

Menadžment emisija metana i nova metanska regulativa Europske unije za naftno-plinsku industriju

Zdelar, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:812761>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij naftnog rudarstva

**MENADŽMENT EMISIJA METANA I NOVA METANSKA REGULATIVA
EUROPSKE UNIJE ZA NAFTNO-PLINSKU INDUSTRIJU**

Diplomski rad

Iva Zdelar

N398

Zagreb, 2024.

MENADŽMENT EMISIJA METANA I NOVA METANSKA REGULATIVA EUROPSKE UNIJE ZA
NAFTNO-PLINSKU INDUSTRIJU

Iva Zdelar

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Europska unija donijela je na snagu Direktivu 2024/1787 s ciljem smanjenja emisija metana, jednog od ključnih stakleničkih plinova koji uvelike doprinosi globalnom zatopljenju. Navedena Uredba postavlja stroge standarde za sektore energetike, poljoprivrede i gospodarenja otpadom, zahtijevajući primjenu najboljih dostupnih tehnologija za detekciju i smanjenje metanskih emisija. Tehnologije poput sustava za otkrivanje curenja, optimizacije proizvodnih procesa i učinkovitog upravljanja otpadom navode se kao ključ za usklađivanje s Uredbom. Postupanje u poslovanju u skladu s Direktivom dovest će do smanjenja utjecaja navedenih sektora na klimatske promjene, poboljšanje kvalitete zraka i zdravlja stanovništva, te poticanje inovacija u poslovanju. Istovremeno, provođenje regulative može donijeti izazove poput visokih troškova implementacije, potrebe za tehnološkim prilagodbama te osiguranja suradnje između različitih industrijskih sektora i država članica EU. Unatoč izazovima, uspješna primjena regulative bit će ključna za postizanje ciljeva klimatske neutralnosti EU te ciljeva mnogih drugih direktiva donesenih ranije.

Ključne riječi: emisije metana, metanska regulacija, metanske emisije u naftno-plinskoj industriji

Diplomski rad sadrži: 32 stranice, 2 tablice, 1 sliku i 28 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica u trajnom izboru RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica u trajnom izboru RGNF
Dr. sc. Tomislav Kurevija, redoviti profesor RGNF
Dr. sc. Luka Perković, izvanredni profesor RGNF

METHANE EMISSION MANAGEMENT AND NEW METHANE REGULATIONS OF THE
EUROPEAN UNION FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY

Iva Zdelar

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum and Gas Engineering and Energy
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The European Union enacted Directive 2024/1787 with the aim of reducing methane emissions, one of the key greenhouse gases that greatly contributes to global warming. The aforementioned Regulation sets strict standards for the energy, agriculture and waste management sectors, requiring the application of the best available technologies for the detection and reduction of methane emissions. Technologies such as leak detection systems, optimization of production processes and efficient waste management will be key to compliance with the Regulation. Acting in business in accordance with the Directive will lead to a reduction in the impact of the aforementioned sectors on climate change, improvement of air quality and health of the population and encouragement of innovation in business. At the same time, implementing the regulation can bring challenges such as high implementation costs, the need for technological adaptations and ensuring cooperation between different industrial sectors and EU member states. Despite the challenges, the successful implementation of the regulation will be key to achieving the EU's climate neutrality goals and the goals of many other directives adopted earlier.

Keywords: methane emissions, methane regulation, methane emissions in the oil and gas industry

Thesis contains: 32 pages, 2 tables, 1 figure, 28 references.

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisors: Full Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD

Reviewers: Tenured Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD
Full Professor Tomislav Kurevija, PhD
Associate Professor Luka Perković, PhD

Defence date: September 13, 2024, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

Zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima, kolegama i bitnim ljudima na podršci tijekom studiranja te mentorici na ukazanom povjerenju prilikom izrade diplomskog rada.

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA	IV
POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA	V
1. UVOD	1
2. PREGLED REGULATIVE EUROPSKE UNIJE ZA SMANJENJE EMISIJA METANA	3
2.1. Ključne smjernice i inicijative Europske unije	3
2.2. Glavni ciljevi i strategije za smanjenje emisija metana	4
2.3. Analiza dosadašnjih rezultata	5
2.4. Metanska regulativa	5
2.4.1. Nadležna tijela	6
2.4.2. Inspekcijski nadzor	7
2.4.3. Pritužbe i verifikacija.....	7
2.5. Emisije metana u sektoru nafte i plina	8
2.5.1. Otkrivanje i sanacija istjecanja	8
2.5.2. Ograničenja odzračivanja i spaljivanja na baklji	9
2.5.3. Neaktivne bušotine, privremeno zatvorene te trajno zatvorene i napuštene bušotine.....	9
2.6. Emisije metana u sektoru ugljena	9
2.6.1. Podzemni ugljenokopi	10
2.6.1.1. <i>Aktivni podzemni ugljenokopi</i>	<i>10</i>
2.6.1.2. <i>Zatvoreni i napušteni podzemni ugljenokopi</i>	<i>10</i>
2.7. Emisije metana iz sirove nafte, prirodnog plina i ugljena stavljenog na tržište EU.....	11
2.7.1. Zahtjevi primjenjivi na uvoznike.....	11
2.7.2. Intenzitet metana tijekom proizvodnje sirove nafte, prirodnog plina i ugljena	11
2.7.3. Baza podataka o transparentnosti metana i profili učinka metana.....	12
2.7.4. Alat za globalno praćenje metana i mehanizam za brzu reakciju.....	12
3. PREGLED REGULATIVE SJEDINJENIH AMERIČKIH DRŽAVA ZA SMANJENJE EMISIJA METANA.....	14
3.1. Glavne inicijative i propisi na federalnoj razini	14
3.2. Utjecaj političkog i regulatornog okruženja na smanjenje emisija metana.....	15

4. USPOREDBA REGULATIVE EU I SAD-A ZA SMANJENJE EMISIJA METANA	16
5. TEHNOLOŠKI ASPEKTI UPRAVLJANJA METANSKIM EMISIJAMA	17
5.1. Tehnologije za detekciju i smanjenje curenja.....	17
5.2. Analiza potencijalnih tehnoloških izazova i rješenja	19
6. EKONOMSKI UTJECAJ SMANJENJA METANSKIH EMISIJA.....	21
6.1. Utjecaj na tržište energije i poslovne modele tvrtki	22
7. DRUŠTVENI I EKOLOŠKI ASPEKTI SMANJENJA METANSKIH EMISIJA.....	24
7.1. Utjecaj na zdravlje ljudi i okoliša.....	24
7.2. Socijalni i ekološki učinci na lokalne zajednice	25
7.3. Pregled društvenih izazova i benefita	26
8. IZAZOVI I PREPREKE U IMPLEMENTACIJI NOVE REGULATIVE.....	27
8.1. Analiza mogućih strategija za prevladavanje prepreka	28
9. ZAKLJUČAK.....	29
10. LITERATURA..	30

POPIS SLIKA

Slika 1-1. Prikaz Zemlje pod utjecajem emisija metana 1

POPIS TABLICA

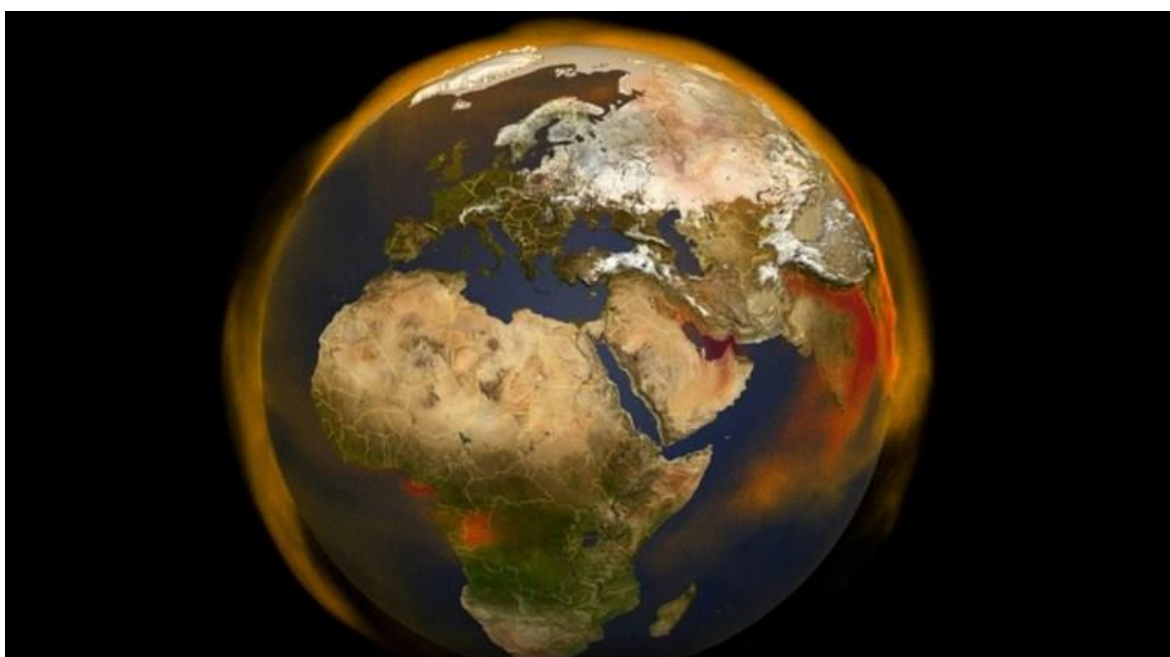
Tablica 5-1. Tehnologije za detekciju i smanjenje curenja	19
Tablica 6-1. Prikaz troškova primjene novih regulativa.....	22

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA

Oznaka	Opis
EU	Europska Unija
CO ₂	Ugljikov dioksid
NO _x	Dušikovi oksidi

1. UVOD

Metan kao drugi najznačajniji staklenički plin posjeduje visok potencijal globalnog zagrijavanja, čak 80 puta veći od CO₂ u prvih 20 godina nakon emisije. Zahvaljujući kratkom životnom vijeku metana u atmosferi, njegovo smanjenje može brzo usporiti klimatske promjene, čineći upravljanje emisijama metana ključnim prioritetom za klimatsku politiku, prema Prijedlogu uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o smanjenju emisija metana u energetske sektoru i izmjeni Uredbe (EU 2019/942). Prisutnost emisija metana na planetu Zemlji prikazana je na Slici 1-1.



