

Problematika emisí skleníkových plynů u dodávek LNG

LNG Deliveries and Their GHG Emissions

Mgr. Michal Kocůrek

EGÚ Brno, a.s.

Email: Michal.Kocurek@egubrno.cz

SOUHRN:

Na emisích skleníkových plynů spojených s těžbou a přepravou zemního plynu od těžební sondy po konečného odběratele plynu se výrazně podílí úniky metanu. Satelitní snímkování navíc odhaluje mnohem větší rozsah emisí tohoto plynu, než ukazují dřívější odhady a měření. Metan má oproti oxidu uhličitému několikanásobně silnější vliv na globální oteplování. Vypouštění metanu do ovzduší v rámci plynárenského sektoru lze nicméně relativně komfortně snížit s využitím dnes dostupných technologií. Vhodnou motivací k omezení úniků metanu je současná vysoká cena zemního plynu, případně postupný nezájem odběratelů o palivo s vysokou emisní stopou.

KLÍČOVÁ SLOVA:

LNG, emise skleníkových plynů, úniky metanu, potenciál globálního oteplování

SUMMARY:

Methane leakages significantly contribute to emissions of greenhouse gases related to natural gas production and transport from the production wellhead to the final consumer burner tip. In addition, satellite imaging is revealing a much larger extent of methane emissions than indicated by earlier estimates and measurements. Compared with carbon dioxide, methane has a many times greater global warming potential (GWP). Nevertheless, methane release into the air, which occurs within the gas industry, can be relatively easily reduced using the currently available technology. A good motivation for reducing methane leakages is the currently high price of natural gas, and also, progressively, customers' disinterest in fuels having a high emission footprint.

KEY WORDS:

LNG, greenhouse gas emissions, methane leakages, global warming potential

Světový obchod se zkapalněným zemním plynem (LNG) zažívá v posledních letech výrazný růst. Oproti roku 2016 se globálně zobchodovalo o 38 procent více LNG. Meziroční nárůst byl zaznamenán také v nejméně covidem postiženém roce 2020. LNG dnes tvoří již přibližně dvě pětiny veškerého importovaného plynu na světové úrovni. Pokračování tohoto trendu se očekává také v následujících letech. Do roku 2040 by celková poptávka po LNG mohla dosáhnout až 700 mil. tun, přibližně dvojnásobně více než dnes.

Řada zemí EU využívá LNG jako významný doplněk k tradičním dodávkám plynu pomocí plynovodů. Výhodou LNG je především možnost odběratele flexibilně reagovat na tržní nabídky různých dodavatelů plynu. V době, kdy byla v EU silně akcentována potřeba diverzifikace zdrojů a tras dodávek zemního plynu, se sázka na LNG pro některé země stala také jedinou možností, jak se efektivně vyhnout závislosti na jednom dominantním dodavateli plynu.

Vzhledem k postupně mizející domácí produkci plynu v EU a výhledově klesajícím dodávkám z tradičních destinací v bezprostředním okolí EU (s výjimkou Ruska) by se LNG také mělo stát hlavním zdrojem plynu, který dokáže tyto výpadky nahradit. Zejména v situaci, kdy země EU očekávaly nadále rostoucí poptávku po plynu spojenou s palivovou náhradou v elektroenergetice a teplárenství.

Dnes je však cesta snižování emisí CO₂ pomocí náhrady uhelných zdrojů za plynové v EU částečně zpochybňována. Fosilní zemní plyn se jeví jako nedostatečný nástroj pro dosažení cílů spojených se závazky vyplývajícími z Pařížské dohody (udržení růstu globální teploty do roku 2100 pod úrovní 2 °C). Metan jako převažující složka zemního plynu a oxid uhličitý jako klíčový plyn uvolňující se do atmosféry při spalování zemního plynu patří mezi hlavní skleníkové plyny. Vypouštění těchto plynů se tedy významně podílí na zvyšování globální teploty.

