

AB „ORLEN Lietuva“ aplinkosauginė situacija

Jurgis Anužis

Šiaulių valstybinė kolegija, Aplinkos apsaugos studijų programos studentas

Šiaulių valstybinė kolegija / Šiauliai State Higher Education Institution, Lithuania; Student of Environmental Protection study program

jurgis.anuzis@stud.svako.lt

Violeta Petraškienė

Šiaulių valstybinė kolegija, Inžinerijos mokslų katedros lektorė

Šiaulių valstybinė kolegija / Šiauliai State Higher Education Institution, Lithuania; Lecturer at the Department of Engineering Sciences

v.petraskiene@svako.lt

Anotacija

Straipsnyje išanalizuotos naftos perdirbimo įmonės AB „ORLEN Lietuva“ sukuriamos aplinkosauginės problemos – oro, dirvožemio ir vandens tarša, išnagrinėtos taršos mažinimo priemonės. Pateikta bendra įmonės charakteristika ir tyrimo vietovė, išnagrinėti pagrindiniai naftos perdirbimo procesai, apibūdintos pavojingos cheminės medžiagos. Detaliai pristatyta tiriamo oro ir dirvožemio mėginių paėmimo metodika. Atliktų oro, vandens ir dirvožemio užterštumo tyrimų rezultatai parodė, kad oro tarša neviršijo nustatytos koncentracijos ribinių verčių, nuotekų valymas atitinka keliamus reikalavimus, užterštumo viršijimo atvejų irgi nenustatyta. Tačiau keliose dirvožemio teritorijose nustatytas foninės taršos viršijimas sunkiųjų metalų koncentracija.

Reikšminiai žodžiai: aplinkosauga, naftos perdirbimas, tarša, AB „ORLEN Lietuva“.

AB "ORLEN Lietuva" environmental situation

Summary

The article analyses the environmental problems created by the oil refining company AB "ORLEN Lietuva" – pollution of air, soil and water, and measures to reduce pollution are analysed. The general characteristics of the company and the research area are presented, the main oil refining processes are analysed, and hazardous chemicals are described. The methodology of air and soil sampling is presented in detail. The results of the conducted air, water and soil pollution tests showed that the air pollution did not exceed the limit values of the determined concentration, the wastewater treatment meets the requirements, and no cases of contamination were found. However, the concentration of heavy metals exceeded the background pollution in several soil areas.

Keywords: environmental protection, oil refining, pollution, AB "ORLEN Lietuva".

Įvadas

Temos aktualumas. Aplinkos taršos problema šiuo metu yra vienas iš sunkiausių iššūkių, su kuriuo susiduria pasaulis, dėl didelio oro, vandens ir dirvožemio taršos lygio, o viena iš svarbiausių taršos priežasčių – didėjanti tarša, naudojant iškastinį kurą ir ypač – naftą. Naftos perdirbimas ir jos produktų vartojimas palieka aplinkoje likučius, susidedančius iš skystų atliekų, dujinių ir kietų medžiagų, kurios neigiamai veikia gamtą ir prisideda prie natūralių struktūrų ardymo, žaloja žmonių sveikatą, sukelia gyvų organizmų mirtį, didina visuotinį atšilimą, ozono sluoksnio retėjimą [1].

Naftos perdirbimo pramonė yra viena didžiausių pramonės šakų pasaulyje ir atlieka pagrindinį vaidmenį skatinant šalių ekonomiką. Tačiau naftos perdirbimas iškėlė daugybę aplinkosaugos problemų. Naftos išsiliejimas, toksiškų organinių ir neorganinių teršalų išsiskyrimas sukelia rūgštų lietu, klimato kaitą ir dirvožemio, vandens bei oro užteršimą. Šie pavojai aplinkai daro neigiamą tiesioginį arba netiesioginį poveikį. Perdirbant naftą į atmosferą iš naftos perdirbimo įmonių išmetama milijonai tonų teršalų, tuo pat metu filtrais jų sulaikoma vos apie 50 proc. [7]. Perdirbant naftą krosnyse, susidaro aerosolinės dalelės – anglies kondensacijos produktai ir kancerogeniniai

benzpireno tipo angliavandeniliai. Perdirbus 1 mln. tonų žalios naftos, naftos perdirbimo įmonės išleidžia 0,1–5 milijonų tonų nuotekų ir pagamina 10–2000 tonų kietųjų atliekų [7].

Lietuvos teritorijoje (Mažeikių r., Juodeikių km.) įsikūrusi AB „ORLEN Lietuva“ yra naftos perdirbimo įmonė, valdanti vienintelę Baltijos šalyse naftos produktų gamyklą, naftotiekių ir produktotiekių tinklą bei jūrinį naftos terminalą. Pagrindinės gamyklos veiklos kryptys yra naftos ir kitos žaliavos (mazuto, dujų kondensato, vidutinių distiliatų) perdirbimas, naftos ir naftos produktų transportavimas vamzdiniais, naftos produktų krova į cisterninius vagonus ir autocisternas, elektros ir garo gamyba bei paskirstymas [9].

Tyrimo problema. Nors naftos perdirbimo įmonėse yra stebima procesuose išmetama tarša, stengiamasi, kad technologijos atitiktų geriausių gamybos būdų rekomendacijas ir nustatytus taršos normatyvus, tačiau tarša yra sunkiai matuojama ir valdoma.

Tyrimo objektas – aplinkosauga naftos perdirbimo pramonėje.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti aplinkosauginę situaciją AB „ORLEN Lietuva“.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti naftos perdirbimo procesus;
2. Apibūdinti tiriamo oro ir dirvožemio mėginių paėmimo metodiką;
3. Nustatyti AB „ORLEN Lietuva“ oro, vandens ir dirvožemio taršos lygius.

Naftos produktų gamybos ir vartojimo sukeliama tarša

Tarša apibrėžiama kaip gyvus organizmus supančios aplinkos pasikeitimas dėl žmogaus veiksmų ir įvairios jo veiklos, dėl kurios susidaro kenksmingos medžiagos, netinkamos organizmo gyvenimo vietai ir kurių galima išvengti. Siekiant išvengti taršos ieškoma techninių būdų, kaip šias medžiagas ir atliekas panaudoti, padaryti jas naudingomis arba šalinti taip, kad būtų išvengta neigiamo poveikio arba sumažintas jų poveikis.

Išskiriami du taršos tipai: 1) *priimtina tarša*, kuri neturi įtakos ekosistemos pusiausvyrai ir nekelia žalingo pavojaus aplinkai; 2) *destruktyvi tarša*, pasireiškianti didėjančiais kenksmingų atliekų kiekiais, kurie labai veikia gamtos elementus ir artina prie pavojingos kritinės ekologinės ribos [1].