Slika 1-1. Prikaz Zemlje pod utjecajem emisija metana (Climate and Clean Air Coalition, 2022)

Donešena metanska regulativa odnosi se na smanjenje emisija metana u ključnim sektorima, a to su: naftno-plinska industrija, poljoprivreda te gospodarenju otpadom (Cahill i Post, 2024).

Naftno-plinska industrija jedan je od najvećih izvora antropogenih emisija metana, koji proizlaze iz aktivnosti kao što su proizvodnja, prerada, transport te distribucija nafte i plina. Nova metanska regulativa, usvojena 13. lipnja 2024., predstavlja značajan korak u naporima EU da se suprotstavi klimatskim promjenama i poboljša kvalitetu zraka.

Razvoj metanske regulative odraz je rastuće svijesti o potrebi smanjenja emisija metana kako bi ciljevi Pariškog sporazuma i Europskog zelenog plana koji ciljaju na postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine bili zadovoljeni.

Svrha istraživanja emisija metana je identifikacija i pronalazak tehnoloških te operativnih rješenja koja su efikasna u smanjenju istih. Uz identifikaciju i donošenje rješenja bitna je i procjena učinkovitosti dosadašnjih i novih politika i propisa te njihov utjecaj na okoliš. Procjena uključuje analizu koristi i troškova, procjenu ekonomske održivosti i konkurentnosti industrije pod novim regulativama (Cahill i Post, 2024).

Regulativa promovira međunarodnu suradnju i usklađivanje standarda za smanjenje emisija metana, kako bi se osigurala globalna učinkovitost i izbjegli problemi trgovine što uključuje i suradnju s glavnim izvoznicima fosilnih goriva i uspostavljanje zajedničkih standarda za praćenje i izvješćivanje emisija (Cahill i Post, 2024).

Stoga je potrebno unapređenje regulatornog okvira EU kako bi se osigurala dosljednost i učinkovitost provedbe regulativa na nacionalnoj razini te kako bi se stvorili uvjeti za uvođenje inovacija i novih tehnologija u industriji (Cahill i Post, 2024).

2. PREGLED REGULATIVE EUROPSKE UNIJE ZA SMANJENJE EMISIJA METANA

Europski parlament i Vijeće Europske Unije 13. lipnja 2024. godine donijeli su na snagu Uredbu (EU 2024/1787), poznatu i kao Novu metansku regulativu.

2.1. Ključne smjernice i inicijative Europske unije

Europska unija kontinuirano razvija planove za smanjenje emisija metana te se kao potpisnica Pariškog sporazuma, obvezala na smanjenje emisija i redovito podnošenje izvješća o napretku u skladu s postavljenim ciljevima.

Europski zeleni plan (engl. *European Green Deal*), predstavljen krajem 2019. godine, zakon je koji se zalaže za postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine, pri čemu se posebna pažnja posvećuje smanjenju emisija metana u sektorima energetike, poljoprivrede i otpada. Unutar zakona, Europska komisija naglašava potrebu za unapređenjem tehnologija, poboljšanjem infrastrukture i promicanjem održivih postupaka koji dovode do smanjenja emisija.

Dokument koji je prethodio metanskoj regulativi za naftno-plinsku industriju je Strategija za metan (engl. *Methane Strategy*) objavljena u listopadu 2020. godine. Temelji se na poboljšanom praćenju emisija, promicanju tehnologija za smanjenje emisija i poticanju međunarodne suradnje. Predviđa razvoj i implementaciju naprednih tehnologija za detekciju curenja metana kao što su satelitski nadzor i korištenje dronova te promiče tehnologije za smanjenje emisija kroz optimizaciju proizvodnih procesa u energetskom sektoru, bolje upravljanje otpadom i inovacije u poljoprivredi (Europska komisija, 2024).

Inicijativa EU koja ima sličan cilj je Uredba o podijeli napora (engl. *Effort Sharing Regulation*), koja određuje nacionalne ciljeve za smanjenje stakleničkih plinova za sektore koji nisu uključeni u sustav trgovanja emisijama (Europska komisija, 2024). Također, tu su i mnoge druge direktive poput:

Direktive o nacionalnim gornjim granicama emisija s ciljem ograničenja emisija kako bi se Zajednici poboljšala zaštita okoliša i ljudskog zdravlja (2001/81/EZ);

Zajednička poljoprivredna politika koja doprinosi dinamičnosti i gospodarskoj održivosti ruralnih područja putem mjera i financiranja ruralnog razvoja (EU, 2024);

Direktiva Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja o odlagalištima otpada kojom se propisuju kriteriji za prihvata otpada na odlagalište, granične vrijednosti emisija u okoliš kod odlaganja otpada, uvjeti i mjere u vezi planiranja, gradnje te zatvaranja odlagališta (NN 4/2023);

Gothenburg protokol iz 1999. godine koji prema United Nations Economic Commission for Europe (2019) ima cilj smanjiti zakiseljavanje, eutrofikaciju i prizemni ozon te Global Methane Pledge s ciljem smanjenja metanskih emisija za 30 % u odnosu na 2020. godinu do 2030. godine kako bi se održala granica zagrijavanja do 1,5 °C (EU, 2024).

2.2. Glavni ciljevi i strategije za smanjenje emisija metana

Glavni ciljevi strategije Europske unije za smanjenje emisija metana usmjereni su na tri ključna sektora: energiju, poljoprivredu i otpad. U energetsom sektoru, prioritet je smanjiti curenje tj. ispuštanje metana tijekom proizvodnje, transporta i distribucije fosilnih goriva. To se postiže kroz donošenje strožih standarda za ventile i cjevovode te povećanu upotrebu tehnologija za detekciju cispuštanja, kao što su infracrvene kamere i senzori na daljinsko upravljanje. U poljoprivredi, to su inovacije u hranjenju životinja, poput upotrebe dodataka prehrani koji smanjuju fermentaciju u probavnom sustavu stoke te unapređenje upravljanja stajskim gnojem kroz anaerobne digestore. U području gospodarenja otpadom, optimizacija postupaka, kao što su poboljšani uvjeti odlaganja i povećanje reciklaže, rezultirati će smanjenjem emisija s odlagališta. Povećanje korištenja bioplina iz organskog otpada također pridonosi smanjenju emisija metana i zamjeni fosilnih goriva.

Nova metanska regulativa, objavljena u lipnju 2024. godine, donosi značajne promjene u odnosu na prethodne politike. Regulativa se fokusira na strože standarde za praćenje i izvještavanje o emisijama metana u navedenim sektorima, uključujući obvezno korištenje naprednih tehnologija za detekciju ispuštanja metana, kao što su kontinuirani sustavi za praćenje (engl. *Continuous Emissions Monitoring Systems*, CEMS). U sektoru gospodarenja otpadom, nova regulativa zahtijeva uvođenje strožih standarda za odlagališta otpada i promicanje tehnologije za hvatanje i korištenje metana iz odlagališnih plinova. U poljoprivredi, naglasak je na promicanju prehrambenih dodataka koji smanjuju emisije metana iz probavnog sustava stoke te poticanje praksi poput anaerobne digestije stajskog gnoja.

2.3. Analiza dosadašnjih rezultata

Dosadašnje politike i strategije donesene od strane EU imale su raznolike rezultate. U energetske sektoru, radi se na unapređenju infrastrukture i primjena novih tehnologija za koje se smatra da će dovesti do smanjenja curenja metana tijekom proizvodnje, transporta i distribucije. U poljoprivredi se uvode dodatci prehrani za sve životinje te promjene u korištenju gnojiva. Na području gospodarenja otpadom nužno je povećati svijest građana o odvajanju otpada, povećati količinu reciklažnih dvorišta te na pravilniji način zbrinjavati otpad.

Pariški sporazum iz 2015. godine značajno je utjecao na globalne napore u smanjenju emisija stakleničkih plinova, uključujući metan. Kao potpisnica, Europska unija obvezala se na smanjenje emisija i redovito podnosi izvješća o napretku. Iako je sporazum doveo do globalne koordinacije i postavljanja ambicioznih ciljeva, konkretni rezultati u smanjenju emisija metana varirali su među državama članicama.

Unatoč ovim postignućima, Europska unija prepoznala je potrebu za daljnjim poboljšanjima i rigoroznijim mjerama. Za novu regulativu iz 2024. godine, s jasnijim i strožim pravilima, te povećanom podrškom za prijelaz na održivije prakse, očekuje se da će donijeti značajnija poboljšanja u smanjenju emisija metana, ubrzati inovacije u tehnologijama i praksama te ojačati poziciju Europske unije kao globalnog lidera u borbi protiv klimatskih promjena.

U lipnju 2024. godine, Europska unija usvojila je novu metansku regulativu s ciljem daljnjeg smanjenja emisija metana u ključnim sektorima kao što su energija, poljoprivreda i gospodarenje otpadom. Ova regulativa donosi strože mjere i ambicioznije ciljeve, a njezina implementacija oslanja se na inovativne tehnologije, poboljšano praćenje i izvještavanje te međunarodnu suradnju.

2.4. Metanska regulativa

Metanska regulativa za naftno-plinsku industriju usvojena je na razini EU u lipnju 2024. godine te su joj ciljevi u skladu s Pariškim sporazumom i Europskim zelenim planom. Prema regulativi propisano je smanjenje emisija metana za 30 % do 2030. godine u usporedbi s razinom emisija metana iz 2020. godine. Sveobuhvatni cilj je postići klimatsku neutralnost do 2050. godine uz niz mjera i odredbi danih u regulativi (Europska komisija, 2024).