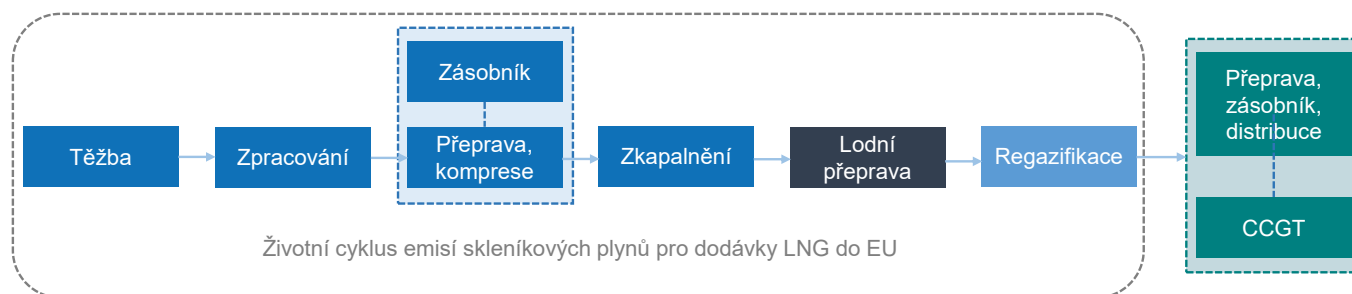
Míru vlivu jednotlivých skleníkových plynů stanovuje tzv. potenciál globálního oteplení (GWP) vyjádřený jako CO₂ ekvivalent pro období 100 let následujících po vypuštění plynu do ovzduší. 100 let je běžně užívaný časový rámec vycházející z páté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro klimatickou změnu (5th Assessment Report, IPCC 2013)¹. Potenciál skleníkových plynů lze stanovit také v kratším časovém horizontu. Například metan se udržuje v atmosféře kratší dobu než oxid uhličitý, ovšem zachycuje výrazně větší množství tepla. Proto má větší klimatický dopad v kratším časovém horizontu (GWP 20), než v běžně užívaném 100letém období, jak dokládá tabulka 1.

¹ *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Tabulka 1 Poměr intenzity vybraných skleníkových plynů z hlediska klimatického potenciálu

Skleníkový plyn	GWP 100				GWP 20			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆
CO ₂ ekvivalent	1	36	298	23500	1	87	268	17500

Zdroj: IPCC 2013



Obr. 1 Fáze životního cyklu emisí skleníkových plynů pro dodávky LNG do EU

Z tabulky 1 jasně vyplývá, kolikrát silnější vliv na zvyšování globální teploty má metan vypouštěný do ovzduší oproti oxidu uhličitému. Dosavadní opatření a politiky přijímané na evropské i světové úrovni se přednostně zaměřují na snižování emisí oxidu uhličitého. Z hlediska vlivu na globální teplotu v krátkém časovém horizontu (do 20 let) se však jako efektivnější jeví začít omezovat emise metanu. Podle výsledků programu OSN pro životní prostředí (UNEP) z roku 2021 lze snížením emisí metanu způsobených člověkem až o 45 % zabránit globálnímu oteplování o téměř 0,3 °C do roku 2040.

Jistou výhodou koncentrace na snižování emisí metanu je možnost dosažení rychlého a výrazného snížení za využití relativně nízkých nákladů. Podle nástroje pro sledování úniků metanu v rámci Mezinárodní energetické agentury Methane Tracker² lze přibližně 40 % emisí metanu souvisejících s energetikou snížit dokonce bez čistých nákladů, a to zejména tak, že se odstraní netěsnosti a odvětrávání plynu v odvětví fosilních paliv. Z celkových světových emisí dosahujících v ropném a plynárenském sektoru 76 mil. tun metanu v roce 2020 by tak téměř 33 mil. tun šlo ušetřit bez negativního dopadu do účetnictví daných firem. Při uvážení současných cen plynu na světových trzích bychom mohli tuto hodnotu ještě výrazně navýšit.