Nafta užima didžiulę pasaulio energijos suvartojimo dalį. Europoje ir Azijoje ji sudaro 32 % visos energijos suvartojimo, Vidurio Rytuose – 53 %, Pietų ir Centrinėje Amerikoje – 44 %, Afrikoje – 41 %, Šiaurės Amerikoje – 40 %. Kasmet pasaulyje sunaudojama 36 milijardai barelių naftos. Pagrindiniai vartotojai yra labiausiai ekonomiškai išsivysčiusios šalys. Nafta yra žaliava ne tik energijos (kuro) produktams, bet ir įvairiems chemijos produktams: plastikai, tirpikliai, pesticidai, trąšos, vaistai, sintetinės kvapiosios medžiagos ir kt. [2].

Naftos perdirbimo įmonės sukelia daugiausia oro taršos problemų, palyginus su kitomis naftos pramonės šakomis. Dėl naftos perdirbimo susidaro teršalai ypač toksinių ir pavojingų atliekų pavidalu. Šių teršalų patekimo į ekosistemas tikimybė daugiausia priklauso nuo perdirbimo įrenginių nustatymų, nuo jų projektavimo ir veikimo procesų, priežiūros ir tikrinimo reguliarumo, įrangos rūšies, senumo ir kokybės. Daug reišia nustatyti valstybės ir tarptautiniai aplinkosauginiai normatyvai. Pagrindiniai naftos perdirbimo metu išsiskiriantys oro teršalai yra sieros ir azoto oksidai, kietosios dalelės, metalų pėdsakai. Šios medžiagos sukelia žmonijai kvėpavimo takų, širdies ir kraujagyslių ligų, įvairių alergijų pavojų [2].

Nafta yra angliavandenilių, azoto, sieros, deguonies ir kai kurių metalų junginių mišinys. Naftą ir jos darinius žmonės naudoja įvairiose srityse, o tai kartu didina taršą dėl didelio nuodingų teršalų, kurie į gamtą patenka sieros oksidų, amoniako, azoto ir kt. medžiagų pavidalu.

Ypatingai didelis naftos produktų gamybos ir vartojimo taršos poveikis orui. Naftos ir jos darinių degimo procesas sukelia pavojingų ir toksiškų dujų išmetimą. Tarp nuodingų į aplinką išmetamų dujų yra anglies dioksidas, sieros dioksidas, azoto oksidas ir vandenilis bei didelis procentas druskų, suodžių ir kitų medžiagų, kurios kelia pavojų aplinkai dėl didelio toksiškumo lygio [1].

Mažiau pastebimas, tačiau labai didelis naftos produktų gamybos ir vartojimo taršos poveikis dirvožemiui. Naftoje yra kenksmingų junginių, kurie užteršia žemę ir paverčia ją negyvenama žeme, nes teršalai dažnai yra toksiški ir pavojingi, o jų poveikis trunka ilgą laiką. Kenksmingi junginiai ardo

dirvožemį, kenkia žemės ūkio derliui, nes veikia kaip izoliacinės medžiagos, kurios naikina naudingas bakterijas ir užkemša dirvožemio poras, dėl to žūva augalija.

Naftos produktų gamybos metu sunaudojami dideli vandens kiekiai, kurie po naudojimo tampa užterštomis nuotekomis su pavojingais ir toksiškais junginiais. Tenka skirti dideles investicijas nuotekų valymo įrenginiams tam, kad išvalytas vanduo neterštų upių, jūrų bei žmonių sukurtų vandens telkinių.

Naftos perdirbimo procesuose naudojami įvairūs chemikalai, kurie sumaišomi su išgaunama nafta. Cheminės medžiagos palengvina naftos tekėjimą ir transportavimą, mažina tankį ir klampumą. Pridedamos cheminės medžiagos yra kenksmingos aplinkai, tačiau jos naudojamos siekiant palengvinti naftos produktų gamybos procesus [1].

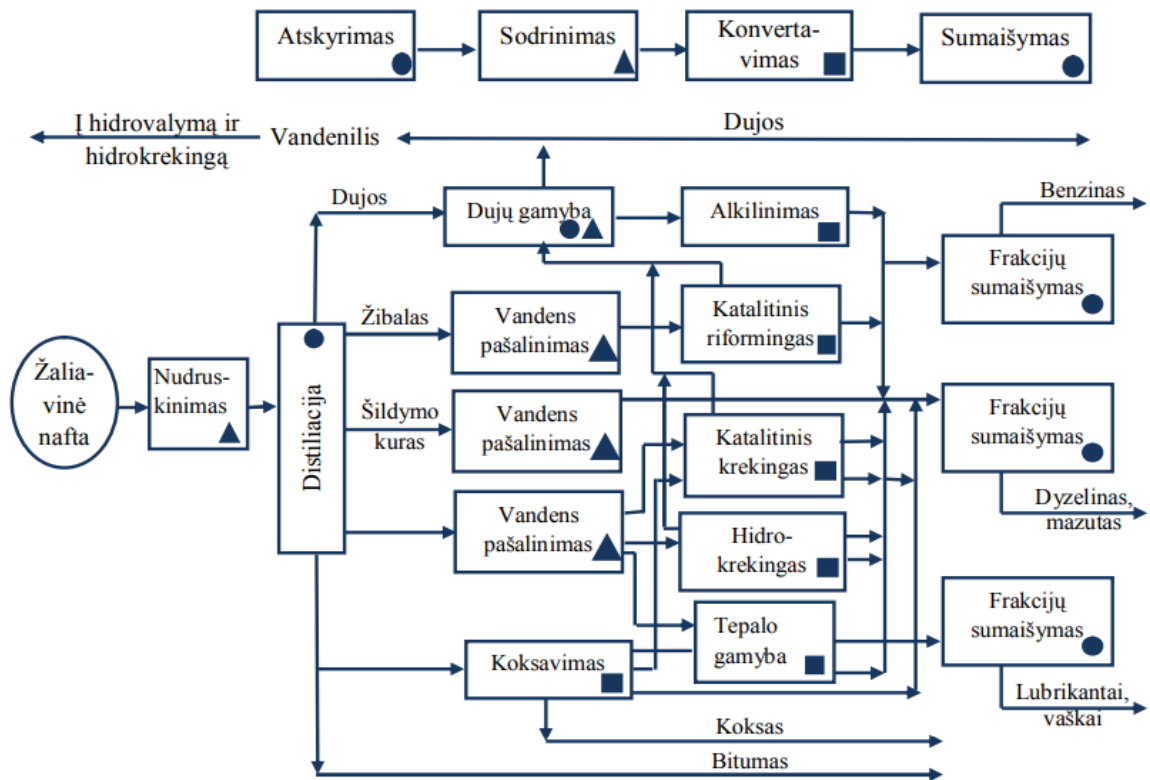
Naftos perdirbimo procesai

Naftos perdirbimo gamyklos yra paprastai didelės ir visiškai integruotos pramonės įmonės, perdirbančios didelius kiekius naftos žaliavos, kaupiančios ir tvarkančios stambias produktų atsargas bei suvartojančios daug energijos ir vandens [6].

