

2.2 rezultatas

Savivaldybių PFAS rizikos vertinimo planas

EMPEREST – MIKROTERŠALŲ PAŠALINIMO IŠ PAKARTOTINAI NAUDOJAMŲ NUOTEKŲ STRATEGIJOS

Kamila Gruškeviča et al, 2025



Informacija apie leidinį

Šis leidinys parengtas įgyvendinant projektą „EMPEREST – Mikroteršalų pašalinimo iš pakartotinai naudojamų nuotekų strategijos“, bendrai finansuojamą pagal 2021-2027 m. Interreg Baltijos jūros regiono programą ir padedantį pereiti prie ekologiško ir tvaraus Baltijos jūros regiono.

EMPEREST konsorciumas: Baltijos miestų sąjungos tvariųjų miestų komisija (UBC) ir Turku miestas (Suomija), Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisija – Helsinkio komisija (HELCOM) (Suomija), Tartu universitetas (Estija), Berlyno technologijos universitetas (Vokietija), Turku taikomųjų mokslų universitetas (TUAS) (Suomija), Gdanskio vandentvarkos įmonė (Lenkija), Ščecino Vandens ir nuotekų bendrovė (Lenkija), Tartu Vandens tiekimo bendrovė (Estija), Talino Vandens bendrovė (Estija), „Kauno vandenys“ (Lietuva), Turku regiono nuotekų valymo įrenginiai (Suomija), Vokietijos Šiaurės rytų vandens, nuotekų ir atliekų asociacija DWA, Aplinkosaugos valdymo ir technologijų centras (Lietuva), Rygos savivaldybė (Latvija).

Visa atsakomybė už šio leidinio turinį tenka autoriams. Jis nebūtinai atspindi Europos Sąjungos nuomonę.

Sutartis: EMPEREST – Eliminating Micro-Pollutants from Effluents for Reuse Strategies Nr. C013

Pavadinimas: 2.2 rezultatas – Savivaldybių PFAS rizikos vertinimo planas

Versija: v2.0 2025m. liepos mėn.

Autoriai: Kamila Gruškeviča (Rygos savivaldybė, Rygos technikos universitetas), Māra Reča (Rygos savivaldybė) ir Māris Zviedris (Rygos savivaldybė, „Rygos vandenys“).

Bendra autoriai: Riikka Vainio (TUAS), Piia Leskinen (TUAS), Denisa Martinkutė (ECAT), Vaiva Ramanauskienė (ECAT), Nikolaos Tzoupanos (TUB), Vanessa Ingold (DWA), Christina Mürk (UT), Siiri Velling (UT), Monika Piotrowska-Szypryt (GIWK), Krzysztof Maciejewski (ZWIK), Ieva Ogorodnikova (JŪ), Markus Raudkivi (HELCOM), Arturs Briedis (RW), Kristina Kokina (JŪ), Lotta Lehti (UBC), and Mariia Andreeva (UBC). Laura Sarlin, Turku

Maketas: Laura Sarlin (Turku, Suomija)

Viršelis: © Mariia Andreeva / UBC Tvariųjų miestų komisija

Šiam leidiniui taikomos EMPEREST konsorciumo, jo autorių ir dalyvių autorinės teisės.

Kaip cituoti: Gruškeviča, K et al (2025, July). PFAS risk-assessment plan for local authorities. Output 2.2 of the EMPEREST project, co-funded by Interreg Baltic Sea Region. City of Riga / Riga Technical University

Apie projektą

EMPEREST projektas padeda vietos valdžios institucijoms, paslaugų teikėjams ir politiką formuojančiai bendruomenei ieškoti būdų, kaip sumažinti PFAS (per- ir polifluoralkilo medžiagų) ir kitų organinių mikroteršalų kiekį vandens cikle. Projekto tikslai įgyvendinami keturiomis veiklos kryptimis. Pirmą, glaudžiai bendradarbiaujant su HELCOM, EMPEREST parengė metodines rekomendacijas dėl PFAS teršalų grupės vandens aplinkoje stebėsenos. Antra, vietos valdžios institucijos sprendžia šį klausimą savivaldos lygmeniu, kurdamos PFAS rizikos vertinimo sistemą, skirtą su PFAS susijusiai rizikai nustatyti ir įvertinti bei pasiūlyti atitinkamas rizikos mažinimo strategijas. Trečia, EMPEREST padeda vandentvarkos įmonėms priimti pagrįstus sprendimus dėl ekonomiškai efektyvių valymo strategijų ir investicijų, skirtų mikroteršalams šalinti iš nuotekų. Galiausiai, vietos valdžios institucijoms ir viešųjų paslaugų teikėjams suteikiama galimybė stiprinti gebėjimus, siekiant juos informuoti apie naujausius pokyčius šioje srityje ir siekiama juos apmokyti naudotis specialiai jiems pritaikyta medžiaga ir priemonėmis.

Turinys

Savivaldybių PFAS rizikos vertinimo planas.....	1
1. Įvadas	4
1.1. Kodėl PFAS pavojingos?	5
2. Galimos PFAS taršos savivaldybėse apžvalga	6
3. Vietos PFAS rizikos vertinimo priemonė, skirta vertinti galimą riziką vandens aplinkai	8
4. Vietos PFAS rizikos vertinimo plano rengimas	10
4.1. PFAS rizikos vertinimo planas, siūlomas Rygos miestui	12
4.2. PFAS rizikos vertinimo planas Jūrmalos miestui	13
4.3. PFAS rizikos vertinimo planas Jelgavos miestui	14
4.4. PFAS rizikos vertinimo planas Kauno miestui	14
4.5. PFAS rizikos vertinimo planas Panevėžio miestui	15
5. Apibendrinimas.....	16
6. Šaltiniai	18

1. Įvadas

Pastaraisiais metais aplinkos tarša pavojingomis medžiagomis tapo vis aktualesne problema. Ypatingai išskiriamos PFAS (per- ir polifluoralkilinės medžiagos), kurios priskiriamos prie prioritetinių teršalų grupės. PFAS, dar vadinamos „amžinaisiais chemikalais“ (LeMonde, n.d.), yra plačiai naudojamos dėl savo savybių – jos atsparios vandeniui, riebalams ir nešvarumams, taip pat išlieka stabilios net ekstremaliomis sąlygomis. Dėl šių priežasčių jos naudojamos, pavyzdžiui, teflono, gore-tex, kosmetikos, statybos produktų gamyboje ir daugelyje kitų sričių. Šios medžiagos kelia grėsmę žmonių sveikatai ir aplinkai, nes yra itin patvarios ir lengvai pasklinda aplinkoje. Be to, PFAS kelia riziką žiedinei ekonomikai – šių cheminių medžiagų buvimas žaliavose ir produktuose apsunkina perdirbimo procesus.

Šiame dokumente PFAS apibrėžiama pagal EBPO (Wang, et al. 2021): „PFAS apibrėžiamos kaip fluorintos medžiagos, kuriose yra bent vienas visiškai fluorintas metilo arba metileno anglies atomas (be prijungto H/Cl/Br/I atomo), t. y. bet kuri cheminė medžiaga, turinti bent vieną perfluorintą metilo grupę (-CF₃) arba perfluorintą metileno grupę (-CF₂-), išskyrus kelias išimtis, yra PFAS.“ Šiuo metu yra žinoma daugiau kaip 10000 PFAS. Siekdami užtikrinti, kad šiame dokumente pateikta informacija būtų patogi vartotojui, vietoj atskirų medžiagų pavadinimų vartojame bendrą terminą „PFAS“.

EMPEREST projekto tikslas – sumažinti PFAS kiekį vandens cikle. Siekiant šio tikslo, projektas taiko holistinį požiūrį, apimantį taršos stebėseną, prevenciją ir šalinimą. Pirmajame projekto leidinyje (Metodinės rekomendacijos PFAS stebėsenai ir vertinimui vandens aplinkoje), <https://interreg-baltic.eu/project/emperest/#output-0> pateikiamos gairės, kaip vertinti PFAS taršos būklę Baltijos jūros vandens aplinkoje ir jos baseine. Antrajame leidinyje, Projekto 2.2 rezultatas, pereinama prie taršos prevencijos: dokumente pateikiama priemonė, skirta PFAS taršos šaltinių nustatymui miestų teritorijose, taip pat tolesnės taršos mažinimo strategijos.