Také Evropská komise přišla v říjnu roku 2020 se strategií, která se zaměřuje na snížení antropogenních emisí metanu v energetice, zemědělství a odpadovém hospodářství³. V sektoru energetiky se s úniky metanu setkáváme nejčastěji během těžby a zpracování fosilních paliv, ale také v souvislosti s přepravou (včetně lodní) a distribucí plynu. Emisní stopa dodávek plynu do EU, které prošly procesem purifikace, zkapalnění, lodní přepravy a následné regazifikace, tedy dodávek LNG, by tak měla zahrnovat uniklé či záměrně vypouštěné emise metanu v každém kroku mezi těžbou

a odběrem u zákazníka (viz obr. 1). Dosud se na emise spojené s využíváním fosilních paliv, např. zemního plynu v paroplynové elektrárně, pohlíželo především prizmatem emisí CO₂ způsobených hořením plynu v kotli. Celkové emise skleníkových plynů, které finálnímu zpracování plynu předcházejí, však mohou být v řadě případů až srovnatelné.

Zdroje emisí metanu v sektoru plynárenství

Těžba

Mezi hlavní zdroj emisí skleníkových plynů v řetězci procesů spojených s dodávkou LNG patří úniky spojené s těžbou plynu. Zejména se jedná o plyn odváděný z pneumaticky ovládaných zařízení a uniklé emise z přírub, konektorů, otevřených potrubí a ventilů. Pokud jsou aktivní jednotky zachytávání plynu, je odvětrávaný plyn poté spalován (fléra). V opačném případě se plyn uvolňuje přímo do atmosféry. Těžební proces zahrnuje také spalování zemního plynu pístovými motory pohánějícími kompresory, jakož i spalování zemního plynu k zajištění tepla a energie pro další podpůrná zařízení. Plyn vytěžený z jednotlivých sond je dále shromažďován do jednoho místa, kde probíhá jeho další zpracování. Během této fáze převažují emise metanu.

Zpracování

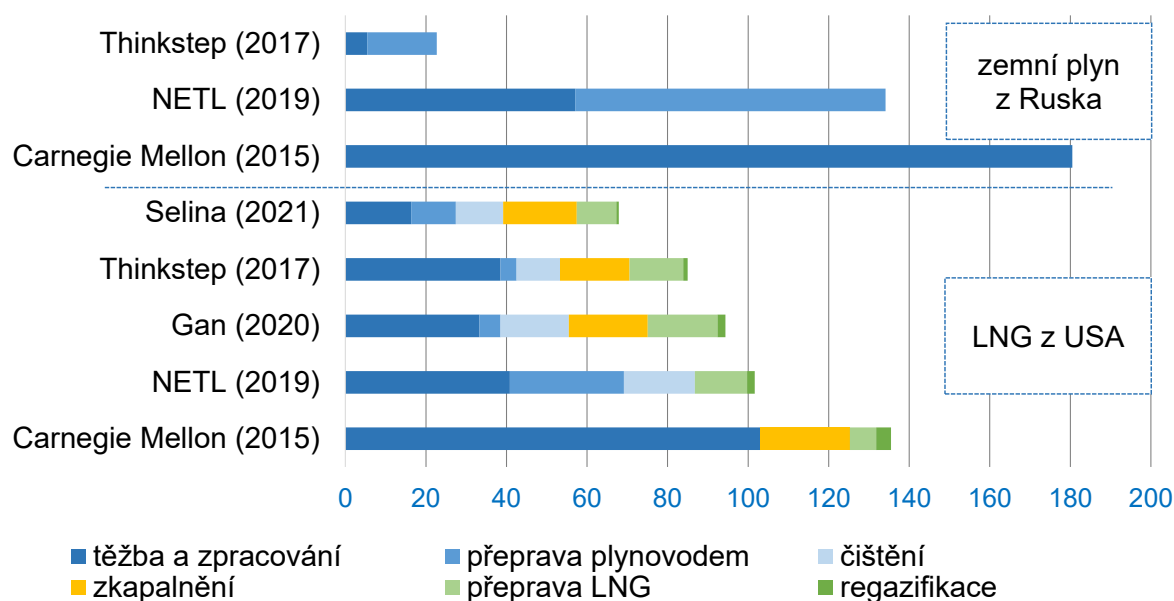
Zařízení na zpracování plynu slouží přednostně k odstranění nežádoucích substancí, nečistot a vlhkosti na standardizovanou úroveň umožňující vtlačení plynu do přepravní či distribuční soustavy. V případě velkého množství ložisek v USA dochází k odstranění vyšších kapalných uhlovodíků. Také tato fáze produkuje převážně emise metanu.