Naftos perdirbimo procesą sudaro du etapai [3]:

- *pirminis perdirbimas*, per kurį paruošiama žaliava (druskų šalinimas ir išgarinimas) ir vyksta pagrindinis naftos išskirstymas į frakcijas – dujas, benzina, žibala, dyzelina ir pirminės distiliacijos mazutą. Šiuo etapu gautų produktų kokybė yra nepakankama, todėl ji gerinama atliekant cheminius perdirbimo procesus. Pirminio perdirbimo etape susidaro dideli naftos produktais užterštų techninių nuotekų kiekiai, kurie po valymo grąžinami į technologinį procesą;
- *antrinio perdirbimo* metu iš pirminiuose procesuose gauto mazuto gaunami šviesieji naftos produktai. Kokybė gerinama naudojant katalizatorius reakcijoms ir reikalingiems produktams gauti.

Pagrindiniai naftos perdirbimo technologiniai procesai yra nudruskinimas, atskyrimas distiliavimo (rektifikavimo) būdu, apdorojimas (panaudojant hidrovalymą), konvertavimas, dažniausiai taikant katalitinį krekingą ir riformingą, sumaišymas (žr. 1 pav.).



1 pav. Pagrindiniai naftos perdirbimo technologiniai procesai [5]

Nudruskinimas. Nudruskinimo įrenginiuose atskiriami chloridai, sulfatai ir kitos mineralinės priemaišos, nes jos koroduoja aparatūrą, neigiamai veikia daugelį naftos perdirbimo procese naudojamų katalizatorių ir blogina benzino, dyzelino ir tepalų kokybę. Po nudruskinimo naftoje gali likti ne daugiau kaip 3–4 mg/l druskų ir apie 0,1 proc. vandens. Dažnai procesas atliekamas dviem pakopomis [8].

Rektifikacija (distiliacija). Naftos rektifikacija (mišinio išskyrimas į sudedamąsias dalis) yra viena pirmųjų naftos perdirbimo operacijų, kurios metu iš naftos išskiriamos atitinkamos virimo temperatūros frakcijos, kurios toliau naudojamos tolesniam perdirbimui ir naftos produktų gamybai [4].

Katalizinis krekingas yra pagrindinis antrinio naftos perdirbimo procesas, kurio metu iš sunkiųjų naftos produktų papildomai išskiriama apie 50 proc. šviesių naftos produktų. Sudėtingos proceso reakcijos vyksta aukštoje temperatūroje, proceso metu naudojamas katalizatorius [7].

Tyrimo metodika

Tiriamą oro mėginio paėmimo metodika. Tyrimai buvo vykdomi nustatant epizodinę teršalų koncentraciją galimo poveikio aplinkos orui zonoje iki 1 km atstumu nuo įmonės AB „ORLEN Lietuva“ teritorijos ribos. Oro mėginiai buvo imami vyraujant rytų vėjui. Sieros dioksido (SO₂), azoto dioksido (NO₂), benzeno koncentracijai nustatyti mėginiai imti į desorbcinius vamzdelius, sugertuvus, kiekvienam mėginiui siurbiant orą 30 minučių. Oro mėginiai paimti studento praktikos metu, jų analizės atliktos AB „ORLEN LIETUVA“ aplinkos tyrimų laboratorijoje. Lakiųjų organinių junginių tyrimai aplinkos ore buvo atlikti termodesorbcinės dujų chromatografijos-masių spektrometrijos metodu pagal standartinės veiklos procedūrą (toliau – SVP). SVP yra parengta pagal LST EN ISO 16017-1:2002 standartą. Mėginių ėmimas siurbiant atliktas pagal ISO 16017-1:2000 standartą. Tyrimų mėginiai imti 2023 m. balandžio 13 d. keturiose vietose aplink naftos perdirbimo gamyklą AB „ORLEN Lietuva“ nuo įmonės teritorijos ribos (žr. 2 pav.) 1 km atstumu. Gauti rezultatai palyginti su pusės valandos ribine verte, vadovaujantis teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašu ir ribinėmis aplinkos oro užterštumo vertėmis, patvirtintomis LR aplinkos ministro ir LR sveikatos apsaugos ministro 2000 m. spalio 30 d. įsakymu Nr. 471/582 (Žin., 2000, Nr.100-3185, 2007, Nr.67-2627). Tyrimų rezultatų duomenys yra pateikti 5 lentelėje.

Aplinkos ore teršalų nustatymo metodai, sudaryti pagal LST EN ISO 16017-1:2002 standartą, pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Aplinkos ore teršalų nustatymo metodai

Eil. Nr.	Nustatomi parametrai	Metodai	Normatyvinis dokumentas, kuriame pateiktas metodas
1	Azoto dioksidas	Fotometrinis	LAND 24-98/M-04. Aplinkos oras. Azoto dioksido koncentracijos nustatymas.
2	Sieros dioksidas	Fotometrinis	LAND 26-98/M-05. Aplinkos oras. Sieros dioksido koncentracijos nustatymas.
3	Benzenas	Chromatografinis	LST EN ISO 16017-1:2002 Dujų chromatografijos metodas, liepsnos jonizacijos detektorius.

Tiriamą dirvožemio mėginio paėmimo metodika. Dirvožemio mėginiai buvo imami pagal laboratorijoje naudojamą metodiką, sudarytą prisilaikant LST ISO10381-1:2005 ir LST ISO 10381-2:2005 standartų nurodymų.

Mėginiai buvo imami viršutiniame 0–10 cm žemės sluoksnyje. Mėginių paėmimo vietos parinktos pagal analizuojamą dirvožemio plotą. Dirvožemio bandiniai buvo renkami „voko“ principu: bandinį sudaro 5 mėginiai, paimti iš 10–20 m² ploto. Mėginiai buvo surenkami į skirtingus indus. Surinkti dirvožemio mėginiai atitinkamai paruošti tolimesniems tyrimams. Jeigu ėmimo metu dirva buvo drėgna, pirmiausia ėminiai džiovinami kambario temperatūroje 24 valandas, vėliau dirvožemis išsijojamas per 2 mm sietą. Atsvėrus 0,2 g kiekvieno mėginio, jie buvo mineralizuojami mineralizatoriuje.

Sunkiųjų metalų koncentracijos nustatymas vykdytas naudojant karališkąjį vandenį (*aqua regia*) (HCl:HNO₃ 3:1). Karališkajam vandeniui pagaminti naudojamos HNO₃ (65 proc.) ir HCl (37 proc.) rūgštys. Sumaišoma 100 ml HNO₃ rūgštis su 300 ml HCl rūgštimi. Atsveriami po 2 g iki 2 mm dydžio sumalto dirvožemio. Į kiekvieną dirvožemio bandinį įlašinama po 6 ml karališkojo vandens. Indai užsukami. Tokiu būdu visi iš dirvožemio bandinių susidarę garai susikondensuoja ant indelių paviršiaus ir nuteka atgal į bandinį. Indai dedami į centrifūgą.