EMPEREST projekto 1.2 rezultatas „Vietos rizikos vertinimo plano projektas“ pristatė pirmąją PFAS rizikos vertinimo priemonės versiją kartu su jos metodine struktūra, konkrečių vertinimo parametrų pasirinkimo pagrindimu ir atitinkamu teisiniu kontekstu.

Šis 2.2 rezultatas remiasi 1.2 rezultatu. Nors projekto rezultate yra pasikartojančio turinio, PFAS rizikos vertinimo priemonė šioje versijoje buvo toliau tobulinama, atsižvelgiant į 29 Baltijos jūros regiono miestų, kurie išbandė priemonę 2024–2025 m., pateiktus atsiliepimus. Šiame dokumente aprašoma atnaujinta (interaktyvi, MS Excel programa pagrįsta) priemonė. Taip pat pateikiami penki užbaigti vietos rizikos vertinimo planai iš dalyvaujančių miestų ir siūlomos taršos mažinimo strategijos. Priemonė prieinama Baltic Smart Water Hub platformoje: <https://www.balticwaterhub.net/tool/pfas-risk-assessment-tool>.

Šio leidinio tikslas – vietos valdžios institucijoms pateikti konkrečiam miestui pritaikytas gaires ir PFAS rizikos vandens aplinkoje vertinimo priemones. Naudojant šias gaires ir priemones galima

nustatyti PFAS taršos šaltinius ir atitinkamai geriau apsaugoti vandenį (požeminį vandenį, upių vandenį, Baltijos jūrą) nuo pavojingos PFAS taršos.

Vietos valdžios institucijoms sėkmingai parengus ir įgyvendinus rizikos vertinimo planą, pagerės supratimas apie aplinkoje ir ypač vandens tiekimo sistemoje esančius PFAS, sustiprės atsakingų institucijų bendradarbiavimas ir vandens tiekimo įmonių veiklos efektyvumas, taip pat bus sukurta sistema, leidžianti geriau orientuotis į tvarias ir ilgalaikes kapitalo investicijas. Rezultatas – išsamus PFAS rizikos vertinimo planas – prisidės prie bendro vandens komunalinių paslaugų rizikos valdymo ir taip sustiprins saugų ir tvarų savivaldybių geriamojo vandens išteklių valdymą. Jis padės vietos valdžios institucijoms suprasti visą sistemą, nustatyti, kur ir kaip gali kilti rizika, atpažinti kliūtis, nustatyti kontrolės priemones ir stebėsenos planus, taip pat sukurti bendrą PFAS valdymo sistemą.

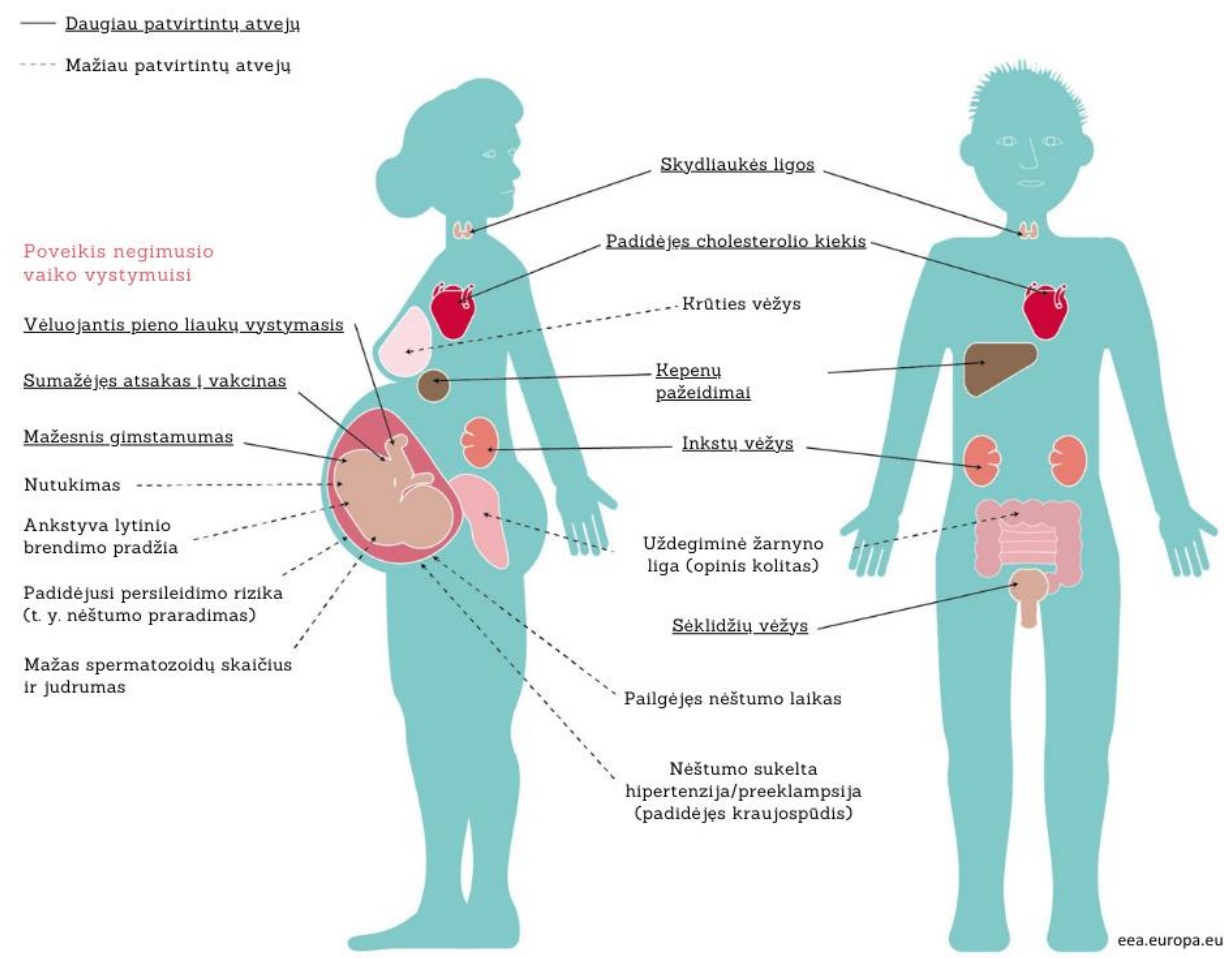
1.1. Kodėl PFAS pavojingos?

Aplinkoje PFAS natūraliai neegzistuoja, jos yra sukurtos žmogaus (UBA 2022). PFAS yra labai veiksmingos paviršinio aktyvumo medžiagos ir paviršiaus apsaugos priemonės, nes turi perfluorangliavandenilių molekulių, kurios yra ir hidrofobinės, ir oleofobinės (Glüge, Scheringer, et al. 2020). Šios savybės, įskaitant mechaninį atsparumą, inertiškumą, šiluminį stabilumą ir atsparumą irimui lėmė didelę PFAS paklausą ir pasiūlą pasaulinėje rinkoje. Tačiau dėl savo ypatingo patvarumo (dėl tvirto ryšio tarp anglies ir fluoro) ir nesugebėjimo biologiškai suirti aplinkoje (Glüge, London, et al. 2022) PFAS pelnė „amžinųjų chemikalų“ epitetą (Le Monde, et al. n.d.). Nors tam tikros sudėtingos molekulės laikui bėgant gali iš dalies suirti, galiausiai jos virsta patvariomis PFAS, pavyzdžiui, perfluoroktano rūgštimi (PFOA) arba perfluoroktano sulfono rūgštimi (PFOS), taip pat mažesniais perfluorinuotais junginiais, kurie išlieka aplinkoje (Directorate-General for Environment, European Commission 2020).

