for 55? An assessment of the effectiveness of the EU COM's reform proposal for the EU ETS. Zeitschrift Für Energiewirtschaft, 47(3), 52-65. <https://doi.org/10.1007/s12398-023-0931-3>
- World Energy Council. (2022). Trilemma index 2022. World Energy. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Trilemma_Index_2022.pdf?v=1707998024
- Autor úvodní fotografie: George Stevens, PxHere



B.Sc. Sebastian Šíl (*2001)

Čerstvý absolvent bakalářského studia ekonomie na Universität Leipzig a stipendista DAAD. Ve své závěrečné práci se zabýval problematikou udržitelných strategií v CRT. Výzkumnou část své práce realizoval ve společnosti Eurowag pod vedením předních odborníků, kde od ledna 2025 působí jako CRT Decarbonisation Market Analyst, se zaměřením na detailní analýzu trhů a alternativních paliv, které přispívají ke strategickým cílům společnosti.