Prema Uredbi (EU 2024/1787) utvrđuju se pravila za točno mjerenje, kvantifikaciju, praćenje, izvješćivanje i verifikaciju emisija metana u energetske sektoru u EU, kao i za

smanjivanje tih emisija, među ostalim s pomoću pregleda radi otkrivanja i sanacije istjecanja, obveze u pogledu sanacije te ograničenja odzračivanja i spaljivanja na baklji. Ovom se Uredbom utvrđuju i pravila o alatima kojima se osigurava transparentnost u pogledu emisija metana. Uredba se primjenjuje na: istraživanje i proizvodnju nafte i prirodnog plina te prikupljanje i preradu prirodnog plina; neaktivne bušotine, privremeno zatvorene bušotine te trajno zatvorene i napuštene bušotine; transport i distribuciju prirodnog plina, što ne uključuje mjerne sustave na mjestima krajnje potrošnje te dijelove servisnih vodova između distribucijske mreže i mjernog sustava na imovini krajnjih kupaca, kao i na podzemno skladištenje i aktivnosti na terminalima za UPP te aktivne podzemne ugljenokope i površinske ugljenokope, zatvorene podzemne ugljenokope i napuštene podzemne ugljenokope.

Ova se Uredba primjenjuje i na emisije metana koje nastaju izvan EU kad je riječ o sirovjoj nafti, prirodnom plinu i ugljenu koji se stavljaju na tržište EU, kako je navedeno u poglavlju 5 Uredbe (EU 2024/1787).

2.4.1. Nadležna tijela

Svaka država članica imenuje jedno ili više nadležnih tijela odgovornih za praćenje i izvršavanje primjene ove Uredbe. Države članice obavješćuju Komisiju o imenima i kontaktnim podacima svojih nadležnih tijela do 5. veljače 2025. Države članice bez odgode obavješćuju Komisiju o svakoj promjeni imena ili kontaktnih podataka svojih nadležnih tijela. Komisija objavljuje popis nadležnih tijela i redovito ga ažurira po primitku obavijesti države članice o promjeni. Države članice osiguravaju da nadležna tijela uspostave kontaktnu točku i imaju odgovarajuće ovlasti i resurse za izvršavanje zadaća utvrđenih u članku 4 Uredbe (EU 2024/1787).

Operatori sustava, poduzeća, operatori rudnika i uvoznici pružaju nadležnim tijelima svu potrebnu pomoć kako bi omogućili ili olakšali obavljanje zadaća nadležnih tijela na temelju ove Uredbe, posebno kad je riječ o predočavanju dokumentacije ili evidencije, pristupu lokaciji te, ako je riječ o odobalnoj lokaciji, prijevozu do lokacije ili od nje. Nadležna tijela surađuju međusobno i s Komisijom te mogu surađivati s tijelima trećih zemalja kako bi se osigurala usklađenost s ovom Uredbom. Komisija uspostavlja mrežu nadležnih tijela radi poticanja suradnje, s potrebnim aranžmanima za razmjenu informacija, osobito o praćenju, reguliranju i usklađenosti, i za razmjenu najbolje prakse, te radi omogućavanja savjetovanja. Kontaktne točke uspostavljene u okviru nadležnih tijela podupiru te aktivnosti. Ako se izvješća moraju objaviti u skladu s ovom Uredbom, nadležna tijela besplatno ih stavljaju na

raspolaganje javnosti na relevantnim internetskim stranicama u slobodno dostupnom i strojno čitljivom formatu koji se može preuzeti (EU 2024/1787).

2.4.2. Inspekcijski nadzor

Inspekcijski nadzori uključuju rutinske inspekcijske nadzore operatora i operatora rudnika te nerutinske inspekcijske nadzore operatora, poduzeća, operatora rudnika i uvoznika.

Prvi rutinski inspekcijski nadzor mora se dovršiti do 5. svibnja 2026. Nakon prvog rutinskog inspekcijskog nadzora nadležna tijela izrađuju programe rutinskih inspekcijskih nadzora na temelju procjene rizika. Nadležno tijelo može odlučiti o opsegu i učestalosti rutinskih inspekcijskih nadzora, na temelju procjene rizika povezanih sa svakom lokacijom, kao što su rizik za okoliš, uključujući kumulativni učinak svih emisija metana kao onečišćujuće tvari, te rizike za sigurnost i zdravlje ljudi, kao i na temelju svih utvrđenih kršenja ove Uredbe. Razdoblje između inspekcijskih nadzora ne smije biti dulje od tri godine. Ako se inspekcijskim nadzorom utvrdi teško kršenje ove Uredbe, sljedeći inspekcijski nadzor provodi se u roku od deset mjeseci (EU 2024/1787).

2.4.3. Pritužbe i verifikacija

Svaka fizička ili pravna osoba može podnijeti pisanu pritužbu nadležnim tijelima o mogućem kršenju ove Uredbe od strane operatora pojedinih sustava, poduzeća, operatora rudnika ili uvoznika.

Pritužba mora biti propisno obrazložena i sadržavati dostatne dokaze o navodnom kršenju te ako ne sadržava dostatne dokaze koji opravdavaju istragu, nadležna tijela u razumnom roku koji ne smije biti dulji od dva mjeseca od primitka pritužbe obavješćuju podnositelja pritužbe o razlozima zbog kojih su odlučila da neće otvoriti istragu.

Verifikatori provode aktivnosti verifikacije kako bi ocijenili sukladnost izvješća o emisijama koja im dostave operatori, poduzeća, operatori rudnika ili uvoznici sa zahtjevima iz ove Uredbe. Te aktivnosti verifikacije uključuju preispitivanje svih upotrijebljenih izvora podataka i metodologija kako bi se ocijenile pouzdanost, vjerodostojnost i točnost izvješća o emisijama (EU 2024/1787).

2.5. Emisije metana u sektoru nafte i plina

Do 5. kolovoza 2025. operatori nadležnim tijelima podnose izvješće koje sadržava kvantifikaciju emisija metana na razini izvora procijenjenih uz primjenu barem općih emisijskih faktora za sve izvore.

2.5.1. Otkrivanje i sanacija istjecanja

Operatori su dužni do 5. svibnja 2025. za postojeće lokacije i u roku od šest mjeseci od datuma početka rada za nove lokacije dostavljaju nadležnim tijelima program otkrivanja i sanacije istjecanja (engl. *Leak detection and repair*, LDAR). Operatori primjenjuju najsuvremenije industrijske prakse i najbolju tehnologiju koja je komercijalno dostupna za preglede radi LDAR-a. Operatori nadležnim tijelima i verifikatorima dostavljaju informacije o normama, uključujući međunarodne norme, ili metodologijama koje primjenjuju. Nadležna tijela mogu zahtijevati od operatora da izmijeni program za LDAR uzimajući u obzir zahtjeve iz ove Uredbe.

Ako operatori koji proizvode ili prerađuju naftu ili prirodni plin dostave dokaze na temelju mjerenja tijekom prethodnih pet godina koja su prijavili operatori u skladu s pravilima danim u Regulativi, a ocijenio verifikator, da kod manje od 1 % svih njihovih komponenata i podkomponentata na svakoj lokaciji dolazi do istjecanja i da agregirane emisije metana povezane s tim istjecanjima čine manje od 0,08 % ukupne količine plina ili 0,015 % ukupne mase nafte koja se eksploatira ili prerađuje na lokacijama na kojima nisu utvrđena istjecanja mogu se primjenjivati drugačije učestalosti pregleda radi LDAR-a, podložno odobrenju nadležnih tijela.

Komisija provedbenim aktom do 5. kolovoza 2025. utvrđuje: minimalne granice otkrivanja i tehnike otkrivanja koje se mora primijeniti za različite uređaje za otkrivanje koji se upotrebljavaju te pragove primjenjive na prvi korak pregleda radi LDAR-a.

Te minimalne granice, tehnike i pragovi za otkrivanje temelje se na najboljoj dostupnoj tehnologiji i najboljim dostupnim tehnikama otkrivanja, uzimajući u obzir različite vrste komponenata i pregleda radi LDAR-a. Do donošenja provedbenog akta, a kako bi ispunili zahtjeve usvojene ovom Regulativom, operatori se služe najboljom dostupnom tehnologijom i najboljim dostupnim tehnikama otkrivanja, u skladu sa specifikacijama proizvođača za rad i održavanje.

Sanacija ili zamjena komponenata iz stavka 8 provode se odmah nakon otkrivanja. Ako se sanacija ne može provesti odmah nakon otkrivanja, pokušava se provesti što je prije moguće, a najkasnije pet dana nakon otkrivanja te se mora dovršiti u roku od 30 dana nakon

otkrivanja. Ako operator može dokazati da sanacija ili zamjena ne bi bile uspješne ili moguće u roku od pet dana za prvi pokušaj ili ako operator smatra da potpuna sanacija ne bi bila moguća u roku od 30 dana zbog sigurnosnih, administrativnih ili tehničkih aspekata, operator obavješćuje nadležna tijela i dostavlja im, najkasnije 12 dana od datuma otkrivanja, dokaze o tome zajedno s rasporedima sanacije i praćenja (EU 2024/1787).

2.5.2. Ograničenja odzračivanja i spaljivanja na baklji

Odzračivanje i spaljivanje na baklji je zabranjeno u svim rutinskim operacijama osim u slučaju kvara i u kriznoj situaciji radi zadovoljavanja sigurnosnih uvjeta. Neke od situacija u kojima su navedene radnje dozvoljene su: tijekom procesa ispitivanja navojnog čepa zaštitne kolone cijevi u bušotini, kod pražnjenja fluida koji je u bušotini pod atmosferskim tlakom, tijekom sanacije, ispitivanja i održavanja, tijekom prijenosa eksploatiranih energenata u prijevozno vozilo, ako metan ne odgovara specifikacijama cjevovoda i mnoge druge navedene u članku 15 (EU 2024/1787).

Operatori su dužni obavijestiti nadležno tijelo o slučaju odzračivanja ili spaljivanja na baklji ako je uzrok krizna situacija ili kvar ili ako procesi traju 8 sati ili dulje zbog jednog slučaja.

Kako bi učinkovitost spaljivanja na baklji bila zadovoljavajuća, bitno je držati se naputaka i zahtjeva vezanih uz pregled baklji i njihovu ispravnost.