Bandiniai kaitinami 2 valandas 105°C temperatūroje. Baigus skaidymo procedūrą, indas atvėsinaamas. Atvėsusi terpė (nuoplovos) filtruojama per filtravimo popierių, filtratas supilamas į matavimo kolbą. Gautame tirpale nustatomos bendrosios sunkiųjų metalų koncentracijos.

Sunkiųjų metalų koncentracija dirvožemio bandinių tirpaluose buvo nustatoma „Perkin Elmer“ firmos induktyviosios susietos plazmos optinės emisijos spektrometru „Avio 200“ (ISP - OES) pagal LST EN 16170: 2016 standartą įmonės „AB ORLEN LIETUVA“ laboratorijoje. Gauti tyrimo rezultatai buvo palyginti su standarte nustatytais pavojingųjų cheminių medžiagų ribinėmis vertėmis dirvožemyje (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Pavojingųjų cheminių medžiagų ribinių verčių lentelė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	CAS Nr.*	Cheminės medžiagos ribinė vertė (RV), mg/kg sausosios medžiagos
Metalai ir neorganiniai junginiai			
1.	Alavas (Sn)	7440-31-5	20
2.	Arsenas (As)	7440-38-2	20
3.	Baris (Ba)	7440-39-3	700
4.	Berilis (Be)	7440-41-7	10
5.	Boras (B)	7440-42-8	50
6.	Chromas (Cr)	7440-47-3	80
7.	Cinkas (Zn)	7440-66-6	300
8.	Gyvsidabris (Hg)	7439-97-6	0,5
9.	Kadmis (Cd)	7440-43-9	1,5
10.	Kobaltas (Co)	7440-48-4	40
11.	Manganas (Mn)	7439-96-5	1500
12.	Molibdenas (Mo)	7439-38-7	5
13.	Nikelis (Ni)	7440-02-0	75
14.	Selenas (Se)	7782-49-2	1,5
15.	Sidabras (Ag)	7440-22-4	0,5
16.	Stibis (Sb)	7440-36-0	10
17.	Švinas (Pb)	7439-92-1	80
18.	Uranas (U)	7440-61-1	20
19.	Vanadis (V)	7440-62-2	150
20.	Varis (Cu)	7470-50-8	75
21.	Cianidai (bendras, CN)	-	5
22.	Fluoridai (F)	-	200
23.	Nitratai (NO ₃)	-	130

Kadmis (Cd) yra mobilus rūgščioje aplinkoje ir yra labiau prieinamas augalams. Dirvožemio užterštumas kadmiu laikomas vienu pavojingiausių aplinkos reiškinių, nes jis kaupiasi augaluose virš normos net ir esant nedideliame dirvožemio užterštumui ir priklauso pirmajam pavojingumo klasei.

Cinkas (Zn). Padidėjus rūgštingumui, cinkas pereina į organinius kompleksus ir surišamas su dirvožemiu. Su organinėmis medžiagomis Zn sudaro stabilias formas, todėl dažniausiai kaupiasi dirvožemio paviršiuje. Padidėjęs cinko kiekis didina technogeninę taršą.

Varis (Cu). Cheminiu požiūriu varis yra neaktyvus metalas. Pagrindinis veiksnys, turintis įtakos Cu kiekio vertei, yra jo koncentracija dirvožemį formuojančiose uolienose.

Nikelis (Ni). Didžiausios nikelio koncentracijos stebimos molingose, dirvose, turtingose organinių medžiagų. Ni pasiskirstymą dirvožemio profilyje lemia organinių medžiagų kiekis.

Chromas (Cr). Chromas yra natūraliai esantis cheminis elementas žemės plutoje, tačiau per dideli jo kiekiai gali būti kenksmingi. Dideli chromo kiekiai gali būti toksiški augalams, jie gali absorbuoti

chromo kieki ir virsti kenksmingais maisto produktais. Todėl svarbu stebėti ir riboti chromo kiekius dirvožemyje, ypač ten, kur yra žmonių gyvenvietės ar žemdirbystės plotai.

Švinas (Pb). Augalai absorbuoja didelius švino kiekius, ir taip daro neigiamą poveikį žmonių sveikatai, kadangi švinas kaupiasi organizme ir yra toksiškas. Todėl svarbu stebėti ir riboti švino kiekius dirvožemyje, ypač ten, kur yra žmonių gyvenvietės, žemdirbystės plotai ar žaidimų aikštelės.

Tyrimo vietos charakteristika

Europoje iš viso veikia 75 naftos perdirbimo gamyklos, kurių bendras perdirbimo pajėgumas 2022 m. siekė 13 milijonų barelių per dieną, o metinis pajėgumas siekė 663 milijonų tonų per metus.

Lietuvos teritorijoje (Mažeikių raj., Juodeikių km.) įsikūrusi AB „ORLEN Lietuva“ yra naftos perdirbimo įmonė, valdanti vienintelę Baltijos šalyse naftos produktų gamyklą, naftotiekių ir produktotiekių tinklą bei jūrinį naftos terminalą. Pagrindinės gamyklos veiklos kryptys yra naftos ir kitos žaliavos (mazuto, dujų kondensato, vidutinių distiliatų) perdirbimas, naftos ir naftos produktų transportavimas vamzdiniais, naftos produktų krova į cisterninius vagonus ir autocisternas, elektros ir garo gamyba ir paskirstymas. Lietuvoje 2020 m. išgauta 38,11 tūkst. m³ naftos. Tai buvo 21 proc. mažiau nei 2019 metais. Išgaunamųjų naftos išteklių likutis 2020-12-31 buvo 2 528,0 tūkst. m³ [9].

Žaliava į Mažeikių naftos perdirbimo gamyklą buvo importuojama iš Rusijos. „Urals“ nafta į Lietuvą iki 2006 m. buvo transportuojama 720 mm skersmens naftotiekiu magistrale per Novopolocką (Baltarusija) iki Biržų, iš kur 220 km atšaka suko į Mažeikių naftos perdirbimo įmonę. Vamzdyno atšakos iki Mažeikių projektinis pajėgumas buvo 16 mln. t per metus. Pradėjus veikti reversiniam importo-eksporto terminalui Būtingėje, atsirado alternatyvaus žaliavos tiekimo galimybė tanklaiviais Baltijos jūra. Šiuo metu žaliava į Mažeikių naftos perdirbimo gamyklą importuojama iš viso pasaulio per Būtingės terminalą tanklaiviais Baltijos jūra.