Keletas PFAS junginių kaupiasi žmonių ir gyvūnų organizmuose bei augaluose (Cousins 2015). Iš nedaugelio išsamiai ištirtų junginių dauguma laikomi toksiškais. Žmonės su PFAS susiduria kvėpuodami dulkių dalelėmis, vartodami užterštą maistą ir vandenį bei absorbuodami medžiagas per odą. PFAS dalelių įkvėpimas laikomas rimtu pavojumi tam tikrų pramonės šakų ar vietovių darbuotojams (Nilsson, et al. 2013): pavyzdžiui, fluoropolimerų gamyklų darbuotojams (Porter, et al. 2024), galvanizuotojams (Göen, et al. 2024), profesionaliems slidžių vaškuotojams (Nilsson, et al. 2013) ir ugniagesiams (Tefera, et al. 2023). Europoje atliktas PFAS koncentracijos namų dulkėse tyrimas parodė, kad didesnės koncentracijos pastebėtos namuose, esančiuose pramoninėse zonose, naudojančiuose grindų kilimus, taip pat tuose, kurių statybinėse medžiagose yra PFAS (de la Torre 2019).

Visuomenė labiausiai veikiama PFAS, kurie į žmogaus organizmą patenka su maistu ir geriamuoju vandeniu (Andrews and Naidenko 2020). Nepriklausomai nuo poveikio būdo, PFAS medžiagos kelia didelį pavojų žmonių sveikatai. Jos gali sukelti vystymosi, lipidų apykaitos ir endokrininės

sistemos pokyčius, taip pat padidinti vėžio riziką, pakenkti imuninei sistemai, pažeisti kepenis ir paveikti reprodukcinę sveikatą (Panieri, et al. 2022). Žinomas ir galimas PFAS poveikis žmogui parodytas **1 paveiksle**.



1 pav. PFAS poveikis žmogaus sveikatai (European Environment Agency n.d.)

<https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe/emerging-chemical-risks-in-europe>

2. Galimos PFAS taršos savivaldybėse apžvalga

Atsekami požeminių ir paviršinių vandenų užteršimo PFAS šaltiniai yra fluoropolimerų gamybos įrenginiai (Pitter, et al. 2020), gaisrų gesinimo mokymo vietos (Sörengård, et al. 2022) (Grung, et al. 2024), kariniai (Sörengård, et al. 2022) ir civiliniai oro uostai (Ahrens, et al. 2015), taip pat nuotekų dumblas, naudojamas žemės ūkio paskirties dirvai tręšti (Johnson 2022), iš sąvartynų besisunkiantys teršalai (Chen, et al. 2023), (Currell, Northby and Netherway 2024). PFAS buvimas geriamajame vandenyje siejamas su didesniu PFAS šaltinių skaičiumi vandens telkinių baseinuose (Liddie 2023). Kai kurie tyrimai skirtingose šalyse susiejo didesnę PFAS koncentraciją kraujyje su žuvies ir jūros gėrybių vartojimu (Manzano-Salgado 2016) (Shu 2018), (Pirard 2020), (Augustsson, et al. 2021), (Richterová 2023). Kitas tyrimas parodė, kad PFAS koncentracija paauglių kraujyje

mėginiuose Šiaurės ir Vakarų Europoje buvo gerokai didesnė nei Pietų ir Rytų Europoje (Richterová 2023).

Nuotekų valymo įrenginiai laikomi vienu iš pagrindinių PFAS patekimo į aplinką kanalų, ypač vandens aplinkoje (Müller 2023). Nuotekų valymo įrenginių dumble kaupiasi PFAS (Stahl, et al. 2018) (Semerád, et al. 2020) (Fredriksson, et al. 2022), o jų sudėtis dumble atspindi tendencijas pereiti prie „modernesnių“ PFAS (Semerád, et al. 2020). Vis dėlto, dumblo mėginiuose randama ir šiuo metu uždraustų PFAS medžiagų (Semerád, et al. 2020) (Fredriksson, et al. 2022), o tai rodo, kad dumbblas veikia kaip PFAS rezervuaras. Jei dumbblas vėliau naudojamas tręšimui arba žaliojoje infrastruktūroje, tarša gali pasklisti naujose teritorijose ir patekti į dirvožemį bei vandens telkinius (Semerád, et al. 2020) (Silver, et al. 2023).

PFAS patenka ne tik iš didelių taršos šaltinių, bet ir iš įvairių priemonių ir produktų, įskaitant dėmėms ir vandeniui atsparių dangų bei vandeninių plėvelę formuojančių putų (tam tikros rūšies priešgaisrinių putų) gamybą (Guelfo 2018). Pramonės šakos, kuriose susidaro PFAS tarša ir tipinės šių pramonės šakų taikymo sritys pateiktos **1 lentelėje**.

1 lentelė. Pramonės šakos ir taikymo sritys, kuriose susidaro PFAS tarša (parengta pagal (Croad 2022))

Pramonės šaka	PFAS naudojimas:
Cheminių medžiagų ir energijos kaupimas	Vamzdžiai ir jungiamosios detalės, skysčių tvarkymo komponentai, indai, talpyklos, jutikliai, sandarikliai, energijos kaupimo įtaisų (pvz. baterijų) rišamosios medžiagos.
Atsinaujančioji energija	Fotovoltinių elementų priekiniai ir galiniai lakštai, dažai ir danga vėjo turbinoms, laidų ir kabelių danga, ličio jonų akumuliatorių rišamosios medžiagos.
Metalo danga	Chromavimo vonios kaip dūmus slopinančios priemonės, cinkavimo vonelės paviršiaus įtempimui mažinti, užbaigtų gaminių korozijos mažinimas.
Mišiniai vartotojams	Nelipni danga, impregnantai, poliravimo priemonės ir kt.
Kosmetika	Makiažas (makiažo pagrindai, blakstienų tušai, lūpų priemonės), siekiant, kad jis išliktų ilgai.
Statyba	Architektūrinės membranos, langai ir rėmai, kabeliai, guoliai, sandarikliai, vamzdžių įdėklai, paviršiaus dangos.
Elektronika	Puslaidininkių gamyba, laidai ir kabeliai.
Fluorintos dujos	Oro kondicionieriai ir šilumos siurbiai. Šilumą perduodantys skysčiai ir (arba) aušinimo priemonės.
Gaisro gesinimo putos	Vandens plėvelę sudarančios putos degalų gaisrams gesinti.
Su maistu besiliečiančios medžiagos	Nepridegantys virtuvės reikmenys, neprideganti viryklės ir kepimo indų (puodų, keptuvių, kepimo skardų) danga.
Lubrikantai ir slidžių vaškas	Įvairios sudėties priemonės, gerinančios slydimą ir lėtinančios nusidėvėjimą.
Medicinos priemonės	Širdies ir kraujagyslių transplantai, širdies pleistrai, raiščių pakaitalai, filtravimo membranos, dializės membranos, kateteriai, chirurginiai pleistrai.
Nafta ir kasyba	Vamzdžių įdėklai, rezervuarai, skysčių tvarkymo komponentai, sandarikliai, tarpinės, kabeliai.
Tekstilė ir apmušalai	Lauko drabužiai (vandeniui, riebalams ir cheminėms medžiagoms atsparūs drabužiai ir avalynė), apmušalai, kilimai, užuolaidos ir kt.
Transportas	Kuro vamzdeliai, žarnos, hidraulinės sistemos, O-žiedai, tarpinės, elektroninės sistemos, įvairios paskirties dangos (pvz., kabeliams, laidams, žarnoms, ventiliacijos angoms, sandarikliams), kuro elementų medžiagos.