2.5.3. Neaktivne bušotine, privremeno zatvorene te trajno zatvorene i napuštene bušotine

Prema Direktivi, sve države članice dužne su objaviti popis svih neaktivnih, privremeno zatvorenih, trajno zatvorenih i napuštenih bušotina do 5. kolovoza 2025. godine. Sve države članice koje dostave dokaze o postojanju 40 000 ili više takvih bušotina mogu donijeti plan za sastavljanje popisa koji sadrži kvantifikaciju emisija metana na razini izvora procijenjenih uz primjenu barem općih emisijskih faktora za sve izvore te dokaze da u vezi s tim bušotinama nema emisija metana.

2.6. Emisije metana u sektoru ugljena

Za površinske ugljenokope, operatori rudnika upotrebljavaju faktore emisije metana iz ugljenokopa specifične za ležište da bi mogli kvantificirati emisije metana koje proizlaze iz rudarskih aktivnosti. Što se tiče podzemnih ugljenokopa, operatori rudnika provode kontinuirana izravna mjerenja na razini izvora i kvantifikaciju na svim oknima ispušne

ventilacije. Operatori rudnika dužni su nadležnim tijelima i verifikatorima dostavljati sve dobivene informacije o normama te metodologijama koje primjenjuju.

2.6.1. Podzemni ugljenokopi

2.6.1.1. *Aktivni podzemni ugljenokopi*

Zabranjeno je spaljivanje na baklji čija je razina kon strukcijske učinkovitosti uklanjanja i uništavanja manja od 99 % i odzračivanje metana iz drenažnih sustava osim u kriznim situacijama od 1. siječnja 2025. godine.

Od 1.siječnja 2027. godine, zabranjeno je odzračivanje metana iz ventilacijskih okana u ugljenokopima koji emitiraju više od 5 tona metana po kilotoni izvađenog ugljena, ili više od 3 tone metara po kilotoni metana od 1. siječnja 2025. godine osim u kriznim situacijama ili kada se radi o rudnicima koksa.

Za sve slučajeve odzračivanja i spaljivanja na baklji, a da je pritom konstrukcijska učinkovitost uništavanja manja od 99 % te su uzrokovani ili kvarom, kriznom situacijom ili se nisu mogli izbjeći zbog održavanja drenažnog sustava, operatori stanica obavještavaju nadležna tijela.

2.6.1.2. *Zatvoreni i napušteni podzemni ugljenokopi*

Regulativa se odnosi na ugljenokope koji su s proizvodnjom prestali nakon 3. kolovoza 1954. godine tena emisije metana iz ventilacijskih okana koja i dalje emitiraju metan, emisije metana iz opreme za iskop ugljena koja se ne upotrebljava te iz ostalih točkastih izvora.

Mjerenja emisija metana na ovakvim ugljenokopima počinju 5. svibnja 2026. godine tako da se oprema za mjerenje emisija ugrađuju na sve elemente za koje je utvrđeno da emitiraju više od 0,5 tona metana godišnje. Postavljena oprema mora raditi više od 90 % vremena tijekom praćenja emisija metana i to ne računajući vrijeme prekida radi ponovnog umjeravanja ili sanacije.

Ako su emisije u skladu s dozvoljenim, manje od 1 tone godišnje, tijekom 6 godina mjerenja u slučaju poplavljenih i 12 u slučaju nepoplavljenih podzemnih ugljenokopa, za taj element se ne provodi daljnje praćenje i izvještavanje o emisijama (EU 2024/1787).

2.7. Emisije metana iz sirove nafte, prirodnog plina i ugljena stavljenog na tržište EU

2.7.1. Zahtjevi primjenjivi na uvoznike

Uvoznici sirove nafte, prirodnog plina i ugljena će nadležnim tijelima države članice u kojoj su poslovno registrirani do 5. svibnja 2025. godine i do 31. svibnja svake iduće godine nakon toga biti dužni dostavljati informacije poput naziva i adrese izvoznika, države preko kojih su proizvodi transportirani prije stavljanja na tržište EU, podatke mjeri li se i kvantificiraju emisije na razini izvora, podliježu li ti podatci verifikaciji koje provodi treća neovisna strana, provodi li proizvođač regulatorne ili dobrovoljne mjere za kontrolu svojih emisija metana poput pregleda radi LDAR-a ili mjere za kontrolu i ograničenje odzračivanja i spaljivanja na baklji te podatci o intenzitetu metana u proizvodnji sirove nafte, prirodnog plina i ugljena koji se stavljaju na tržište EU. Države članice su dužne do 5. kolovoza 2025. i do 31. kolovoza svake iduće godine te informacije dostaviti Europskoj Komisiji kako bi mogla posjedovati informacije u svrhu kontrole emisija metana.

Uvoznici od 1. siječnja 2027. godine dokazuju da ugovori o opskrbi sirovom naftom, prirodnim plinom i ugljenom koji su sklopljeni nakon 4. kolovoza 2024. godine obuhvaćaju samo te energente koji podliježu mjerama praćenja, izvješćivanja i verifikacije u skladu s ovom Uredbom. Također, isto vrijedi i za ugovore sklopljene prije navedenog datuma što znači da za te ugovore vrijedi da se poduzimaju svi napor kako bi se postiglo da energenti podliježu mjerama praćenja, izvješćivanja i verifikacije.

U slučaju nepoduzimanja napora kako bi se pratile emisije metana, uvoznici obavješćuju nadležna tijela države u kojoj su registrirani te pružaju valjano obrazloženje za propust i navode mjere koje poduzimaju da se propust riješi.

2.7.2. Intenzitet metana tijekom proizvodnje sirove nafte, prirodnog plina i ugljena

Europska Komisija na razini proizvođača, donosi delegirani akt radi dopune ove Uredbe utvrđivanjem metodologije za izračun intenziteta metana u proizvodnji sirove nafte, prirodnog plina i ugljena koji su stavljeni na tržište EU do 5. kolovoza 2027. godine. Navedenom metodologijom se u obzir uzimaju razni proizvodni procesi i uvjeti na lokaciji te već postojeće metodologije i najbolja praksa za izračunavanje intenziteta metana. Metodologija mora biti utemeljena na transparentnim i objektivnim kriterijima te nediskriminirajuća. Pri izradi provedbenih akata Europska Komisija obavještava Koordinacijsku skupinu za naftu i naftne derivate, Koordinacijsku skupinu za plin, Koordinacijsku skupinu za električnu energiju te druge relevantne dionike.

Europska Komisija do 5. kolovoza 2029. godine procjenjuje potencijalan učinak različitih razina maksimalnih vrijednosti intenziteta metana povezanih sa sirovom naftom, prirodnim plinom i ugljenom koji se stavljaju na tržište EU na razini proizvođača i dostavlja izvješće o tome Europskom parlamentu i Vijeću. Izvješće obuhvaća procjenu potencijalnog smanjenja globalnih emisija metana, učinka koji bi to imalo na sigurnost opskrbe energijom na razini EU i nacionalnoj razini te učinka na konkurentnost gospodarstva EU, kao i procjenu mogućih poremećaja na globalnom i regionalnom tržištu, također obuhvaća procjenu tržišta u pogledu intenziteta metana u aktualnoj i budućoj opskrbi EU do 2049. i putem dugoročnih ugovora i putem promptnih kupnji. U toj se procjeni analizira stanje u pojedinačnim državama članicama, uzimajući u obzir ugovorne obveze preuzete prije 4. kolovoza 2024., kapacitete energetske infrastrukture i potencijalna ograničenja.

Na temelju navedene procjene, Komisija upotpunjuje Uredbu s utvrđivanjem maksimalnih vrijednosti intenziteta metana na razini proizvođača povezanih s već navedenim energentima (EU 2024/1787).

2.7.3. Baza podataka o transparentnosti metana i profili učinka metana

Bazu podataka o transparentnosti metana uspostavlja i održava Europska Komisija do najkasnije 5. veljače 2026. godine. Baza ima pristup relevantnim informacijama o državama članicama, trećim zemljama, poduzećima, uvoznicama i količinama sirove nafte, prirodnog plina i ugljena koji su stavljeni na tržište EU. Sastoji se od još niza podataka i informacija koje su propisane danom Uredbom i mogu se pronaći u istoj.

Baza podataka o transparentnosti metana služi kao informativni alat i mora biti besplatno dostupan javnosti. Na temelju informacija o transparentnosti metana Europska Komisija do 5. kolovoza 2026. objavljuje profile učinka metana država članica i proizvođača ili uvoznika iz EU, ovisno kako je primjenjivo, koji stavljaju sirovu naftu, prirodni plin ili ugljen na tržište EU, kao i profile učinka metana trećih zemalja iz kojih EU uvozi sirovu naftu, prirodni plin ili ugljen te proizvođača ili izvoznika iz trećih zemalja koji ih isporučuju u EU.

Profili učinka metana se ažuriraju svake godine te se stavljaju na raspolaganje javnosti na internet (EU 2024/1787).

2.7.4. Alat za globalno praćenje metana i mehanizam za brzu reakciju

Europska Komisija ima dužnost predstaviti alat za globalno praćenje emisija metana temeljen na satelitskim podacima te podacima certificiranih pružatelja podataka i usluga što uključuje i komponentu „Copernicus“ Svemirskog programa EU do 5. kolovoza 2026.

godine. Također, do 5. veljače 2026. godine uspostavlja se mehanizam za brzu reakciju koji odgovara na slučajeve superemisija.

Alat za globalno praćenje metana mora biti dostupan javnosti te pružiti redovito ažurirane informacije u pogledu nastanka, razmjera i lokacije slučajeva visokih emisija metana u EU i izvan nje (EU 2024/1787).

3. PREGLED REGULATIVE SJEDINJENIH AMERIČKIH DRŽAVA ZA SMANJENJE EMISIJA METANA

3.1. Glavne inicijative i propisi na federalnoj razini

U Sjedinjenim Američkim Državama postoji mnogo inicijativa i propisa na federalnoj razini koji se zalažu za smanjenje emisija metana, posebno u naftno-plinskoj industriji. Neke od poznatih inicijativa i strategija su Metanska regulativa (engl. *Methane Rule*), Akt o smanjenju inflacije (engl. *Inflation Reduction Act, IRA*), Globalni zalog metana (engl. *Global Methane Pledge*) i Program smanjenja emisija metana (engl. *Methane Emissions Reduction Program*).