Mažeikių naftos perdirbimo įmonė AB „ORLEN LIETUVA“ pradėjo veiklą 1980 m. Visas įmonės kompleksas užima apie 2600 ha plotą. Už 9,5 km į pietryčius nuo įmonės yra Mažeikių miestas. Šalia rytinės įmonės teritorijos pusės yra Juodeikių tvenkinys, už 2 km ta pačia kryptimi teka Ventos upė. Maždaug už 10 km pietų kryptimi nuo įmonės yra Šerkšnės hidrografinis draustinis. Šiaurės vakarų kryptimi nuo įmonės yra Pikelių kaimas. Pietų kryptimi nuo įmonės yra Ruzgų gyvenvietė. Pietryčių kryptimi nuo įmonės už Ventos upės yra Lieckavos gyvenvietė. Šiaurės rytų kryptimi nuo įmonės yra Griežės gyvenvietė. Akcinės bendrovės „ORLEN Lietuva“ akcininkas yra Rytų ir Centrinės Europos naftos perdirbimo sektoriaus lyderis Lenkijos naftos koncernas „Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A.“. Naftos perdirbimo produktų gamykloje per metus galima perdirbti apie 10 mln. tonų naftos. Bendrovė yra svarbiausia benzino ir dyzelino tiekėja Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje. Savo produkciją bendrovė taip pat eksportuoja į Vakarų Europą, JAV, Ukrainą ir kitas šalis.

Pagrindinė AB „ORLEN LIETUVA“ ūkinė veikla yra naftos perdirbimas ir naftos produktų gamyba, prekyba naftos produktais, naftos krova iš tanklaivių, naftos ir naftos produktų transportavimas vamzdiniais. Siekiant geriau išnaudoti gamybinius pajėgumus, perdirbama ir kita žaliava – dujų kondensatas, mazutas ir vidutiniai distiliatai [9].

Įmonėje gaminamos produkcijos apimtys 2019–2022 m. pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Įmonėje perdirbamas žaliavų kiekis (įmonės dokumentų duomenys)

Žaliava	Faktinis kiekis, tūkst. tonų			
	2019 m.	2020 m.	2021 m.	2022 m.
Nafta	9515,218	7847,449	7953,859	8241,138
Alkilatas	4,3	5,6	5,5	0,0
MTBE	11,2	18,3	18,2	4,1
RRME	29,5	39,8	41,8	43,9
Etanolis	16,4	20,0	20,4	20,9
Metanolis	10,8	12,7	12,4	12,1
Vakuuminis distiliatas	110,4	0	772,4	771,3
IŠ VISO:	8757,6	100096,4	11143,7	11126,3

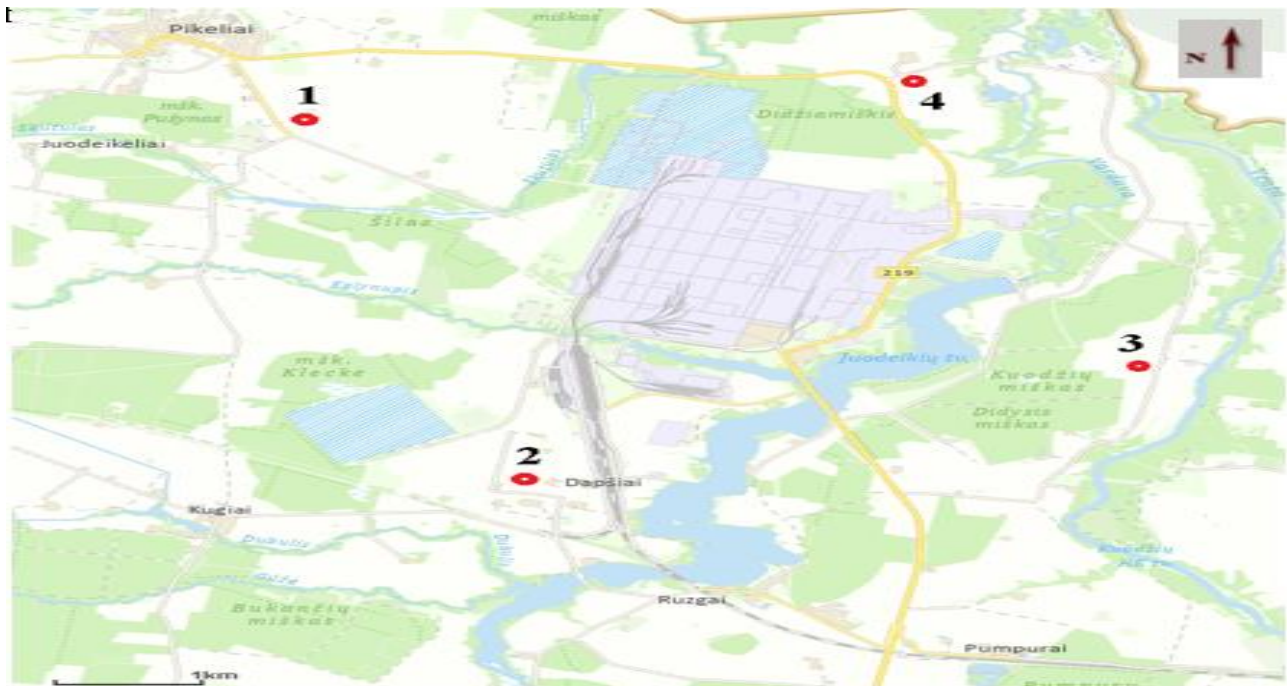
Perdirbant naftą sukuriamos šios aplinkosauginės problemos: oro, vandens ir dirvožemio tarša. AB „ORLEN Lietuva“ skiria daug lėšų gamtos apsaugos priemonių diegimui, bendradarbiauja su Lietuvos ir tarptautinėmis kompanijomis kuriant ekologines programas, laikosi visų aplinkosaugos reikalavimų. Pasaulyje pripažintų firmų atlikti gamtos sauginiai auditai teigiamai vertina įmonės ekologinę situaciją, jos veiklos atitikimą Lietuvos Respublikos ir tarptautiniams aplinkosaugos reikalavimams. Bendrovei suteiktas tarptautinis aplinkosaugos vadybos sistemos sertifikatas ISO 14001:2015, liudijantis apie įmonės socialinę atsakomybę, rūpinimąsi gamtinės aplinkos sauga [10].

AB „ORLEN Lietuva“ gamykloje įdiegta pažangi monitoringo sistema. Aplinkos apsaugos specialistai, naudodamiesi moderniais prietaisais, kontroliuoja išmetamų teršalų kiekį įmonės teritorijoje ir už jos ribų. Bendrovėje vykdomi požeminio vandens monitoringas, identifikuoję ir išvalytų taršos naftos produktais arealų stebėseną ir taršos prevenciją, naftos produktais užterštų teritorijų išvalymo ir sutvarkymo darbai, geriamojo vandens programinė priežiūra ir kt. [10].