Přeprava, skladování, komprese

Ze zařízení na zpracování plynu teče zemní plyn soustavou přepravních plynovodů k zákazníkovi, do LNG terminálu.

2 <https://www.iea.org/articles/methane-tracker-database>

3 Strategie EU na snížení metanových emisí COM (2020) 663



Obr. 2 Emisní intenzita vyjádřena v gCO₂e/kWh energie v palivu při GWP 100

Zdroj: zmíněné studie, vlastní přepočty; (pozn. u studie Carnegie Mellon jsou sloučeny hodnoty pro těžbu a zpracování s hodnotami pro přepravu plynovodem do jedné kategorie, podobně v případě čištění a zkapalnění)

Flexibilitu odběru nicméně umožňují zásobníky plynu, které stejně jako přepravní soustavy vyžadují kompresní práci. Většina kompresních stanic je poháněna spalováním zemního plynu, pouze částečně elektřinou. V případě podzemních zásobníků dochází k podobnému typu emisí jako u těžby. Také v této fázi dominují emise metanu.

Zkapalnění a čištění

Před samotným zkapalněním dochází k dalšímu čištění zemního plynu. Jedná se zejména o odstranění CO₂, H₂S, vlhkosti a dalších těžkých uhlovodíků, aby nedošlo k zamrznutí a ucpání prvků soustavy. Takto ošetřený plyn je následně zchlazen na -160 °C a uskladněn do doby, než dojde k plnění tankeru. Během uskladnění dochází k odparu plynu, který je průběžně odstraňován a znovu zkapalněn. Větší část emisí v této fázi připadá na oxid uhličitý.

Lodní přeprava

Také během přepravy dochází k dalšímu odpařování zemního plynu, který je zachytáván, stlačen a spalován jako palivo pohánějící motor tankeru. Po vykládce LNG v importním terminále zůstává v tankeru LNG o objemu přibližně 2,5 % kapacity tankeru. Tento plyn má za úkol udržovat teplotu tankeru pro následné znovunaplnění. Emise vznikající během přepravy jsou takřka výhradně emise CO₂.

Regazifikace

V importním terminále dochází k regazifikaci zemního plynu, který je následně vtlačěn do přepravní soustavy. LNG prochází

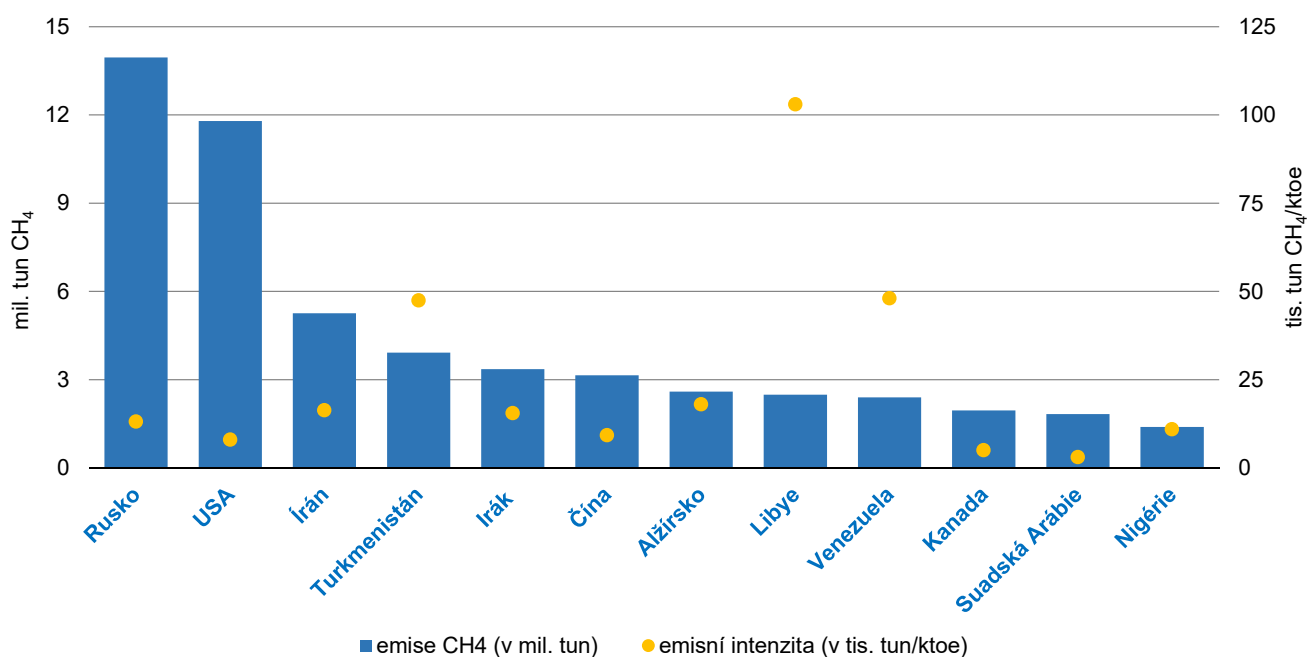
tepelným výměníkem využívajícím mořskou vodu. K regazifikaci nemusí docházet bezprostředně po vykládce. Součástí terminálu jsou skladovací nádrže na LNG. Také tato fáze produkuje převážně emise CO₂.