Ovaj program, dio je infrastrukturnog zakona iz 2021., usmjeren na smanjenje emisija metana kroz financiranje projekata koji poboljšavaju tehnologije za otkrivanje i smanjenje emisija u naftno-plinskoj industriji. Program ima cilj smanjiti emisije metana, smanjiti koncentraciju hlapljivih organskih spojeva te smanjiti količinu štetnih plinova u zraku. Planirano je smanjenje od 58 miliona tona metana između 2024. i 2038. godine što je ekvivalent 1,5 milijardi tona CO₂. Program je dobio više od milion komentara tijekom 2 izlaganja što je dalo dodatno vrijeme industriji da napravi plan i osigura potrebnu opremu za postizanje ciljeva, još veća mogućnost za što veće smanjenje emisija metana te mogućnost promicanja tehnoloških inovacija.

Glavni zaključci i ciljevi metanske regulative su: osiguravanje svih izvora na postrojenju za proizvodnju te kompresorskim stanicama tako da se nadzire ispuštanje i curenje, zahtijevanje nadzora razlikuje se ovisno o vrsti i količini opreme na postrojenju, vlasnici i operatori imaju fleksibilnost u korištenju naprednih tehnologija praćenja za praćenje emisija na tim mjestima, zahtijevanje dokumentacije koja pokazuje da su bušotine ispravno zatvorene i priključene prije nego se dopusti kraj praćenja, dodavanje standarda nulte emisije za nove procesne kontrolere i nove pumpe izvan Aljaske nakon jednogodišnje faze, prestanak rutinskog spaljivanja metana iz nove naftne bušotine nakon dvogodišnjeg postupnog uvođenja, smanjenje spaljivanja prirodnog plina iz već postojećih bušotina, paćenje baklji i ostalih uređaja za kontrolu izgaranja tijekom rutinskih situacija curenja, osiguravanje ispravnosti upravljačkih uređaja te zahtjevi za operatore za korištenje najbolje i najefikasnije prakse za smanjenje ili uklanjanje ispuštanja emisija tijekom eksploatacije (White House, 2021).

EPA posjeduje snažnu nadzornu ulogu kako bi osigurala da program koji je donešen funkcionira s najvišim stupnjem integriteta, transparentnosti i odgovornosti.

Zadaće koju ima kao nadzorno tijelo su odobravanje podataka primljenih od treće strane, obavještanje vlasnika i operatora sustava o objavi podataka o emisijama te dopuštenje korištenja samo odobrenih tehnologija poput satelita i praćenja emisija iz zraka (Agencija za zaštitu okoliša, 2023).

3.2. Utjecaj političkog i regulatornog okruženja na smanjenje emisija metana

Političko i regulatorno okruženje značajno utječe na smanjenje emisija metana u Sjedinjenim Američkim Državama, jer oblikuje zakonski okvir, financijske poticaje, tehnološke inovacije i industrijske prakse.

Pod administracijom Baracka Obame, Agencija za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Protection Agency*, EPA) usvojila je Nove standarde za postupanje s izvorima emisija (engl. *New Source Performance Standards*, NSPS) za smanjenje emisija metana iz novih, modificiranih i rekonstruiranih izvora u naftno-plinskoj industriji. Pravilo uključuje obavezno praćenje i popravak curenja (LDAR), smanjenje ispuštanja i spaljivanja metana.

Tijekom administracije Donalda Trampa je došlo do pokušaja ublažavanja ovih regulativa, bilo je mnogo pravnih izazova i dio regulative je bio djelomično obustavljen (Olczak et al., 2024).

Tijekom administracije Joa Bidena dolazi do ponovnog usvajanja i pooštavanja regulative, s fokusom na vraćanje i proširenje pravila koja su bila ublažena tijekom prethodne administracije (Olczak et al., 2024).

Promjene u administraciji mogu značajno utjecati na regulatorni pristup prema emisijama metana. Usvajanje zakona poput Akta o smanjenju inflacije i Dvostranačkog zakona o infrastrukturi koji se očituje kao ulaganje jednom u generaciji kako bi se zajednicama diljem zemlje pomoglo u rješavanju klimatske krize uz stvaranje dobro plaćenih poslova, rješavanje ekoloških problema i jačanje lokalnog gospodarstva pokazuje važnost političke podrške u donošenju značajnih mjera za smanjenje emisija metana. Kongresna podrška ključna je za osiguravanje financiranja i provođenje tih mjera (Olczak et al., 2024). Ove inicijative i propisi pokazuju kako političko i regulatorno okruženje oblikuje napore za smanjenje emisija metana u SAD-u, promovirajući održivost, tehnološke inovacije i međunarodnu suradnju.

4. USPOREDBA REGULATIVE EU I SAD-A ZA SMANJENJE EMISIJA METANA

I Europska unija i Sjedinjene Američke Države imaju isti krajnji cilj, a to je smanjiti emisije metana i zaštititi okoliš. Različitim sredstvima i direktivama dolaze do zajedničkog cilja te se u određenim odredbama i načinu primjene razlikuje njihov put do postizanja rezultata. Obje regije su predane smanjenju emisija metana za najmanje 30 % do 2030. godine, u skladu s Global Methane Pledge inicijativom.

U regulatornim okvirima, EU je više fokusirana na sveobuhvatnu strategiju koja uključuje energetiku, poljoprivredu te gospodarenje otpadom, dok je SAD razvio poseban naglasak na naftno-plinsku industriju. EU koristi satelitske tehnologije i sustave za rano upozoravanje u svrhu globalnog praćenja emisija metana, dok SAD razvija nove tehnologije za detekciju curenja i tehničku pomoć kroz Methane Emissions Reduction Program.

Obje regije primjenjuju stroge regulative na naftno-plinsku industriju. To uključuje obavezno praćenje, izvještavanje, otkrivanje i popravak curenja metana (LDAR), te smanjenje ispuštanja i spaljivanja metana (EU 2024/1787).

Obje regije koriste napredne tehnologije za praćenje i detekciju emisija metana. EU koristi satelitsko praćenje, dok SAD potiče razvoj novih tehnologija za detekciju curenja kroz financijske programe. Obje regije koriste napredne tehnologije za praćenje i detekciju emisija metana. EU koristi satelitsko praćenje, dok SAD potiče razvoj novih tehnologija za detekciju curenja kroz financijske programe (Međunarodna agencija za energiju, 2023).

Iako EU i SAD dijele zajedničke ciljeve i koriste slične alate poput tehnologije i financijskih poticaja za smanjenje emisija metana, njihovi pristupi i regulativni okviri se razlikuju. EU primjenjuje sveobuhvatnu strategiju koja pokriva više sektora, dok se SAD fokusira na specifične regulative i financijske programe unutar naftno-plinske industrije. Ove razlike omogućuju obema regijama da se komplementarno bore protiv emisija metana i pridonose globalnom smanjenju stakleničkih plinova (Međunarodna agencija za energiju, 2023).

5. TEHNOLOŠKI ASPEKTI UPRAVLJANJA METANSKIM EMISIJAMA

5.1. Tehnologije za detekciju i smanjenje curenja

Kako bi se postigao cilj propisan Regulativom, potrebno je motriti i držati pod kontrolom emisije metana. Za takav pothvat potrebna je upotreba naprednijih tehnologija kako bi se emisije precizno otkrile te brzo popravilo curenje ako dođe do njega. S obzirom na naprednost tehnologija, učinkovitije upravljaju emisijama i poboljšavaju okolišne standarde. Sve ispod navedene tehnologije prikazane su u tablici 5-1.

Napredne tehnologije koje se koriste kao alat za smanjenje emisija metana su:

I. Satelitska detekcija

Sateliti su opremljeni hiperspektralnim sensorima i infracrvenim kamerama zahvaljujući kojima mogu otkrivati emisije metana iz svemira. Koriste se za praćenje velikih područja što je posebno bitno za nepristupačna područja i identifikaciju izvora emisija. Kanadska kompanija GHGSat koristi satelite za praćenje emisija s visokom prostornom rezolucijom (GHGSat, 2024). Copernicus Sentinel-5P je Europski satelit koji prati zagađenje zraka i emisije svih stakleničkih plinova, uključujući i metan (Europska svemirska agencija, 2017).

II. Dronovi

Dronovi opremljeni plinskim sensorima i infracrvenim kamerama mogu letjeti iznad naftnih i plinskih postrojenja, detektirajući curenja metana. Prednost korištenja dronova je mogućnost dosezanja teško dostupnih mjesta, fleksibilnost, brzo raspoređivanje te visoka preciznost u detekciji curenja. SeekOp je kompanija koja koristi dronove za detekciju emisija metana s preciznim sensorima (Dela Cruz, 2024), kao i Shell koji koristi dronove za praćenje svojih postrojenja.

III. Mobilni senzori na vozilima

Vozila opremljena sensorima za detekciju metana patroliraju industrijskim područjem i u pokretu prate i izvješćuju o curenju. Prednost navedene tehnologije je mobilnost i pokrivanje velikih površina unutar kratkog vremena. Picarro Surveyor sustav je sustav instaliran na vozilima koji koristi lasersku spektroskopiju za detekciju curenja metana u urbanim i ruralnim područjima (Picarro Surveyor, 2016). Neprofitna skupina za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Defense Fund*) koristi mobilne senzore za mapiranje emisija metana u gradovima.

IV. Stacionarni senzori

Fiksni senzori postavljeni na strateškim mjestima unutar postrojenja za kontinuirano praćenje koncentracije metana omogućuju trenutnu obavijest o curenju te samim time brzu reakciju i popravak.

Tvrtke Baker Hughes i Sensirion proizvode fiksne sustave za detekciju curenja koji koriste infracrvenu spektroskopiju i druge tehnike za kontinuirano praćenje koncentracije metana (Baker Hughes, 2021).