AB „ORLEN Lietuva“ gamykloje įdiegta *automatizuota teršalų matavimo sistema* (toliau – AMS), vykdančią Europos Sąjungos direktyvų reikalavimus, kurie keliami išmetamų teršalų stebėsenai iš didelių kurą deginančių įrenginių, procesų įrenginių, katalizinio krekimo įrenginių. AMS ir visi ją sudarantys elementai yra sertifikuoti tinkamai naudoti automatinėms matavimo sistemoms, AMS kokybę užtikrinama vadovaujantis LST EN 14181 standarto nuostatomis. AMS įdiegta šiuose įrenginiuose: dideliuose kurą deginančiuose įrenginiuose, kurių vardinė (nominali) šiluminė galia didesnė kaip 50 MW; katalizinio krekimo įrenginyje; sieros gamybos įrenginiuose [10].

Tyrimo vietos

Tyrimui parinktos tokios tyrimo vietos, kad rezultatai kuo objektyviau atspindėtų galimą įmonės įtaką aplinkai. Tyrimui pasirinktos tyrimo vietos pažymėtos žemėlapyje 2 paveiksle.



2 pav. Oro ir dirvožemio tyrimo vietų žemėlapis (maps.lt)

Oro ir dirvožemio užterštumo tyrimai atlikti keturiose tyrimų vietose: *1 vieta* – šiaurės vakarų kryptimi, 1 km atstumu nuo įmonės link Latvijos Respublikos, *2 vieta* – pietų kryptimi, 1 km atstumu nuo įmonės link Ruzgų gyvenvietės, *3 vieta* – pietryčių kryptimi, 1 km atstumu nuo įmonės link užtvankos ant Varduvo upės, *4 vieta* – šiaurės rytų kryptimi, 1 km atstumu nuo įmonės link Griežės gyvenvietės). Oro kokybę vertinta pagal sieros dioksidą (SO₂), azoto dioksidą (NO₂) ir benzeną. Dirvožemyje tirti šeši svarbiausi pramonės išmetami sunkieji metalai – Zn, Cd, Ni, Pb, Cu ir Cr. Vandens tarša nustatyta analizuojant dokumentinius AB „ORLEN Lietuva“ duomenis.

Tyrimo rezultatai

Oro taršos tyrimas atliktas 2023 m. balandžio 13 d. AB „ORLEN Lietuva“ galimo poveikio aplinkos orui zonoje. Meteorologinės sąlygos matavimo metu pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. Meteorologinės sąlygos

Rodikliai	Mėginių ėmimo vietos			
Oro sąlygos	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4
Vėjo kryptis	Rytų	Rytų	Rytų	Rytų
Vėjo greitis	4,4 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	4,9 m/s
Temperatūra	14,1 °C	14,9 °C	14,6 °C	14,3 °C
Santykinis drėgnumas	49,2 proc.	49,2 proc.	49,2 proc.	49,2 proc.
Atmosferinis slėgis	752 mm Hg st.	752 mm Hg st.	752 mm Hg st.	752 mm Hg st.

Aplinkos oro tyrimų rezultatai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Aplinkos oro tyrimų rezultatai

Rodiklis	Mėginių ėmimo vietos, nustatyta koncentracija, mg/m ³				Pagal HN Pusės valandos ribinė
	1 vieta	2 vieta	3 vieta	4 vieta	
Azoto dioksidas	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	200mg/m ³
Sieros dioksidas	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	350mg/m ³
Benzenas	0,004	0,004	0,002	0,001	5mg/m ³

Atliktų oro tyrimų rezultatai parodė, kad nustatytos azoto dioksido, sieros dioksido ir benzeno koncentracijos neviršijo ribinių verčių.

Vandens taršos tyrimas atliktas pagal įmonės AB „ORLEN Lietuva“ pateiktus vidinius dokumentus. Nuotekų rodiklių maksimaliai leidžiamos koncentracijos prieš valymą pateiktos 6 lentelėje. Nuotekos leidžiamos iš gamybinių 1 (K-3) ir 2 (K-3s) sistemų: į (K-3) savitakę gamybinę kanalizaciją išleidžiamos gamybinės nuotekos iš gamybos padalinių Nr. 1, 2, 3; į (K-3s) gamybinę slėginę kanalizaciją išleidžiamos druskingos nuotekos iš LK-1 ir LK-2 kompleksų, šarminės nuotekos – iš izometrizationo įrenginio, technologinis kondensatas – iš KT-1/1 komplekso.

6 lentelė. Nuotekų rodiklių maksimalios leidžiamos koncentracijos prieš valymą

Rodiklių pavadinimas	Norma		Tyrimų metodai
	Nuotekų sistema		
	K-3	K-3s	
Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	2000	5000	Chromatografinis metodas LAND 61- 2003 Fotoluminescencinis metodas SVP V FL 24 Tūrio metodas SVP V T 10
Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	20	55	Spektrofotometrinis metodas SVP V SF 04
Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	9	30	Spektrofotometrinis metodas SVP V SF 07
Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	15	30	Spektrofotometrinis metodas SVP V SF 09, LAND 38 -2000
Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	5	-	Spektrofotometrinis metodas SVP V SF 17
Aktyvi vandens reakcija (pH)	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0	Potenciometrinis metodas LST ISO 10523
Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	460	1200	Elektrocheminis metodas LAND 47- 1.2:2007
Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	200	200	Gravimetrinis metodas LAND 46: 2007
Detergentų kiekis (APAM), mg/l	20	20	Spektrofotometrinis metodas SVP V SF 14
Temperatūra, °C, ne didesnė	30	40	Elektrometrinis metodas

Vidutinės nuotekų teršalų koncentracijos, patenkant į nuotekų valymo įrenginius, pateiktos 7 lentelėje pagal įmonės AB „ORLEN Lietuva“ 2019–2022 m. duomenis.

7 lentelė. Vidutinės nuotekų teršalų koncentracijos, patenkant į nuotekų valymo įrenginius, 2019–2022 m.