Galutiniai produktai, pagaminti naudojant PFAS, patenka į rinką. PFAS išsiskiria visais etapais: gamybos, naudojimo ir atliekų šalinimo. Atlikus PFAS buitinėse prekėse visame pasaulyje apžvalgą, nustatyta, kad didžiausia PFAS koncentracija yra buitiniuose priešgaisriniuose gaminiuose, po to – tekstilės apdailos cheminėse medžiagose ir buitinėje chemijoje (Dewapriya 2023). Šiuo metu nėra sąrašo, kuriame konkrečios medžiagos būtų susietos su konkrečiomis

pramonės šakomis (Lerch 2022). Taigi, jei nuotekose yra tam tikros medžiagos, sunku atsekti jos šaltinį.

Apskaičiuota, kad kasmet į rinką patenka apie 230 000 tonų PFAS cheminių medžiagų (Glüge, Scheringer, et al. 2020). Europos pramonės šakos, gaminančios didžiausius PFAS kiekius (pagal ECHA (ECHA, Proposal for a restriction 2023)), mažėjančia tvarka išvardytos **2 lentelėje**.

2 lentelė. Pramonės šakos Europoje, kuriose 2020 m. pagaminti didžiausi PFAS kiekiai (mažėjančia tvarka)

Naudojimas	Tonos per metus	Naudojimas	Tonos per metus
PFAS gamyba	257 132	Nafta ir kasyba	5 507
TADOK*	91 938	Elektronika ir puslaidininkiai	4 423
Medicinos priemonės	43 100	Energijos sektorius	3 050
Fluorintų dujų taikymo sritys	30 671	Lubrikantai	1 666
Su maistu besiliečiančios ir pakavimo medžiagos	24 185	Metalo dengimas ir metalo dirbinių gamyba	990
Transportas	10 532	Kosmetika	32.1

*TADOK – Tekstilė, apmušalai, drabužiai, oda ir kilimai

Apibendrinant galima teigti, kad didžiausi PFAS taršos šaltiniai aplinkoje yra fluoropolimerus gaminančios įmonės, gaisrų gesinimo mokymų vietos, kariniai poligonai ir civiliniai oro uostai, sąvartynai ir nuotekų valymo įrenginiai. Tačiau pasklidusi tarša gali būti iš įvairių šaltinių.

3. Vietos PFAS rizikos vertinimo priemonė, skirta vertinti galimą riziką vandens aplinkai

EMPEREST priemonės tikslas – pateikti vietos valdžios institucijoms PFAS rizikos vertinimo gaires. Priemonė apima visą savivaldybės vandens ciklą – nuo vandens gavybos, ruošimo ir tiekimo iki nuotekų surinkimo, valymo bei išleidimo į aplinką. Rizikos vertinimo priemonė pagrįsta MS EXCEL programa ir susideda iš šių dalių: *Atsakomybės apribojimas, Įvadas, PFAS apibrėžimai, 8 rizikos vertinimo žingsniai, Daugiau* (nuorodos į mokymų medžiagos vaizdo įrašus) ir *Šaltiniai*. Priemonė prieinama anglų, lietuvių, estų, lenkų, suomių, vokiečių ir latvių kalbomis. Kalbos pasirinkimas atliekamas Atsakomybės apribojimo skiltyje.

Pagrindinė priemonės dalis – tai 8 žingsniai (8 lentelės pildymui). Užpildžius lenteles, naudotojui pateikiamos siūlomos PFAS rizikos mažinimo strategijos. Toliau pateikiama priemonės santrauka ir kiekviename žingsnyje siūlomos taršos mažinimo priemonės.

1 žingsnis. Naudotojo prašoma nustatyti geriamojo vandens gamybos šaltinį (-ius) ir surinkti informaciją apie nuotekų valymą. Tam reikia nurodyti suinteresuotąsias šalis, susijusias su: 1) vandens gavyba, 2) vandens valymu, 3) geriamojo vandens tiekimu, 4) nuotekų surinkimu ir 5)

nuotekų valymu. Visa ši informacija yra svarbi, nes priemonė apima visą savivaldybės vandens ciklą – nuo vandens gavybos, valymo, tiekimo sistemos, nuotekų surinkimo ir valymo, iki išvalytų nuotekų išleidimo. Šiuo tikslu gali prireikti bendradarbiauti su suinteresuotomis šalimis ir surinkti iš jų informaciją.

2 žingsnis. Naudotojo prašoma nurodyti geriamojo vandens šaltinius ir pažymėti, ar šaltinis yra paviršinis vanduo, požeminis vanduo ar dirbtinai papildytas gruntinis vanduo. Ši informacija svarbi ir geriamojo vandens tiekėjai gali padėti gauti duomenų apie galimus vietinius PFAS taršos šaltinius. Pagal Geriamojo vandens direktyvą (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL 2020) vandens tiekėjai yra atsakingi už „tiekimo sistemos rizikos vertinimą“.

3 žingsnis. Naudotojo prašoma pateikti informaciją apie reikšmingus PFAS taršos šaltinius – oro uostus, ugniagesių mokymų vietas, karinius poligonus, sąvartynus ir nuotekų valymo įrenginius – bei jų atstumą iki artimiausio geriamojo vandens šaltinio. Ši informacija itin svarbi, nes minėtos vietos dažnai yra reikšmingi PFAS taršos šaltiniai, darantys poveikį aplinkai. Vandens plėvelę sudarančios putos naudojamos gesinti skystų medžiagų (pvz., degalų) gaisrus ir dažnai naudojamos oro uostuose (net ir mažuose privačiuose), ugniagesių mokymų vietose bei kariniuose poligonuose. Tokiose putose dažnai būna PFAS, kurios per dirvožemį patenka į gruntinius ar paviršinius vandenį aplinkinėse teritorijose. Nors naujosios gaisrų gesinimo putų formulės gali būti be PFAS, vietovės, kuriose anksčiau buvo naudojamos senosios putos, greičiausiai jau yra užterštos PFAS.

Sąvartynuose laikomos įvairios atliekos, įskaitant statybines medžiagas, tekstilės gaminius, baldų apmušalus ir kitus daiktus, kuriuose yra PFAS. Veikiami saulės, lietaus ir temperatūros pokyčių, šie daiktai suyra ir išskiria PFAS į nuotekas ir sąvartynų filtratą, kuriame dažnai yra didelis PFAS kiekis.

Jei savivaldybėje nustatomos minėtos rizikingos veiklos, tačiau PFAS tyrimai dar nebuvo atlikti (esami savivaldybės PFAS duomenys bus apibendrinti kitame žingsnyje), tuomet PFAS turėtų būti tiriami vandens šaltinyje, geriamajame vandenyje, o jei įmanoma – nuotekose, sąvartyno filtrate, taip pat vandens telkiniuose ir dirvožemiuose šalia nustatytų rizikos vietų. Jei tokia stebėseną dar nevykdoma, turėtų būti pradėtas reguliari PFAS koncentracijų stebėseną. Be to, PFAS turinčios gaisrų gesinimo putos turėtų būti pakeistos fluoro neturinčiomis alternatyvomis, kad būtų išvengta tolesnės taršos ir poveikio aplinkai.

4 žingsnis. Šio etapo tikslas – išsiaiškinti, ar savivaldybėje buvo atlikta PFAS laboratorinė analizė geriamajame vandenyje arba nuotekose. Gauti rezultatai galėtų suteikti svarbios informacijos apie PFAS taršos būklę savivaldybėje. Naudotojo prašoma susisiekti su geriamojo vandens ir nuotekų valymo įstaigomis ir paklausti, ar jos atliko PFAS analizę geriamajam vandeniui ir išleidžiamoms nuotekoms. Galimi PFAS analizės rezultatai gali būti vertinami pagal Geriamojo vandens direktyvos nustatytas ribines vertes.

Jeigu PFAS koncentracijos viršija nustatytas vertes, tačiau aiškūs taršos šaltiniai nenustatyti, rekomenduojama kreiptis į PFAS taršos ekspertus ir prašyti pagalbos nustatant galimus taršos šaltinius.