V. Optička plinska slikanja

Optička plinska slikanja su kamere koje koriste infracrvenu tehnologiju za vizualizaciju emisija metana i omogućuju operaterima da vide plin koji se ne bi vidio golim okom. Omogućuju brzu detekciju i vizualizaciju što olakšava i ubrzava popravak. Sustav infracrvenog pogleda u budućnost (engl. *Forward Looking InfraRed*, FLIR Systems) proizvodi optičke plinske kamere za snimanje (engl. *Optical Gas Imaging Camera*, OGI) koje koriste infracrvenu tehnologiju za detekciju metana i drugih plinova (Teledyne FLIR, 2024).

VI. Laserski senzori

Laserski senzori koriste lasersku spektroskopiju za detekciju i mjerenje koncentracija metana u zraku. Visoka preciznost i osjetljivost senzora omogućuje detekciju niskih koncentracija metana. LI-COR Biosciences, međunarodna biotehnoška tvrtka, proizvodi laserske analizatore plina koji mogu detektirati vrlo niske koncentracije metana (LI-COR, 2024). Aerodyne Research, tvrtka za višestruke inženjerske usluge i rješenja, koristi lasersku spektroskopiju za preciznu detekciju emisija metana (Aerodyne Research, 2024).

Inovativne prakse koje pomažu u smanjenju ukupnih emisija metana i poboljšanju operativne učinkovitosti su:

Programi za otkrivanje curenja i popravke su usmjereni na redovito praćenje, detekciju i popravak curenja metana u naftnoj i plinskoj industriji. Program agencije za zaštitu okoliša (engl. *EPA's Methane Challenge program*) poziva kompanije da se obvežu na ambicioznije ciljeve smanjenja emisija metana iznad zakonskih zahtjeva.

Zero-bleed ventili su ventili koji ne dopuštaju ispuštanje plinova u atmosferu i koriste se na postrojenjima za preradu plina i cjevovodima. ExxonMobil koristi zero-bleed ventile kako bi smanjili emisije metana na svojim postrojenjima.

Primjena metoda najbolje dostupne tehnologije (engl. *Best Available Technology*, BAT) koristi se na svim industrijskim postrojenjima. Shell koristi BAT metode za kontinuirano smanjenje emisija metana u svojim postrojenjima širom svijeta (Fosco et al., 2024).

Tablica 5-1. Tehnologije za detekciju i smanjenje curenja [(GHGSat, 2024), (Europska svemirska agencija, 2017), (Dela Cruz, 2024), (Picarro Surveyor, 2016), (Baker Hughes, 2021), (Teledyne FLIR, 2024), (Aerodyne Research, 2024), (Fosco et al., 2024)]

Satelitska detekcija	Dronovi	Mobilni senzori na vozilima	Stacionirani senzori	Optička plinska slikanja	Laserski senzori
Velika, nepristupačna područja Senzori visoke prostorne rezolucije Copernicus Sentinel-5P	Opremljeni plinskim i infracrvenim kamerama Nepristupačna mjesta	Patroliraju u pokretu i prate moguće curenje Picarro Surveyor sustav	Fiksni senzori unutar postrojenja Trenutna obavijest i brza reakcija	Vizualiziraju emisije metana pomoću infracrvene tehnologije	Visoka preciznost i osjetljivost senzora Detekcija niskih koncentracija metana

5.2. Analiza potencijalnih tehnoloških izazova i rješenja

Napredne tehnologije za detekciju metana, kao što su sateliti i dronovi, mogu ponekad imati problema s točnošću zbog atmosferskih uvjeta, vegetacije, ili drugih smetnji. Potrebno je poboljšati algoritam za analizu podataka te integrirati višestruke senzorske podatke koji pomažu pri točnosti detekcije. Korištenje kombinacije satelitskih i terenskih mjerenja također može pomoći u validaciji podataka.

Korištenje kombiniranih pristupa, automatizacije, financijskih poticaja, standardiziranih protokola i međunarodne suradnje može osigurati učinkovitije upravljanje emisijama metana i doprinos postizanju klimatskih ciljeva (Fosco et al., 2024).

Visoki troškovi tehnologija za detekciju i smanjenje curenja metana mogu biti prepreka, posebno za manje kompanije. Financijski poticaji i subvencije od strane vlada mogu pomoći u smanjenju troškova implementacije. Također, skaliranje tehnologije može dovesti do smanjenja troškova s vremenom. Integracija novih tehnologija sa već postojećim sustavima

može biti tehnički zahtjevna i skupa. Razvoj standardiziranih protokola i sučelja za integraciju može olakšati ovaj proces. Suradnja između industrije i tehnoloških tvrtki može osigurati da su nove tehnologije kompatibilne s postojećim sustavima.

U nekim područjima, posebno u udaljenim ili nepristupačnim lokacijama, može biti teško prikupiti dovoljno podataka za točnu detekciju i analizu. Korištenje kombinacije različitih izvora podataka, uključujući satelitske snimke, dronove i terenske senzore, može pomoći u prevladavanju ovog problema. Suradnja s lokalnim vlastima i organizacijama također može poboljšati prikupljanje podataka. Postojeći pravni i regulatorni okviri nisu svugdje prilagođeni za podršku novim tehnologijama i praksama. Potrebno je ažuriranje i prilagodba zakona i regulativa kako bi se omogućila upotreba naprednih tehnologija za detekciju i smanjenje emisija. Stvaranje međunarodnih standarda također može pomoći u ujednačavanju praksi širom svijeta (Fosco et al., 2024).

6. EKONOMSKI UTJECAJ SMANJENJA METANSKIH EMISIJA

U početku, troškovi za industriju, posebno za sektore energetike, poljoprivrede i gospodarenje otpada bit će osjetni. Tvrtke će se suočavati s potrebom za ulaganjima u napredne tehnologije za praćenje i kontrolu emisija, modernizaciju infrastrukture i obuku zaposlenika kako bi pridonijeli krajnjem cilju. Navedeni troškovi, prikazani u tablici 6-1., su posebice jak udarac za male i srednje poduzetnike, koji nemaju financijske resurse kao velike korporacije. Međutim, dugoročno, ove investicije mogu dovesti do operativne učinkovitosti i smanjenja gubitaka plina, što može rezultirati financijskim uštedama. Na makroekonomskoj razini, uvođenje metanske regulative moglo bi potaknuti rast zelenih tehnologija i inovacija. Potražnja za novim rješenjima za smanjenje emisija mogla bi otvoriti nova tržišta i stvoriti radna mjesta u sektoru zelene ekonomije. Europska unija bi mogla postati lider u razvoju i izvozu tehnologija, što bi imalo pozitivne učinke na trgovinsku bilancu i gospodarski rast.

Na strani potrošača, uvođenje strožih regulativa može dovesti do povećanja cijena određenih proizvoda i usluga, posebno u energetsom sektoru. Međutim, dugoročno gledano, smanjenje emisija metana može poboljšati kvalitetu zraka i smanjiti zdravstvene troškove povezane s bolestima uzrokovanim zagađenjem zraka. To bi moglo rezultirati manjim izdacima za zdravstveni sustav. Smanjenje emisija metana također će imati značajan utjecaj na klimatske promjene, smanjujući ukupnu količinu stakleničkih plinova u atmosferi. To ublažava negativne ekonomske posljedice klimatskih promjena, kao što su ekstremni vremenski uvjeti, smanjenje poljoprivrednih prinosa i povećani troškovi za infrastrukturu. Stabilnija klima zahvaljujući smanjenim emisijama će osigurati povoljnije uvjete za dugoročne investicije i gospodarski razvoj.

Tablica 6-1. Prikaz troškova primjene novih regulativa (Europska komisija, 2024)

Troškovi primjene Regulative		
Početni kapitalni troškovi	Operativni troškovi	Administrativni troškovi
Investiranje u napredne tehnologije	Redovito održavanje opreme	Troškovi vezani uz usklađivanje s novim regulativama
Troškovi instalacije satelitskih sustava	Obuka osoblja	Uključujući administrativne i pravne troškove
	Troškovi za popravke curenja metana	Troškovi za prikupljanje i prijavljivanje podataka o emisijama
	Stalna inspekcija uređaja	Dobivanje potrebnih dozvola i certifikata

6.1. Utjecaj na tržište energije i poslovne modele tvrtki

a) Promjena ponude i potražnje

Zbog Regulative koja ima cilj smanjenja emisija metana može doći do smanjenja proizvodnje nafte i plina, jer kompanije moraju zatvoriti ili modernizirati postrojenja koja ne mogu ispuniti nove standarde. Međunarodna agencija za energiju (engl. *International Energy Agency*, IEA) procjenjuje da bi strože regulative mogle smanjiti globalnu proizvodnju plina za 1-2 % godišnje, što može povećati cijene plina.

b) Povećanje cijena energije

Troškovi implementacije naprednih tehnologija za smanjenje emisija metana mogu se prenijeti na krajnje potrošače, što dovodi do viših cijena energije. BloombergNEF (2024) izvještava da bi troškovi energije mogli porasti za 2-5 % u sljedećem desetljeću zbog novih ekoloških regulativa i potrebnih investicija.

c) Razvoj novih tržišta

Povećana potražnja za čistom energijom i obnovljivim izvorima energije kao alternativama fosilnim gorivima može ubrzati razvoj novih tržišta. EU potiče prelazak na obnovljive izvore energije kroz subvencije i regulatorne inicijative, što stvara nove prilike za investicije i inovacije u sektoru čiste energije (Međunarodna agencija za energiju, 2024).

- d) Utjecaj na poslovne modele tvrtki
- e) Transformacija operativnih modela

Kompanije investiranjem u napredne tehnologije za detekciju i smanjenje emisija metana mijenjaju operativne modele. Kompanije poput Shella i Britanske multinacionalne naftne i plinske kompanije (engl. *British Petroleum*, BP) koriste umjetnu inteligenciju (engl. *Artificial Intelligence*, AI) i digitalne tehnologije za nadzor i smanjenje curenja metana te time mijenjaju dotadašnje metode upravljanja postrojenjima.

- f) Povećanje transparentnosti i odgovornosti

Novi regulatorni okviri zahtijevaju detaljno izvještavanje o emisijama, što povećava potrebu za transparentnošću i odgovornim poslovanjem. To uključuju redovito prijavljivanje emisija i plana za djelovanje.