Metai	Rodiklių pavadinimas	Faktiniai rodikliai	
		Nuotekų sistema	
		K–3	K–3s
2019	Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	26,43	3,98
	Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	1,41	10,28
	Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	0,97	33,98
	Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	8,48	47,98
	Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	1,21	
	Aktyvi vandens reakcija (pH)	7,75	8,62
	Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	83,81	493,55
	Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	28,84	29,87
	Detergentų kiekis (APAM), mg/l	-	-
	Temperatūra, °C, ne didesnė	-	-
2020	Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	38,86	130,58
	Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	2,71	22,54
	Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	0,39	29,73
	Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	9,94	58,66
	Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	1,05	
	Aktyvi vandens reakcija (pH)	7,65	8,63
	Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	110,42	537,27
	Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	25,51	28,83
	Detergentų kiekis (APAM), mg/l	-	-
	Temperatūra, °C, ne didesnė	-	-
2021	Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	58,05	46,62
	Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	4,75	11,49
	Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	0,60	40,17
	Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	16,76	52,56
	Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	10,03	91,39
	Aktyvi vandens reakcija (pH)	8,06	8,47
	Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	177,96	437,85
	Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	45,01	26,53
	Detergentų kiekis (APAM), mg/l	-	-
	Temperatūra, °C, ne didesnė	-	-
2022	Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	94,62	66,21
	Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	1,43	16,53
	Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	0,83	37,18
	Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	12,03	50,23
	Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	9,71	21,37
	Aktyvi vandens reakcija (pH)	7,8	8,65
	Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	258,68	391,82
	Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	47,31	33,92
	Detergentų kiekis (APAM), mg/l	-	-
	Temperatūra, °C, ne didesnė	-	-

Rusvu fonu pažymėti rodikliai viršijo nurodytą *maksimalią* leidžiamą koncentraciją prieš valymą (žr.6 lentelę)

Nuotekų dokumentuose analizuoti 2019–2022 metų dešimt svarbiausių rodiklių. Vidutinės druskingų nuotekų teršalų koncentracijų K–3s sistemoje analizė parodė, kad fenolių, amoniakinio azoto ir monoetanolamino užterštumo rodikliai viršijo nustatytą leidžiamą koncentraciją prieš patenkant į valymo įrenginius. Panaši situacija nustatyta ir K–3 sistemoje: čia leidžiamą koncentraciją 2021 ir 2022 m. viršijo amoniakinio azoto ir monoetanolamino cheminės medžiagos. 7 lentelėje rodikliai, viršiję nustatytą leidžiamą koncentraciją, pažymėti rusvu fonu.

Vidutinės išvalytų nuotekų teršalų koncentracijos, patenkant į išleistuvą (Dubulio upelį) 2019–2022 m., pateiktos 8 lentelėje pagal įmonės AB „ORLEN Lietuva“ 2019–2022 m. duomenis.

8 lentelė. Vidutinės išvalytų nuotekų teršalų koncentracijos patenkant į išleistuvą (Dubulio upelį) 2019 – 2022 m.

Rodiklių pavadinimas	Vidutinė metinė koncentracija (T-4) mg/l			
	Metai			
	2019	2020	2021	2022
Naftos produktų koncentracija, mg/l, ne didesnė	0,01	0,005	0,0351	0,045
Sulfidų koncentracija, mg/l, ne didesnė	0,0016	0,0009	0	0
Fenolių koncentracijos, mg/l, ne didesnė	0,002	0,0059	0,004	0
Amoniakinio azoto koncentracija, mg/l, ne didesnė	4,652	4,845	5,803	4,777
Monoetanolamino koncentracija, mg/l, ne didesnė	0	0	0	0
Aktyvi vandens reakcija (pH)	8,37	8,44	8,258	8,305
Biologinis deguonies sunaudojimas, BDS7, mg/l	5,823	6,616	4,604	5,278
Skendinčių medžiagų koncentracija, mg/l	7,954	9,618	6,31	7,68
Detergentų kiekis (APAM), mg/l	0	0	0	0
Temperatūra, °C, ne didesnė	-	-	-	-

Pagrindinių 2019–2022 m. išvalytų nuotekų rodiklių prieš išleidžiant išvalytas nuotekas į išleistuvą (Dubulio upelį) analizė parodė, kad nuotekų valymas atitinka keliamus reikalavimus, taršos viršijimo atvejų nenustatyta. Vadinasi, 2019–2022 metais nuotekų valymas įmonėje AB „ORLEN Lietuva“ atitiko aplinkosauginius reikalavimus, pažeidimų atliktu tyrimu nenustatyta.

Dirvožemio taršos tyrimai atlikti 2023 m. balandžio 20 d. įmonės AB „ORLEN Lietuva“ galimo poveikio aplinkos dirvožemiui zonoje. Gauti rezultatai pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Dirvožemio tyrimų rezultatai

Teršalai	Mėginių ėmimo vietos, nustatyta koncentracija, mg/m ³				Didžiausia leidžiama koncentracija (DLK), mg/kg	Foninis cheminės medžiagos kiekis mg/kg
	1vieta	2 vieta	3 vieta	4 vieta		smėlio ir priesmėlio dirvožemyje
Cr	40,21	10,40	19,40	21,53	100	30
Cd	1,353	0,261	0,267	0,746	3	0,15
Cu	12,39	5,082	7,519	7,345	100	8,1
Ni	22,84	8,156	13,64	14,07	75	12
Zn	61,34	30,59	35,73	28,43	300	26
Pb	16,62	9,036	12,37	9,31	100	15

Rusvu fonu pažymėti rodikliai viršijo nurodytą foninį cheminės medžiagos kiekį smėlio ir priesmėlio dirvožemyje

Dirvožemio užterštumo tyrimai atlikti keturiose tyrimų vietose. Dirvožemyje tirti šeši svarbiausi pramonės išmetami sunkieji metalai – Zn, Cd, Ni, Pb, Cu ir Cr. Tyrimo vietoje Nr. 1 (šiaurės vakarų kryptimi, 1 km atstumu nuo įmonės link Pikelių km.) nustatytas visų tirtų sunkiųjų metalų koncentracijos foninės taršos ribinių verčių viršijimas. Kadmio (Cd) foninė koncentracija viršija ribinę vertę keletą kartų. 9 lentelėje rodikliai, viršiję nustatytą leidžiamą koncentraciją, pažymėti rusvu fonu.

Šis dirvožemio tyrimas parodė, kad dirvožemio tarša šešiais tirtais sunkiaisiais metalais įmonės AB „ORLEN Lietuva“ galimo poveikio aplinkos dirvožemiui zonoje, bent jau keturiose tyrimo vietose, kelia susirūpinimą. Įmonės aplinkosaugos specialistams reikėtų atlikti pakartotinius tyrimus daugelyje galimo poveikio aplinkos dirvožemiui zonos vietų, skirti didesnę dėmesį dirvožemio taršos problemos analizei.

Išvados

Kasmet pasaulyje sunaudojama apie 36 milijardus barelių naftos. Nafta yra žaliava ne tik energijos (kuro) produktams, bet ir įvairiems chemijos produktams: plastikai, tirpikliai, pesticidai, trąšos, vaistai, sintetinės kvapiosios medžiagos ir kt. Tam, kad būtų galima pagaminti šiuos produktus, naftos perdirbimo įmonės įrenginiuose vykdoma daug technologinių procesų, kurie priklausomai nuo naftos perdirbimo įmonės kompleksiško ir konfigūracijos gali būti skirtingi savo struktūra ir specifika. Pagrindiniai naftos perdirbimo procesai yra nudruskinimas, rektifikacija ir katalizinis krekingas. Nudruskinimo procese atskiriami chloridai, sulfatai ir kitos mineralinės priemaišos, nes jos koroduoja aparatūrą, neigiamai veikia daugelį naftos perdirbimo procese naudojamų katalizatorių ir blogina benzino, dyzelino bei tepalų kokybę. Naftos rektifikacijos proceso metu iš naftos išskiriamos atitinkamos virimo temperatūros frakcijos, kurios toliau naudojamos tolesniam perdirbimui ir naftos produktų gamybai. Katalizinio krekingo procese iš sunkiųjų naftos produktų papildomai išskiriama apie 50 proc. šviesių naftos produktų. Sudėtingos proceso reakcijos vyksta aukštoje temperatūroje, proceso metu naudojamas katalizatorius.