5 žingsnis. Šis etapas susijęs su nuotekų srautų analize: buitinių, lietaus vandens, pramoninių nuotekų ir kitų komunalinių nuotekų kiekiais. Pramoninės nuotekos gali turėti didelę PFAS koncentraciją, todėl PFAS taršos rizika padidėja, jei nuotekų valymo įrenginiai priima pramonines nuotekas. Tokiu atveju turėtų būti įdiegta reguliari PFAS stebėseną įtekančiose ir ištekančiose nuotekose. Jei PFAS koncentracijos yra padidėjusios, reikėtų svarstyti investicijas į papildomas valymo technologijas, tokias kaip granuliuotos aktyvintos anglies filtrai, anijonų mainų dervos ar nanofiltravimo membranų sistemos.

6 žingsnis. Dėmesys skiriamas nuotekų valymo įrenginių dumblo naudojimo žaliosios infrastruktūros reikmėms rizikų vertinimui. Kadangi nuotekų valymo įrenginių dumble gali kauptis PFAS junginiai, svarbu išsiaiškinti, ar šis dumblas arba jo kompostas naudojamas žaliosios infrastruktūros objektuose – parkuose, naujai kuriamose žaliuose erdvėse. Jei taip, būtina įvertinti PFAS koncentracijas dumble, kad būtų galima nustatyti, ar naudojimas yra saugus.

7 žingsnis. Naudotojo prašoma surinkti informaciją apie individualius geriamojo vandens šulinius. Individualių gręžinių naudotojai gali būti paveikti žalingo PFAS poveikio per geriamąjį vandenį, jei gręžiniai yra teritorijoje, kur požeminio vandens papildymo arba pagrindiniame vandeningame sluoksnyje vyksta PFAS taršos riziką kelianti veikla. Siekiant apsaugoti gyventojus, būtina informuoti atsakingas institucijas apie galimą PFAS taršos riziką. Jeigu šuliniai yra potencialiai užterštoje teritorijoje, rekomenduojama kreiptis į nacionalinę instituciją, atsakingą už šių klausimų priežiūrą ir pasiūlyti atlikti PFAS analizę.

8 žingsnis. Dėmesys skiriamas savanoriškomis priešgaisrinėms komandoms. Kadangi gaisrų gesinimo putos gali turėti PFAS, šio žingsnio tikslas – nustatyti visas galimas gaisrų gesinimo mokymų vietas, papildomai prie tų, kurios buvo identifikuotos trečiame žingsnyje. Siekiant išvengti nepageidaujamo PFAS turinčių gaisro gesinimo putų poveikio, būtina informuoti savanoriškas priešgaisrines komandas apie PFAS keliamas rizikas sveikatai ir aplinkai. Organizacijos, kurios naudoja PFAS turinčias gesinimo putas turėtų įvertinti galimybę jas pakeisti alternatyviomis, be fluoro junginių pagamintomis gesinimo priemonėmis.

4. Vietos PFAS rizikos vertinimo plano rengimas

Ši PFAS rizikos vertinimo priemonė gali būti naudojama kaip pagrindas išsamiam vietos lygmens PFAS problemos sprendimo planui parengti. Pavyzdžiui, šiame skyriuje pateikiami penkių miestų – Rygos (LV), Jūrmalos (LV), Jelgavos (LV), Kauno (LT) ir Panevėžio (LT) – vietos PFAS rizikos vertinimo planų fragmentai su siūlomomis rizikos mažinimo strategijomis, parengti pagal EMPEREST projektą. Visi bandymus atlikę asmenys buvo vietos varentvarkos įmonių atstovai.

Apibendrinant, toliau pateikiama, ką miestai išsiaiškino apie PFAS rizikas, naudojant EMPEREST priemonę. Ši informacija buvo naudota kaip pagrindas kiekvieno miesto PFAS rizikos vertinimo planui parengti.

- *Geriamojo vandens šaltiniai.* Visi miestai kaip geriamojo vandens šaltinį naudoja požeminį vandenį, tik Ryga naudoja ir požeminį (iš dalies dirbtinai papildomą), ir paviršinį vandenį. Vandens gavimui apimtys svyruoja nuo maždaug 2,17 mln. m³ per metus Jūrmalai (60 378 gyventojai) iki daugiau kaip 21,6 mln. m³ per metus Rygai (645 261 gyventojas).
- *Reikšmingi taršos šaltiniai.* Visuose miestuose nustatytas bent vienas reikšmingas PFAS taršos šaltinis – oro uostas, karinis poligonas, gaisrų gesinimo mokymų vietos, sąvartynas ar nuotekų valymo įrenginiai.
- *PFAS analizės rezultatai.* Iš penkių miestų PFAS analizė geriamajame vandenyje buvo atlikta tik Rygoje ir Jelgavoje. Nustatytos koncentracijos svyravo nuo 0,057 iki 0,866 ng/L, t. y. gerokai mažesnės už šiuo metu galiojančią bendrą PFAS ribinę vertę – 0,50 µg/L (500 ng/L).
- *Pramoninių nuotekų dalis.* Pramoninių nuotekų kiekis tarp miestų skiriasi – Panevėžyje (33%) ir Rygoje (30,9%) jis yra didžiausias, todėl šiose vietovėse rekomenduojama griežčiau stebėti pramoninės taršos šaltinius. Jūrmala pranešė apie minimalų pramoninių nuotekų išleidimą (<1%). Dideli pramoninių nuotekų kiekiai gali rodyti padidėjusią PFAS taršos riziką tiek netiesiogiai (geriamojo vandens šaltiniuose), tiek tiesiogiai (vandens telkiniuose, į kuriuos išleidžiamos išvalytos nuotekos). Ši informacija gali būti naudinga, jei padidėjusios PFAS koncentracijos nustatomos NVĮ įtekamajame sraute. Tokiu atveju galima atlikti išsamų taršos šaltinių identifikavimą, naudojant metodiką, paremtą potencialių PFAS šaltinių nustatymu nuotekų surinkimo tinkluose pagal NACE kodus (siūloma 12 kodų ankstesnėje priemonės versijoje, pateiktoje EMPEREST rezultate 1.2 „Savivaldybių PFAS rizikos vertinimo plano projektas“).
- *Individualūs vandens gręžiniai.* Visuose miestuose didžioji dalis gyventojų naudoja centralizuotai tiekiamą geriamąjį vandenį, tačiau kai kur naudojami ir individualūs šuliniai ar gręžiniai. Šios informacijos buvo prašoma, nes tokie gręžiniai gali būti įrengti potencialiai užterštose teritorijose, netoli reikšmingų taršos šaltinių, iš kurių tarša gali plisti į vandeninguosius sluoksnius.
- *Savanoriškos priešgaisrinės komandos.* Tai galimi PFAS taršos šaltiniai dėl gaisrų gesinimo putų. Tarp penkių miestų savanoriškos priešgaisrinės komandos veikia Panevėžyje ir Kauno regione, o kituose miestuose jų nėra.
- *Nuotekų valymo įrenginių dumblo pakartotinis naudojimas.* Tik Panevėžys pranešė, kad nuotekų valyklos dumblas naudojamas žaliosios infrastruktūros reikmėms. Nuotekų valymo įrenginių dumblas ir jo kompostas gali būti teršalų sancaupų vieta, tokių kaip, sunkieji metalai, PFAS ir mikroplastikai.

Asmenys testavę rizikos vertinimo sistemą, nurodė, kad lentelėms užpildyti prireikė nuo 2 iki 5 dienų, priklausomai nuo turimos informacijos prieinamumo. Daugiausiai laiko užėmė lentelės, kurioje reikėjo nurodyti didžiausius nuotekų gamintojus ir jų atitinkamus NACE kodus, pildymas. Atsižvelgus į gautus atsiliepimus ir atliktą priemonės vertinimą, NACE kodų identifikavimas buvo pašalintas iš galutinės priemonės versijos, siekiant, kad ji būtų patogesnė naudotojams. Bendras testuotojų grįžtamasis ryšys buvo teigiamas – jie pažymėjo, kad įgijo naujų žinių apie PFAS junginius bei potencialius PFAS taršos šaltinius savo savivaldybėje.