- g) Nove poslovne prilike

Potreba za smanjenjem emisija potiče inovacije i diversifikaciju poslovnih modela, što može otvoriti nove tržišne prilike. TotalEnergies ulaže u razvoj i komercijalizaciju tehnologija za hvatanje i skladištenje ugljika, kao i u proizvodnju vodika, što proširuje njihove poslovne aktivnosti izvan tradicionalne nafte i plina.

- h) Partnerstva i suradnja

Kompanije često ulaze u partnerstva s tehnološkim kompanijama i istraživačkim institutima kako bi razvile i implementirale napredne tehnologije. ExxonMobil surađuje s Microsoftom na razvoju AI sustava za praćenje i analizu emisija, što omogućava bolje upravljanje i smanjenje emisija metana (Međunarodna agencija za energiju, 2024).

7. DRUŠTVENI I EKOLOŠKI ASPEKTI SMANJENJA METANSKIH EMISIJA

7.1. Utjecaj na zdravlje ljudi i okoliša

a) Smanjenje zagađenja zraka

Metan doprinosi stvaranju prizemnog ozona, koji je štetan za ljudsko zdravlje.

Prema izvještaju Svjetske zdravstvene organizacije (engl. *World Health Organization*, WHO), smanjenje emisija metana može smanjiti koncentracije ozona, što direktno poboljšava kvalitetu zraka i smanjuje respiratorne bolesti poput astme (Svjetska zdravstvena organizacija, 2024).

b) Smanjenje respiratornih bolesti

Prizemni ozon uzrokuje iritaciju dišnih puteva, smanjuje funkciju pluća i povećava osjetljivost na infekcije. Studija Američke agencije za zaštitu okoliša procjenjuje da smanjenje emisija metana može smanjiti brojne slučajeve astme i drugih respiratornih bolesti, što može smanjiti zdravstvene troškove i poboljšati kvalitetu života.

c) Smanjenje mortaliteta

Visoke razine prizemnog ozona povezane su s povećanom smrtnošću, posebno kod starijih osoba i onih s postojećim zdravstvenim problemima.

d) Smanjenje globalnog zagrijavanja

Metan je moćan staklenički plin, čiji je potencijal zagrijavanja veći od CO₂ na stogodišnjoj skali. Prema Međuvladinom panelu o klimatskim promjenama (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), smanjenje emisija metana može imati brzi i značajan utjecaj na usporavanje klimatskih promjena, što je ključno za postizanje klimatskih ciljeva Pariškog sporazuma (IPCC, 2024).

e) Očuvanje ekosustava

Prema Svjetskoj organizaciji za zaštitu prirode, 2024. (engl. *World Wildlife Fund*, WWF), smanjenje emisija metana može smanjiti negativne utjecaje klimatskih promjena na ekosustave, uključujući topljenje ledenjaka, porast razine mora i ekstremne vremenske uvjete. Očuvanje ekosustava poput arktičkog morskog leda i koraljnih grebena koji su posebno osjetljivi na promjene temperature može biti direktno povezano s naporima za smanjenje emisija metana.

f) Smanjenje kiselih kiša

Smanjenje emisija metana može smanjiti stvaranje prizemnog ozona, koji doprinosi kiselim kišama koje oštećuju šume, jezera i poljoprivredna zemljišta. Uspješno smanjenje emisija metana u industrijaliziranim područjima poboljšava zdravlje tla i vode, što je ključno

za održavanje produktivnih ekosustava i poljoprivrednih površina (Svjetska organizacija za zaštitu prirode, 2024).

g) Smanjenje emisija drugih zagađivača

Tehnologije i prakse za smanjenje emisija metana često također smanjuju emisije drugih zagađivača, kao što su hlapljivi organski spojevi (engl. *Volatile Organic Compounds*, VOCs) i dušikovi oksidi (engl. *Nitrogen oxides*, NOx) koji doprinose zagađenju zraka i kiselim kišama. Uvođenje kontrola za metan u industriji nafte i plina može smanjiti ukupne emisije zagađivača koji štete okolišu i ljudskom zdravlju (Svjetska organizacija za zaštitu prirode, 2024).

7.2. Socijalni i ekološki učinci na lokalne zajednice

Kao i svaki novi zakon ili promjena, Regulatorna ima nezanemariv socijalni utjecaj na lokalne zajednice. U SAD-u, naponi za smanjenje metana prvenstveno su usmjereni na smanjenje zagađenja zraka koje negativno utječe na zdravlje ljudi. Zagađenje metanom često prati ispuštanje drugih štetnih tvari poput benzena, toluena i ksilena, koje mogu izazvati respiratorne probleme, tumore i druge ozbiljne zdravstvene probleme. Pобољшanje kvalitete zraka rezultira smanjenjem broja bolesti i zdravstvenih troškova, što posebno koristi zajednicama s nižim prihodima koje su često bliže industrijskim postrojenjima (Agencija za zaštitu okoliša, 2023).

Ekološki učinci uključuju smanjenje emisija stakleničkih plinova koji doprinose globalnom zagrijavanju. Metan je staklenički plin koji zadržava toplinu u atmosferi znatno efikasnije od ugljičnog dioksida. Smanjenje emisija metana može značajno doprinijeti usporavanju klimatskih promjena i smanjenju ekstremnih vremenskih uvjeta koji ugrožavaju ekosustave. Također, smanjenje ispuštanja metana može smanjiti štetne učinke na lokalne ekosustave, uključujući vodne resurse i bioraznolikost (Agencija za zaštitu okoliša, 2023).

Naftno – plinska industrija može ostati konkurentna uz primjenu regulatorna za smanjenje emisija metana kroz inovacije i poboljšanje operativne efikasnosti. Prema Fondu za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Defense Fund*), implementacija tehnologija za smanjenje emisija ne samo da pomaže u smanjenju utjecaja na okoliš, već također može poboljšati sigurnost i pouzdanost operacija, što rezultira smanjenjem rizika i troškova povezanih s nesrećama i zagađenjem.

Nove regulatorne i tehnologije za smanjenje emisija metana potiču naftne i plinske tvrtke da prilagode svoje poslovne modele. Ovo uključuje ulaganja u zelene tehnologije i održive prakse koje dugoročno mogu povećati konkurentnost na tržištu. Također, smanjenje emisija

može pomoći tvrtkama da se usklade s međunarodnim klimatskim ciljevima i regulativama, što može otvoriti nova tržišta i prilike za poslovanje (Fond za zaštitu okoliša, 2024).

7.3. Pregled društvenih izazova i benefita

Svaki zakon ili regulativa donosi se s ciljem da ljudima i zajednici bude bolje, pa tako i uz smanjenje emisija dolaze pozitivne stvari i promjene u društvu,

Poboljšanje kvalitete zraka može dovesti do smanjenja zdravstvenih troškova povezanih s respiratornim bolestima i drugim zdravstvenim problemima uzrokovanim lošom kvalitetom zraka. Osim za zdravlje, pozitivno utječe i na poljoprivredne djelatnosti te ekonomiju. Smanjenje metana može spriječiti gubitak usjeva. Očekuje se da bi mjere smanjenja emisija mogle spriječiti godišnji gubitak od 26 milijuna tona usjeva, što je otprilike 10 % godišnje poljoprivredne proizvodnje SAD-a (Ravishankara et al., 2021).

Uštede povezane sa smanjenjem emisija metana procjenjuju se na oko 470 milijardi USD godišnje zbog smanjenih zdravstvenih troškova, smanjenja klimatskih promjena i poboljšanja poljoprivredne proizvodnje. Uz svaku promjenu dolaze i izazovi koje ne potrebno prijeći kako bi se došlo do cilja. Jedan od glavnih izazova je osiguranje potrebnih financijskih sredstava za implementaciju tehnologija smanjenja emisija metana. Trenutno je dostupno samo 2 % ukupnog financiranja za klimatske promjene za smanjenje emisija metana, dok je potrebno znatno više (Ravishankara et al., 2021). Kada se tehnologije financiraju, njihova implementacija može biti kompleksna te zahtijeva određenu stručnost i adekvatnu infrastrukturu. Navedeno uvelike ovisi o efikasnosti provedbe i usklađenosti sa zakonodavstvom na lokalnoj i globalnoj razini (Reading et al., 2022).

Sve navedeno prikazuje važnost integriranog pristupa smanjenju emisija metana koji uključuje sve sektore društva i koristi najnovije tehnologije kako bi se postigli značajni ekološki i društveni benefiti.

8. IZAZOVI I PREPREKE U IMPLEMENTACIJI NOVE REGULATIVE

Kao i kod donošenja svake direktive i/ili zakona, pojavljuju se razne prepreke, izazovi i situacije na koje je potrebno računati i imati spreman plan kako ih riješiti. Izazove u implementaciji regulative dijele se u par kategorija:

1. Tehnički izazovi
 - a) Praćenje i mjerenje emisija – Razvijanje i uvođenje tehnologija za precizno mjerenje emisija metana spada u tehnički izazov jer se koristi sofisticirana oprema i infrastruktura koja omogućuje otkrivanje i kvantificiranje metana na niskim razinama;
 - b) Infrastruktura – Potreba za modernizacijom postojećih plinovoda, postrojenja i ostale infrastrukture, kako bi došlo do smanjenja emisija metana i curenja;
2. Ekonomski izazovi
 - a) Troškovi implementacije – Troškovi do kojih dolazi uslijed prilagodbe novim propisima su visoki što stvara poseban problem malim i srednjim kompanijama.
 - b) Konkurentnost – Ukoliko regulative u EU povećaju operativne troškove to može utjecati na konkurentnost u usporedbi s regijama s manje strožim propisima;
3. Administrativni i pravni izazovi
 - a) Usklađivanje s raznim propisima i dokumentima – Ključno je da države članice usklade svoje propise inače dolazi do administrativnih prepreka;
 - b) Nadzor i provedba
4. Društveni izazovi
 - a) Prihvatanje od strane javnosti – Komunikacija i edukacija s javnošću su nužne kako bi se postigla društvena podrška i podigla svijest o važnosti određenog izazova;
 - b) Radna snaga – Implementacija regulative utječe i na radnu snagu s aspekta da zaposlenici moraju prolaziti obuku i prilagodbu novim tehnologijama i procedurama;
5. Ekološki izazovi
 - a) Neočekivane posljedice – potrebno je s dozom opreza planirati i regulirati radnje kako ne bi došlo do negativnih utjecaja na okoliš (Međunarodna agencija za energiju, 2023).