Výsledky výzkumu emisní intenzity dodávek LNG do Evropy

V průběhu poslední dekády vědecká komunita vyprodukovala velké množství studií k tématu emisí skleníkových plynů spojených s různými fázemi dodávek zemního plynu, včetně LNG. Jejich výsledky často vykazují významné odlišnosti. K rozdílu ve výsledcích přímo přispívá chybějící metodika pro standardizovanou kvantifikaci, monitoring, reporting a verifikaci měření. Nicméně i při shodné metodice dochází k odlišnostem způsobenými rozdílnými technologiemi těžby v jednotlivých státech či těžebních lokalitách. Ve srovnání s tradiční přepravou pomocí plynovodů dochází v případě LNG k rozšíření prvků celého řetězce o zkapalnění, lodní přepravu a regazifikaci, které dále umocňují možný rozptyl výsledků celkových emisí. Například studie Carbon footprint of global natural gas supplies to China⁴ z roku 2020 srovnávala výsledky 37 různých variant dodávek LNG do Číny. Rozdíly ve výsledcích jednotlivých variant v rámci této jedné studie dosahují až 150 %.

Také dálková přeprava plynu plynovody se může výrazně odlišovat svou odhadovanou emisní intenzitou. Podle některých studií může produkovat emise skleníkových plynů vyšší než

⁴ Gan, Y.; El-Houjeiri, H. M.; Badahdah, A.; Lu, Z.; Cai, H.; Przesmitzki, S.; Wang, M. Carbon Footprint of Global Natural Gas Supplies to China. Nat. Commun. 2020, 11, No. 824



Obr. 3 Emise metanu a emisní intenzita u vybraných světových těžařů
Zdroj: Methane Tracker 2021 (IEA)

konkurenční dodávky cestou LNG⁵, podle jiných zase výrazně nižší⁶, jak lze vidět i na obrázku 2.

Obrázek 2 nabízí hodnoty emisní intenzity dodávek plynu do Rotterdamu v Nizozemí ve dvou verzích. Buď z USA ve formě LNG, nebo z Ruska pomocí plynovodu. Hodnoty jsou vyjádřené v gramech ekvivalentu CO₂ vypuštěného během jednotlivých fází dodávky jedné kWh energie v zemním plynu. Zároveň jsou přepočteny na 100letou úroveň klimatického potenciálu. Hodnoty v grafu by měly sloužit především jako ilustrace odlišných výsledků různých studií, které na toto téma vznikají. Jejich vzájemné porovnání komplikuje výše zmíněný nejednotný metodický přístup, ale také zahrnutí či nezahrnutí konkrétních regionálních odchylek.