4.1. PFAS rizikos vertinimo planas, siūlomas Rygos miestui

Remiantis atliktu Rygos savivaldybės PFAS rizikos vertinimu, identifikuoti trys reikšmingi galimi PFAS taršos šaltiniai: sąvartynas (apie 7 km atstumu nuo artimiausio vandens šaltinio) ir du oro uostai (nutolę daugiau nei 20 km). Būtina įvertinti, ar sąvartynas patenka į paviršinio nuotėkio baseinus arba pagrindinių vandeningųjų sluoksnių papildymo zonas.

Ryga yra vienintelis miestas iš parengusių PFAS rizikos vertinimo planą, kuriame buvo atliktos PFAS analizės visiems šaltiniams. Nors visi rezultatai neviršija Geriamojo vandens direktyvoje nustatytos ribinės vertės, pastebėta, kad paviršinio vandens (Dauguvos) ir dirbtinai papildomo požeminio vandens (Baltezers) mėginiuose PFAS koncentracijos yra aukštesnės nei kituose Rygos geriamojo vandens šaltiniuose (požeminiame vandenyje).

Rekomendacijos:

- **Inicijuoti PFAS stebėseną** geriamojo vandens šaltiniuose bei nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose. Stebėseną turėtų apimti bendrą PFAS kiekį arba PFAS sumą.
- Įdiegti reguliarią geriamojo vandens stebėsenos programą, kad būtų galima stebėti ilgalaikes tendencijas.
- Atlikti PFAS analizę nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose.
- Sustabdyti dumblo pakartotinį panaudojimą, kol analizės patvirtins, kad tai yra saugu.
- Apsvarstyti **taršos šaltinių nustatymo** metodikos taikymą, siekiant identifikuoti konkrečius PFAS taršos šaltinius nuotekų tinkle.
- **Atlikti sąvartyno filtrato PFAS analizę.**
- Parengti **rizikos mažinimo planą sąvartyno filtratui.**

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus

- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

4.2. PFAS rizikos vertinimo planas Jūrmalos miestui

Remiantis atliktu Jūrmalos savivaldybės PFAS rizikos vertinimu, identifikuoti du reikšmingi galimi PFAS taršos šaltiniai: oro uostas (maždaug 16 km nuo artimiausio vandens šaltinio) ir nuotekų valymo įrenginys, esantis apie 6 km atstumu. Svarbu įvertinti, ar šie objektai patenka į paviršinio nuotėkio baseinus arba pagrindinių vandeningųjų sluoksnių papildymo zonas. Jei taip, rekomenduojama imtis šių veiksmų:

- **Inicijuoti PFAS stebėseną** geriamojo vandens šaltiniuose bei nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose. Stebėseną turėtų apimti bendrą PFAS kiekį arba PFAS sumą.
- Jei nustatytos koncentracijos **viršytų Geriamojo vandens direktyvoje** nurodytas ribines vertes, reikėtų įdiegti reguliarią stebėsenos programą.
- Apsvarstyti **taršos šaltinių nustatymo** metodikos taikymą, siekiant identifikuoti konkrečius PFAS taršos šaltinius nuotekų tinkle.

Nors pramoninių nuotekų į nuotekų valymo įrenginį patenka labai nedaug, turimi duomenys rodo, kad didžiausios potencialios rizikos taškai pagal nuotekų kiekius yra **ligoninė, sveikatos centras ir automobilių plovykla**.

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus
- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

Šiuo metu **Jūrmaloje** PFAS analizės rezultatų nėra. Todėl rekomenduojama atlikti pradinius PFAS tyrimus atitinkamuose aplinkos komponentuose.

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus
- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

4.3. PFAS rizikos vertinimo planas Jelgavos miestui

Remiantis atliktu Jelgavos savivaldybės PFAS rizikos vertinimu, reikšmingas galimas PFAS taršos šaltinis yra nuotekų valymo įrenginiai, esantys maždaug 6 km nuo artimiausio vandens šaltinio. Svarbu įvertinti, ar vandens telkinys, į kurį išleidžiamos išvalytos nuotekos, patenka į paviršinio nuotėkio baseinus arba pagrindinių vandeningųjų sluoksnių papildymo zonas. Jelgavoje PFAS analizės buvo atliktos įvairiais metų laikais ir visi rezultatai buvo mažesni už Geriamojo vandens direktyvoje nustatytą ribinę vertę.

Rekomendacijos:

- **Inicijuoti PFAS stebėseną** geriamojo vandens šaltiniuose bei nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose. Stebėseną turėtų apimti bendrą PFAS kiekį arba PFAS sumą.
- Įdiegti reguliarią geriamojo vandens stebėsenos programą, kad būtų galima stebėti ilgalaikes tendencijas.
- Atlikti PFAS analizę nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose.
- Apsvarstyti **taršos šaltinių nustatymo** metodikos taikymą, siekiant identifikuoti konkrečius PFAS taršos šaltinius nuotekų tinkle.

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus
- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

4.4. PFAS rizikos vertinimo planas Kauno miestui

Remiantis atliktu Kauno savivaldybės PFAS rizikos vertinimu, identifikuoti du reikšmingi galimi PFAS taršos šaltiniai: sąvartynas (nutolęs apie 7 km) ir oro uostas (apie 9 km nuo artimiausio vandens šaltinio). Svarbu įvertinti, ar šie objektai patenka į paviršinio nuotėkio baseinus arba pagrindinių vandeningųjų sluoksnių papildymo zonas. Į Kauno nuotekų valymo įrenginius patenkančių pramoninių nuotekų dalis sudaro 21 %, o tai gali kelti PFAS taršos riziką. Kadangi Kaunas šiuo metu neturi PFAS analizės rezultatų, rekomenduojama atlikti geriamojo vandens tyrimus.

Rekomenduojami veiksmai:

- **Inicijuoti PFAS stebėseną** geriamojo vandens šaltiniuose bei nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose. Stebėseną turėtų apimti bendrą PFAS kiekį arba PFAS sumą.
- Atlikti pradinį PFAS tyrimus visuose keturiuose geriamojo vandens šaltiniuose ir į nuotekų valymo įrenginį įtekančiuose srautuose.
- Apsvarstyti **taršos šaltinių nustatymo** metodikos taikymą, siekiant identifikuoti konkrečius PFAS taršos šaltinius nuotekų tinkle.

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus
- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

4.5. PFAS rizikos vertinimo planas Panevėžio miestui

Remiantis atliktu Panevėžio savivaldybės PFAS rizikos vertinimu, identifikuoti trys reikšmingi galimi PFAS taršos šaltiniai: karinis mokymų poligonas (nutolęs apie 1,54 km nuo vandens šaltinių), sąvartynas (už maždaug 4,8 km) ir nuotekų valymo įrenginiai (apie 11 km nuo vandens išgavimo vietų).

Kadangi Panevėžyje PFAS tyrimai dar nebuvo atlikti, rekomenduojama pradėti jų vykdymą, pirmiausia tiriant geriamojo vandens šaltinius. Taip pat svarbu įvertinti, ar minėtieji objektai patenka į paviršinio nuotėkio baseinus arba vietinių vandeningųjų sluoksnių papildymo zonas, ypač karinis mokymų poligonas, atsižvelgiant į jo artumą prie vandens šaltinių. Rekomenduojama atlikti netoliese esančių paviršinių vandens telkinių PFAS tyrimus, siekiant įvertinti galimus taršos plitimo kelius. Be to, būtina įvertinti individualių geriamojo vandens šulinių vietas galimų taršos šaltinių atžvilgiu. Jei šuliniai yra netoli minėtų objektų, rekomenduojama kreiptis į vietos sveikatos ar aplinkos apsaugos institucijas, kad būtų pradėta PFAS stebėseną.

Pramoninės nuotekos sudaro apie 33 % viso į nuotekų valymo įrenginius patenkančio srauto, todėl egzistuoja padidėjusi PFAS patekimo į nuotekas rizika.