8.1. Analiza mogućih strategija za prevladavanje prepreka

Sve navedene prepreke i izazove potrebno je unaprijed prepoznati te za svaku potencijalnu pronaći način kako ih savladati.

Tehnički izazovi savladavaju se razvojem i implementacijom tehnologija za mjerenje i praćenje kroz investicije u istraživanje novih tehnologija i standardizaciju tehnologija. Moguće ih je savladati i modernizacijom infrastrukture pomoću subvencije i poticaja te partnerstva s privatnim sektorima. Ekonomske prepreke moguće je savladati kroz podršku od EU fondova ili poreznih olakšica, grantova, natječaja za inovativna rješenja te podrške startupovima. Pravne i administrativne izazove pokušat će se riješiti kroz harmonizaciju propisa što uključuje koordinaciju među državama članicama i uvođenjem jednostavnih procedura za usklađivanje s novim regulativama te uz pomoć jačanja nadzornih tijela tako da se provodi obuka.

Društvenim izazovima će pomoći edukacija i podizanje svijesti kroz razne kampanje i obrazovne programe i programi prekvalifikacije kako bi se pružila podrška radnoj snazi. Ekološki izazovi pronalaze rješenja kroz pristupe upravljanja okolišem te kontinuirano praćenje emisija.

9. ZAKLJUČAK

Uredba EU 2024/1787 predstavlja ključan korak u nastojanjima Europske unije da smanji emisije štetnih plinova, u ovom konkretnom slučaju metana, jednog od najštetnijih stakleničkih plinova koji uvelike doprinosi globalnom zagrijavanju. Uredba postavlja ciljeve i zahtjeve za sektore energetike, poljoprivrede i gospodarenja otpadom te načine kojima se dolazi do postizanja cilja. Menadžment emisija metana unutar okvira Uredbe uključuje uvođenje najboljih dostupnih tehnologija i praksi za otkrivanje, kvantificiranje i smanjenje curenja metana. Također, naglašava se potreba za transparentnošću i redovitim izvještavanjem o emisijama, što će omogućiti bolju kontrolu i poboljšanje politika u budućnosti. Upravo otkrivanje i redovito praćenje je ključno kako bi se u kratkom roku poduzeli postupci kojima bi se granice metana držale na dozvoljenoj razini. Mogućnost ranog otkrivanja moguća je zahvaljujući senzorskim detektorima, dronovima, senzorima na pokretnim vozilima te stacioniranim uređajima.

Uvođenjem strogih normi, EU pokazuje svoju predanost borbi protiv klimatskih promjena i tranziciji ka održivijem gospodarstvu. Uredba EU 2024/1787 predstavlja ambiciozan i nužan korak prema smanjenju emisija metana u cilju zaštite klime, zdravlja ljudi te omogućava dostizanje ciljeva donesenih prijašnjim politikama, uredbama i zakonima. Njena uspješna implementacija ovisit će o učinkovitosti menadžmenta emisija, inovacijama u tehnologiji te aktivnoj ulozi svih strana, od proizvođača, operatora te krajnjih korisnika, u postizanju ciljeva smanjenja emisija. Također, uvode se stroge kazne za subjekte koji ne ispunjavaju postavljene standarde i ciljeve. Ovo uključuje financijske kazne, ali i mogućnost privremenog zatvaranja postrojenja koja krše propise. Primjena regulative utječe i na poslovne modele zahvaćenih kompanija, povećavaju im početne i operativne troškove, ali istovremeno otvaraju prilike za inovaciju, diversifikaciju i razvoj novih tržišta. Tvrtke koje se prilagode ovim promjenama i investiraju u napredne tehnologije mogu poboljšati svoju konkurentnost i dugoročno poslovanje, dok istovremeno doprinose smanjenju emisija i zaštiti okoliša.

10. LITERATURA

1. Agencija za zaštitu okoliša (engl. *Environmental protection agency*, EPA). 2023. *EPA's Final Rule to Reduce Methane and Other Harmful Pollution from Oil and Natural Gas Operations*. Studija. EPA. URL:
<https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epas-final-oil-and-gas-rule.-overview-presentation.pdf>
2. CAHILL, B., POST, H. 2024. *EU Methane rules: Impact for global LNG Exporters*. Studija. Washington D.C.: Centar za strateške i međunarodne studije (engl. *Center for Strategic and International Studies*, CSIS). URL:
<https://www.csis.org/analysis/eu-methane-rules-impact-global-lng-exporters>
3. DELA CRUZ, J. 2024. *Technological Innovation in O&G: Exclusive Insights with Climate Investment*. Izvještaj. Climate Investment founded by OGCI. URL:
<https://www.climateinvestment.com/news/technological-innovation-in-og-exclusive-insights-with-climate-investment>
4. Europska unija br.2001/81. *Direktiva o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari*: Europska unija. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32001L0081>
5. Europska unija br. 2019/942. *Uredba o osnivanju Agencije Europske unije za suradnju energetske regulatora*: Europska unija. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0942>
6. Europska unija br.2024/1787. *Uredba o smanjenju emisija metana u energetske sektoru i izmjeni Uredbe (EU) 2019/942*: Europska unija. URL:
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401787
7. FOSCO, D., DE MALFETTA M., RENZULLI, P., NOTARNICOLA, B. 2024. *Progress in monitoring methane emissions from landfills using drones: an overview of the last ten years*. Studija. ScienceDirect. URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724041299>
8. Narodne novine br.4/2023-68. *Pravilnik o odlagalištima otpada*: Narodne novine. URL: [d.d.https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_01_4_68.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_01_4_68.html)
9. OLCZAK, M., PIEBALGS, A., STERN, J. 2024. *Analysing the EU Methane Regulation: what is changing, for whom and by when?*. Studija. The Oxford

- Institute for energy studies. URL:
<https://www.oxfordenergy.org/publications/analysing-the-eu-methane-regulation-what-is-changing-for-whom-and-by-when/>
10. Picarro Surveyor. 2016. *Smart Gas Detection*. Projekt. Picarro INC. URL:
https://www.picarro.com/sites/default/files/2017-03/Picarro_Surveyor_Brochure_0.pdf
 11. RAVISHANKARA, A.R., et al. 2021. *Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions*. Studija. UN Environmental Program. URL: <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>
 12. READING, E., et al. 2022. *Societal Benefits of Methane Mitigation*. Studija. ABT Global. URL: <https://www.abtglobal.com/insights/publications/white-paper/societal-benefits-of-methane-mitigation>
 13. White House. 2021. *U.S. Methane emissions reduction action plan*. Studija. Washington D.C.: White House government. URL:
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/11/US-Methane-Emissions-Reduction-Action-Plan-1.pdf>

WEB IZVORI:

1. Aerodyne Research. 2024. URL: <https://aerodyne.com/> (15.07.2024.)
2. Baker Hughes. 2021. *Finding the fugitives: detecting methane in unexpected places*. URL: <https://www.bakerhughes.com/company/energy-forward/finding-fugitives-detecting-methane-unexpected-places> (22.07.2024.)
3. BloombergNEF. 2024. URL: <https://about.bnef.com/> (20.07.2024.)
4. Climate and clean air coalition. 2022. URL: <https://www.ccacoalition.org/>
5. Europska svemirska agencija (engl. *European space agency*). 2024. *Introducing Sentinel – 5P*: URL:
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Introducing_Sentinel-5P (19.07.2024.)
6. Europska komisija. 2024. EU. URL: https://commission.europa.eu/index_en (06.08.2024.)
7. Fond za zaštitu okoliša (engl. *Environmental Defense Fund*). 2024. URL:
<https://www.edf.org/> (27.07.2024.)

8. GHGSat. 2024. URL:<https://www.ghgsat.com/en/products-services/data-sat/> (19.07.2024.)
9. IPCC. 2024. *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. URL: <https://www.ipcc.ch/> (23.07.2024.)
10. LI-COR. 2024. URL: <https://www.licor.com/> (17.07.2024.)
11. Međunarodna agencija za energiju (engl. *International Energy Agency, IEA*). 2023. *The case for methane policy and regulation*. URL: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023/the-case-for-methane-policy-and-regulation> (11.08.2024.)
12. Svjetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organization, WHO*). 2024. URL: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (17.07.2024.)
13. Svjetska organizacija za zaštitu prirode (engl. *World Wildlife Fund, WWF*). 2024. URL: <https://www.worldwildlife.org/> (27.07.2024.)
14. Teledyne FLIR. 2024. *Teledyne FLIR – The World's Sixth Sense*. URL: https://www.flir.com/about/about-flir/?srsltid=AfmBOoq0KK7YS9Nf1sk6m3QE4dzO1rb1Es_DVjjou8Von4SxL14OR_W (11.07.2024.)
15. United Nations Economic Commission for Europe, UNECE. 2019. *Preparing for the review of the Air convention's Gothenburg protocol ahead of its entry into force*. URL:<https://unece.org/environment/news/preparing-review-air-conventions-göthenburg-protocol-ahead-its-entry-force> (17.07.2024.)

IZJAVA

Izjavlujem da sam ovaj rad izradila samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.

Iva Zdelar

Iva Zdelar



KLASA: 602-01/24-01/144
URBROJ: 251-70-12-24-2
U Zagrebu, 4. 9. 2024.

Iva Zdelar, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/24-01/144, URBROJ: 251-70-12-24-1 od 15.07.2024. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

MENADŽMENT EMISIJA METANA I NOVA METANSKA REGULATIVA EUROPSKE UNIJE ZA NAFTNO-PLINSKU INDUSTRIJU

Za mentoricu ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica

(potpis)

Prof. dr. sc. Daria Karasalihović
Sedlar

(titula, ime i prezime)

Predsjednica povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Karolina
Novak Mavar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)