Například studie Selina z roku 2021 se zaměřuje pouze na emisní stopu spojenou s dodávkami LNG exportovanými přes LNG terminál Sabine Pass v Louisianě. Výsledky odrážejí mj. reálná data o využití konkrétních LNG tankerů a zemního plynu pocházejícího z konkrétních těžebních oblastí od spuštění terminálu v roce 2016. Studie americké Národní laboratoře energetických technologií (NETL 2019) naopak využívá data o emisích spojených s těžbou zemního plynu z Apalačských břidličných ložisek, zatímco studie Gan z roku 2020 agreguje data z celého území USA. Zároveň dostupná data velmi dobře dokládají, jak rozdílné výsledky mohou produkovat

5 Např. S. Roman-White, S. Raj, J. Littlefield, G. Cooney, T. J. Skone, „Life Cycle Greenhouse Gas Perspective on Exporting Liquefied Natural Gas from the United States: 2019 Update,” National Energy Technology Laboratory, Pittsburgh, September 12, 2019

6 Russ, M. GHG Intensity of Natural Gas Transport, Thinkstep, 2017

jednotlivé americké těžební lokality. Například podíl metanu v zemním plynu se v různých oblastech USA pohybuje v rozmezí 67 až 92 %.

Podobně ve studii Thinkstep, jejíž zpracování si zadala společnost Nord Stream 2, odpovídá charakteristika amerického zemního plynu předpokládané těžbě na celém území USA. S ohledem na budoucí rozvoj těžby dochází v této studii k navýšení podílu nekonvenční (emisně náročnější) těžby z dnešních 65 % na 85 % celkové těžby zemního plynu v USA. V rámci parametrů ruského plynu však pracuje s daty odpovídajícími novým ložiskům typu Bovanenkovo, novým plynovodům a kompresním stanicím použitým při stavbě plynovodu Nord Stream 2, které vykazují výrazně lepší výsledky z hlediska emisí skleníkových plynů než stávající většina ložisek i infrastruktury, které jsou dnes v Rusku v provozu.

Množství emisí metanu spojených s těžbou ropy a zemního plynu u dvou největších světových producentů Ruska a USA dokládá obrázek 3. Je z něj patrná také míra emisní intenzity vztahované vůči produkci ropy a zemního plynu v dané zemi. Výsledky pro rok 2020, které poskytuje výše zmíněný nástroj Methane Tracker, výrazně relativizují hodnoty emisí poskytnuté ve studii Thinkstep. Emise metanu spojené s těžbou uhlovodíků ve Spojených státech nedosahují výrazně vyšších hodnot než těžba v Rusku, podle Mezinárodní energetické agentury jsou ještě nižší.

Všechny studie také rozdílným způsobem zohledňují nebo úplně pomíjejí v nedávné době zveřejňované zprávy o nových

měření unikajícího metanu pomocí satelitního snímkování⁷. The Carnegie Mellon studie předpokládá úniky metanu ve výši 2 až 4 %, zatímco studie NETL z roku 2014 počítala s úrovní 1,2 až 1,6 %, její poslední verze z roku 2019 pak již jen s hodnotou 0,7 %. Jakkoli se jedná o nízké jednotky či desetiný procent, vzhledem k produkci zemního plynu v USA mají 2 % uniklého metanu srovnatelný klimatický potenciál (v horizontu 20 let) jako veškeré emise CO₂ z tamní automobilové dopravy.

Měření emisí pomocí satelitního snímkování dokáže odhalit masivní úniky, které nastávají často neplánovaně, vinou nevhodných technologických postupů. Zatímco data a metodika např. amerického Úřadu pro ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency – EPA) pracují spíše se standardními technologickými procesy. Satelitní data se tak od oficiálně reportovaných liší u některých těžbařů a provozovatelů přepravních soustav až několikanásobně⁸. Bylo by naivní se domnívat, že podobné postupy se v jiných regionech světa většinou neprojektují.

Závěrem

Efektivní lobbying zástupců plynárenského sektoru za větší zastoupení plynu v energetice a teplárenství často používá právě srovnání emisí CO₂ vznikajících při spalování zemního plynu a uhlí. Na emise metanu, které se s těžbou zemního plynu (a do jisté míry také s těžbou uhlí) pojí, se však často zapomíná. Na jednu stranu se jedná o taktiku pochopitelnou. Ukazuje uhlíkovou stopu využívání zemního plynu v lepším světle, než jaká by vznikla při započtení kompletního životního cyklu (Life Cycle Assessment – LCA). Jedním dechem je však třeba doplnit, že aktuální stav poznání, tedy dostupné studie věnující se tématu emisí metanu spojených s těžbou, zpracováním, přepravou a distribucí zemního plynu, vykazují výrazné odlišnosti.