Naftos perdirbimo įmonės sukelia labai daug aplinkos oro, vandens ir dirvožemio taršos problemų, nes naftos perdirbimo procesų metu susidaro ypač toksiškus ir pavojingus atliekų teršalai. Valstybių ir tarptautiniai aplinkosauginiai normatyvai griežtai reglamentuoja naftos perdirbimo įmonių veiklą taip, kad išsaugoti neužterštą įmonių aplinką. Tai verčia naftos perdirbimo įmones laikytis nustatytų aplinkosaugos standartų.

Straipsnio autorių tyrimai buvo vykdomi nustatant epizodinę teršalų koncentraciją galimo poveikio aplinkos orui zonoje iki 1 km atstumu nuo įmonės AB „ORLEN Lietuva“ teritorijos ribos. Oro mėginiai buvo imami vyraujant rytų vėjui. Sieros dioksido (SO₂), azoto dioksido (NO₂), benzeno koncentracijai nustatyti mėginiai imti į desorbcinius vamzdelius, sugertuvus, kiekvienam mėginiui siurbiant orą 30 minučių. Mėginių ėmimas siurbiant atliktas pagal ISO 16017-1:2000 standartą. Dirvožemio mėginiai buvo imami pagal laboratorijoje naudojamą metodiką, sudarytą prisilaikant LST ISO10381-1:2005 ir LST ISO 10381-2:2005 standartų nurodymų. Mėginiai buvo imami viršutiniame 0–10 cm žemės sluoksnyje. Mėginių paėmimo vietos parinktos pagal analizuojamą dirvožemio plotą. Dirvožemio bandiniai buvo renkami „voko“ principu: bandinį sudaro 5 mėginiai, paimti iš 10–20 m² ploto.

Mažeikių rajone veikianti vienintelė Baltijos šalyse naftos perdirbimo įmonė AB „ORLEN Lietuva“ yra pagrindinė benzino ir dyzelino tiekėja Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje. Savo produkciją ji eksportuoja į Vakarų Europą, JAV ir kitas šalis. Įmonė skiria daug dėmesio gamtos apsaugai. Reguliariai tarptautinių organizacijų atstovų atliekami gamtos sauginiai auditai teigiamai vertina įmonės ekologinę situaciją. Įmonėje įdiegta moderni monitoringo sistema ir automatizuota teršalų matavimo sistema. Įmonės aplinkosaugos specialistai kontroliuoja išmetamų teršalų kiekį įmonės teritorijoje ir už jos ribų, siekdami užtikrinti, kad šie kiekiai neviršytų tarptautiniais standartais nustatytų leistinų normų. Straipsnio autoriai 2023 m. pavasarį pagal nustatytas metodikas atliko oro ir dirvožemio taršos matavimus įmonės AB „ORLEN Lietuva“ galimo poveikio gamtinei aplinkai zonoje. Oro tyrimų rezultatai parodė, kad nustatytos azoto dioksido, sieros dioksido ir benzeno koncentracijos neviršijo ribinių verčių. Tačiau įmonės galimo poveikio aplinkos dirvožemiui zonos keturiose tyrimo vietose atliktas dirvožemio tyrimas parodė, kad dirvožemio tarša šešiais tirtais sunkiaisiais metalais apytikriai pusėje tirtų atvejų viršijo foninį cheminės medžiagos kiekį smėlio ir priemolio dirvožemyje. Todėl įmonės aplinkosaugos specialistams reikėtų skirti daugiau dėmesio aplinkos dirvožemio taršos analizei ir, pasitvirtinus straipsnių autorių gautiems rezultatams, imtis prevencinių dirvožemio taršos mažinimo priemonių.

Pagal įmonės AB „ORLEN Lietuva“ pateiktus 2019–2022 m. duomenis straipsnio autoriai išnagrinėjo nuotekų teršalų koncentraciją. Prieš patenkant į valymo įrenginius kai kurių cheminių medžiagų užterštumo nuotekose rodikliai viršijo nustatytą leidžiamą koncentraciją. Tačiau 2019–2022 m. išvalytų nuotekų išleidžiant jas į Dubulio upelį rodiklių analizė parodė, kad nuotekų valymas atitinka keliamus reikalavimus, taršos viršijimo atvejų nenustatyta. Vis dėlto straipsnio autoriai rekomenduoja vandens taršą dar labiau sumažinti, įdiegti uždaro vandens naudojimo ciklą, kad kuo mažiau vandens būtų išleidžiama į aplinką.

Literatūra

1. Al-Abadi N. J. A. The Role of the Oil Industry in Environmental Pollution – Effects and Suggested Solutions. *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*, 12, 67–87. 2023. <https://journalzone.org/index.php/bjgesd/article/view/209>
2. Adebiyi F. M. Air quality and management in petroleum refining industry: A review. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 4, 89–96. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.02.001>
3. Baltrėnas P., Vaišis V. *Naftos produktų sorbentai aplinkosaugoje*. Vilnius. VGTU leidykla Technika. 2007.
4. Barkauskas J. *Naftos perdirbimo technologija. Naftos paruošimas perdirbimui ir rektifikacija*. Kaunas: KTU leidykla Technologija. 2007.
5. Pfafflin J. R., Ziegler E.N. *Encyclopedia of Environmental Science and Engineering*. Third Edition, Vol. 2. Philadelphia, Pennsylvania: Gordon and Breach SA. 1993.
6. Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK). Informacinis dokumentas apie geriausius prieinamus gamybos būdus naftos perdirbimo ir dujų pramonėje. 2003.
7. Абросимов А. Экология переработки углеводородных систем. Москва: Химия. 2002.
8. Госсен Л.П. Экологические проблемы рационального использования нефтегазовых запасов и получения высококачественных нефтепродуктов. *Нефтехимия*, 52(2), 154–158. 2012.
9. ORLEN Lietuva. *Apie Bendrovę*. 2023. <https://www.orlenlietuva.lt/LT/Company/Puslapiai/default.aspx>
10. ORLEN Lietuva. *Aplinkosauga*. 2023. <https://www.orlenlietuva.lt/LT/SR/Environmental/Puslapiai/Aplinkosauga-NPG.aspx>