Rekomenduojami veiksmai:

- **Inicijuoti PFAS stebėseną** geriamojo vandens šaltiniuose bei nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose. Stebėseną turėtų apimti bendrą PFAS kiekį arba PFAS sumą.

- Atlikti PFAS analizę nuotekų valymo įrenginių įtekėjimo ir ištekėjimo srautuose.
- Įgyvendinti PFAS taršos šaltinių nustatymą savivaldybės nuotekų tinkle, pasitelkiant pramoninių išleidimų profilius (pvz., NACE kodus), siekiant identifikuoti galimus teršėjus.

Jei PFAS koncentracijos išvalytose nuotekų valymo įrenginio nuotekose viršija rekomenduojamas vertes, prieš išleidžiant jas į aplinką reikėtų **taikyti papildomas valymo technologijas**:

- Granuliuotos aktyvintos anglies filtrus
- Anijonų mainų dervas
- Nanofiltravimo membranų sistemas

5. Apibendrinimas

Dirbant su PFAS problema EMPEREST projekte paaiškėjo, kad daugelis komunalinių paslaugų darbuotojų, aplinkosaugos specialistų ir politikos formuotojų iš pradžių turėjo ribotų žinių apie PFAS – jų šaltinius, keliamą riziką ir galimus sprendimus. Dauguma žmonių buvo girdėję apie PFAS tik tefloninių keptuvių ar kitų vartojimo prekių kontekste ir žinojo, kad šios medžiagos gali būti pavojingos sveikatai – tačiau tuo jų žinios dažniausiai ir apsiribodavo.

Rengiant PFAS rizikos vertinimo planus, suinteresuotosios šalys – tarp jų savivaldybių komunalinių įmonių darbuotojai ir aplinkosaugos specialistai – įgijo vertingų žinių. Jie suprato, kad PFAS kelia rimtą grėsmę aplinkai ir visuomenės sveikatai, susipažino su šių medžiagų patvarumu, pagrindiniais šaltiniais bei teisiniu reguliavimu. Jie taip pat pagilino supratimą apie vietos rizikas, įskaitant galimus taršos šaltinius vandens paėmimo zonose.

Dalyviai išmoko praktinių metodų, kaip identifikuoti galimus teršėjus, bei įgijo įgūdžių, kaip tvarkyti ir interpretuoti aplinkosauginius duomenis. Rizikos vertinimo lentelių pildymas paskatino kritinį mąstymą apie stebėsenos spragas ir skatino glaudesnę bendradarbiavimą tarp įvairių skyrių.

EMPEREST PFAS rizikos vertinimo metodikos kūrimas ir testavimas tapo svarbiu žingsniu padedant vietos valdžios institucijoms geriau suprasti ir valdyti su PFAS susijusias rizikas jų vandens tiekimo sistemose. Įtraukus Baltijos jūros regiono savivaldybes, iniciatyva ne tik padidino informuotumą apie PFAS taršą, bet ir sustiprino vietos institucijų gebėjimus atlikti rizikos vertinimus bei gerinti aplinkosaugos valdymą.

Išsamios PFAS rizikos vertinimo metodikos testavimas penkiuose miestuose – Rygoje, Jūrmaloje, Jelgavoje, Kaune ir Panevėžyje – parodė šios priemonės naudą savivaldybėms, siekiančioms identifikuoti vietinius PFAS taršos šaltinius. Nepaisant skirtingo duomenų prieinamumo ir

analitinių pajėgumų, kiekvienas miestas sugebėjo nustatyti galimus PFAS taršos šaltinius, parengti nuotekų srautų aprašymus ir surinkti visą reikalingą informaciją.

MS Excel programa pagrįsta PFAS rizikos vertinimo priemonė, išbandyta 24 savivaldybėse pasirodė esanti patogi naudoti ir itin reikšminga rizikos vertinimo procese. Naudotojų grįžtamasis ryšys išryškino priemonės aiškumą ir praktiškumą, o ypač buvo įvertintos iš anksto numatytos taršos mažinimo priemonės. Taip pat pažymėta, kad šią priemonę būtų galima pritaikyti plačiau – vertinant ir kitų teršalų keliamas rizikas.

Vienas reikšmingiausių šio proceso rezultatų buvo sustiprėjęs vietos suinteresuotųjų šalių mokymasis ir bendradarbiavimas. Savivaldybių komunalinių paslaugų darbuotojai, aplinkosaugos specialistai ir viešojo sektoriaus atstovai įgijo esminių žinių apie PFAS, išsiugdė techninius įgūdžius teršalų šaltinių nustatymo srityje ir pagerino gebėjimus rinkti bei interpretuoti aplinkosauginius duomenis. Rizikos vertinimo procesas taip pat paskatino bendradarbiavimą tarp skyrių – sujungė vandens, atliekų, aplinkosaugos ir ekstremaliųjų situacijų tarnybas siekiant bendro aplinkosauginio tikslo.

Žvelgiant į ateitį, PFAS rizikos vertinimo priemonė ir visa metodika suteikia tvirtą pagrindą savivaldybėms, siekiančioms didinti atsparumą cheminės taršos grėsmėms. Rekomenduojama tęsti PFAS stebėseną, reguliariai atnaujinti metodiką pagal teisinius pokyčius bei plėsti priemonės taikymą vertinant kitus teršalus. Šios pastangos prisidės prie saugesnių vandens išteklių, labiau pagrįstų visuomenės sveikatos sprendimų ir darnesnio miestų aplinkos valdymo visame Baltijos jūros regione.

6. Šaltiniai

- Ahrens, Lutz, Karin Norström, Tomas Viktor, Anna Palm Cousins, and Sarah Josefsson. 2015. "Stockholm Arlanda Airport as a source of per- and polyfluoroalkyl substances to water, sediment and fish." *Chemosphere* 129. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.03.136.
- Andrews, D., and O. Naidenko. 2020. "Population-Wide Exposure to Per- and Polyfluoroalkyl Substances from Drinking Water in the United States." *Environmental Science & Technology Letters* 7 (12): 931-936. doi:10.1021/acs.estlett.0c00713.
- Augustsson, A., T. Lennqvist, C.M.G. Osbeck, P. Tibblin, A. Glynn, M.A. Nguyen, E. Westberg, and R. Vestergren. 2021. "Consumption of freshwater fish: A variable but significant risk factor for PFOS exposure." *Environmental Research* 192. doi:https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110284.
- Chen, Yutao, Hekai Zhang, Yalan Liu, John Bowden, Thabet Tolaymat, Timothy Townsend, and Helena Solo-Gabriele. 2023. "Evaluation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in leachate, gas condensate, stormwater and groundwater at landfills." *Chemosphere*. doi:10.1016/j.chemosphere.2023.137903.
- Cousins, IT. 2015. "Per- and polyfluoroalkyl substances in materials, humans and the environment." *Chemosphere* (129): 1-3. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.08.036.
- Croad, B., Kreissig, J., Corden, C. 2022. "Update of market data for the socioeconomic analysis (SEA) of the European fluoropolymer industry." https://fluoropolymers.plasticseurope.org/application/files/1216/5485/3500/Fluoropolymers_Market_Dat.
- Currell, Matthew, Nathan Northby, and Pacian Netherway. 2024. "Examining changes in groundwater PFAS contamination from legacy landfills over a three-year period at Australia's largest urban renewal site." *Chemosphere* 352. doi:10.1016/j.chemosphere.2024.141345.
- de la Torre, A., Navarro, I., Sanz, P., de los Ángeles Martínez, M. 2019. "Occurrence and human exposure assessment of perfluorinated substances in house dust from three European