Aktuální snahy Evropské komise, ale i mezinárodní komunity v rámci Konference o změně klimatu COP26 v Glasgow, zaměřit pozornost mnohem intenzivněji na rychlé a relativně nenákladné snížení emisí metanu v energetickém sektoru cílí podle mého názoru správným směrem. Důkladné, technologicky vyspělé a metodicky standardizované měření emisí skleníkových plynů v plynárenství včetně uniků metanu může plynárenským subjektům nejen upravit ekonomiku, ale také dodat důvěryhodnost při jakémkoli vyjednávání budoucí role plynu v energetice.

První vlašťovky oznamující snahu některých exportérů LNG snižovat emisní stopu svých produktů se objevily v posledních letech. Na trh začali nabízet LNG, jehož emisní stopu mají neutralizovat projekty umožňující tvorbu tzv. negativních emisí, jako například výsadba stromů. Tento typ emisních offsetů má

7 např. <https://energypost.eu/satellite-monitoring-of-methane-leaks-makes-policing-them-more-effective/> či <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-12/new-climate-satellite-spotted-giant-methane-leak-as-it-happened>

8 <https://www.edf.org/media/new-data-permian-oil-gas-producers-releasing-methane-three-times-national-rate>

zatím spíše marketingový charakter, nicméně dobře dokládá rozvíjející se poptávku na straně odběratelů LNG po méně emisním produktu. Takový produkt musí nicméně jasně specifikovat, jaké množství emisí skleníkových plynů se na jeho výrobě podílelo. Pokud má tedy LNG v evropském portfoliu dodávek plynu hrát významnější roli, bez správného „emisního štítku“ se nejspíš neobejde. Podobně jako v případě elektřiny z obnovitelných zdrojů či biometanu, i u zemního plynu a LNG se nabízí zavedení certifikátů původu.

Zdroje

- [1] Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- [2] <https://www.iea.org/articles/methane-tracker-database>
- [3] Strategie EU na snížení metanových emisí COM (2020) 663
- [4] Selina A., LNG Supply Chains: A Supplier-Specific LCA for Improved Emission Accounting, ACS Sustainable Chem. Eng. 2021, 9, 10857–10867
- [5] Abrahams, L., Samaras C., Griffin W. M., Matthews H. S., Life Cycle GHG Emissions from US Liquefied Natural Gas Exports: Implications for End Uses, Carnegie Mellon University, 2015
- [6] Gan, Y.; El-Houjeiri, H. M.; Badahdah, A.; Lu, Z.; Cai, H.; Przesmitzki, S.; Wang, M. Carbon Footprint of Global Natural Gas Supplies to China. Nat. Commun. 2020, 11, No. 824
- [7] S. Roman-White, S. Rai, J. Littlefield, G. Cooney, T. J. Skone, „Life Cycle Greenhouse Gas Perspective on Exporting Liquefied Natural Gas from the United States: 2019 Update,“ National Energy Technology Laboratory, Pittsburgh, September 12, 2019
- [8] Russ, M. GHG Intensity of Natural Gas Transport, Thinkstep, 2017
- [9] <https://energypost.eu/satellite-monitoring-of-methane-leaks-makes-policing-them-more-effective/>
- [10] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-12/new-climate-satellite-spotted-giant-methane-leak-as-it-happened>
- [11] <https://www.edf.org/media/new-data-permian-oil-gas-producers-releasing-methane-three-times-national-rate>



Mgr. Michal Kocůrek (*1982)

V roce 2009 absolvoval Fakultu sociálních studií na Masarykově univerzitě v Brně, následně magisterský obor International Energy na Sciences Po v Paříži. V mezidobí pracoval jako analytik bezpečnostní politiky a později energetické bezpečnosti. Od roku 2016 působí v EGÚ Brno, kde se zaměřuje na sektor evropského a českého plynárenství.