- countries." *Science of The Total Environment* 685: 308-314.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.463>.
- Dewapriya, P., Chadwick, L., Ghorbani Gorji, S., Schulze, B., Valsecchi, S., Samanipour, S., Thomas, K., Kaserzon, S.L. 2023. "Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in consumer products: Current knowledge and research gaps." *Journal of Hazardous Materials Letters*.
- Directorate-General for Environment, European Commission. 2020. "Document 52020SC0249 COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment ."
- ECHA. 2023. "Proposal for a restriction." <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>.
- European Environment Agency. n.d. [eea.europa.eu](https://www.eea.europa.eu).
<https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe/emerging-chemical-risks-in-europe>.
- Fredriksson, Felicia, Ulrika Eriksson, Anna Kärrman, and Leo Yeung. 2022. "Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in sludge from wastewater treatment plants in Sweden — First findings of novel fluorinated copolymers in Europe including temporal analysis." *Science of the Total Environment* 157406.
- Glüge, J., M. Scheringer, I.T. Cousins, J.C. DeWitt, G. Goldenman, D. Herzke, R. Lohmann, C.A. Ng, X. Trier, and Z. Wang. 2020. "An Overview of the Uses of Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)." *Environ Sci Process Impacts* 2345–73.
- Glüge, J., R. London, I. Cousins, J. DeWitt, G. Goldenman, D. Herzke, R. Lohmann, et al. 2022. "Information Requirements under the Essential-Use Concept: PFAS Case Studies." *Environmental Science and Technology* 6232-6242.
- Göen, T., A. Abballe, R. Bousoumah, L. Godderis, I. Iavicoli, A.M. Ingelido, V. Leso, et al. 2024. "HBM4EU chromates study – PFAS exposure in electroplaters and bystanders." *Chemosphere* 346. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140613>.
- Grung, Merete, Dag Hjermann, Thomas Rundberget, Kine Bæk, Cathrine Thomsen, Helle Katrine Knutsen, and Line Småstuen Haug. 2024. "Low levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) detected in drinking water in Norway, but elevated concentrations

- found near known sources.” *Science of the Total Environment* (1947).
doi:10.1016/j.scitotenv.2024.174550.
- Guelfo, J.L., Adamson, D.T. 2018. “Evaluation of a national data set for insights into sources, composition, and concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in U.S. drinking water.” *Environ Pollution* 505-513.
- Johnson, Gwynn. 2022. “PFAS in soil and groundwater following historical land application of biosolids.” *Water Research* 211. doi:10.1016/j.watres.2021.118035.
- Le Monde, (France), (Germany) NDR, (Germany) WDR, (Germany) Süddeutsche Zeitung, (Italy) RADAR Magazine, (Italy) Le Scienze, (Netherlands) The Investigative Desk, et al. n.d. *Foreverpollution.eu*. <https://foreverpollution.eu/>.
- Lerch, M., Nguyen, K.H., Granby, K. 2022. “Is the use of paper food contact materials treated with per- and polyfluorinated alkyl substances safe for high-temperature applications? – Migration study in real food and food simulants.” *Food Chemistry*.
- Liddie, J.M., Schaider, L.A., Sunderland, E.M. 2023. “Sociodemographic Factors Are Associated with the Abundance of PFAS Sources and Detection in U.S. Community Water Systems.” *Environ Sci Technol* 57(21): 7902-7912.
- Manzano-Salgado, C.B., Casas, M., Lopez-Espinosa, M.J., Ballester, F., Martinez, D., Ibarluzea, J., Santa-Marina, L., Schettgen, T., Vioque, J., Sunyer, J., Vrijheid, M. 2016. “Variability of perfluoroalkyl substance concentrations in pregnant women by socio-demographic and dietary factors in a Spanish birth cohort.” *Environ Int.*
- Müller, V., Kindness, A., Feldmann, J. 2023. “Fluorine mass balance analysis of PFAS in communal waters at a wastewater plant from Austria.” *Water Research* 244.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120501>.
- Nilsson, H., A. Karrman, A. Rotander, B. van Bavel, G. Lindstrom, and H. Westberg. 2013. “Professional ski waxers' exposure to PFAS and aerosol concentrations in gas phase and different particle size fractions.” *Environ. Sci. Process Impacts* 15: 814–822.
- Panieri, E., K. Baralic, D. Djukic-Cosic, A. Buha Djordjevic, and Saso L. 2022. “PFAS Molecules: A Major Concern for the Human Health and the Environment.” *Toxics* 10 (2).
doi:<https://doi.org/10.3390/toxics10020044>.
- Pirard, C., Dufour, P., Charlier, C. 2020. “Background contamination of perfluoroalkyl substances in a Belgian general population.” *Toxicology Letters* 333: 13-21.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.07.015>.

- Pitter, Gisella, Filippo Da Re, Cristina Canova, Giulia Barbieri, Maryam Zare Jeddi, Francesca Daprà, Flavio Manea, et al. 2020. "Serum Levels of Perfluoroalkyl Substances (PFAS) in Adolescents and Young Adults Exposed to Contaminated Drinking Water in the Veneto Region, Italy: A Cross-Sectional Study Based on a Health Surveillance Program." *Environ Health Perspect* 128 (2). doi:10.1289/EHP5337.
- Porter, A., S. Kleinschmidt, K. Andres, C. Reusch, R. Krisko, O. Taiwo, G. Olsen, and M. Longnecker. 2024. "Occurrence of COVID-19 and serum per- and polyfluoroalkyl substances: A case-control study among workers with a wide range of exposures." *Global Epidemiology* 7. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2024.100137.
- Richterová, D., Govarts, E., Fábelová, L., Rausová, K., Rodriguez Martin, L., Gilles, L., Remy, S., Colles, A., Rambaud, L., Riou, M., Gabriel, C., Sarigiannis, D., Pedraza-Diaz, S., Ramos, J.J., Kosjek, T., Snoj Tratnik, J., Lignell, S., Gyllenhammar, I.,. 2023. "PFAS levels and determinants of variability in exposure in European teenagers – Results from the HBM4EU aligned studies (2014–2021)." *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 247. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114057.
- Semerád , Jaroslav, Nicolette Hatasová , Alena Grasserová, Tereza Černá, Alena Filipová, Aleš Hanč, Petra Innemanová, Martin Pivokonský, and Tomáš Cajthaml. 2020. "Screening for 32 per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) including GenX in sludges from 43 WWTPs located in the Czech Republic - Evaluation of potential accumulation in vegetables after application of biosolids." *Chemosphere* 261.
- Shu, H., Lindh, CH., Wikström, S., Bornehag, CG. 2018. "Temporal trends and predictors of perfluoroalkyl substances serum levels in Swedish pregnant women in the SELMA study." *PLoS One*.
- Silver, Matthew, William Phelps, Kevin Masarik, Kyle Burke, Chen Zhang, Alex Schwartz, Miaoyan Wang, et al. 2023. "Prevalence and Source Tracing of PFAS in Shallow Groundwater Used for Drinking Water in Wisconsin, USA." *Environmental Science & Technology* 57 (45): 17415–17426.
- Söregård , Mattias, Sofia Bergström, Philip McCleaf, Karin Wiberg, and Lutz Ahrens. 2022. "Long-distance transport of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in a Swedish drinking water aquifer." *Environmental Pollution* 311. doi:10.1016/j.envpol.2022.119981.
- Stahl, Thorsten, Matthias Gassmann, Sandy Falk, and Hubertus Brunn. 2018. "Concentrations and Distribution Patterns of Perfluoroalkyl Acids in Sewage Sludge and in Biowaste in Hesse, Germany." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66 (39): 10147-10153.

- Tefera, Y.M., S. Gaskin, K. Mitchell, D. Springer, and S. Mills. 2023. "Temporal decline in serum PFAS concentrations among metropolitan firefighters: Longitudinal study on post-exposure changes following PFAS foam cessation." *Environment International* 179. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108167>.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. 2020. "DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption." <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32020L2184>.
- UBA. 2022. "Guidelines for PFAS assessment Recommendations for the uniform nationwide assessment of soil and water contamination and for the disposal of soil material containing PFAS."
- Wang, Zhanyun, Andreas Buser, Ian Cousins, Silvia Demattio, Wiebke Drost, Olof Johansson, Koichi Ohno, et al. 2021. "A New OECD Definition for Per- and Polyfluoroalkyl Substances." *Environ. Sci. Technol.* 55: 15575–15578.