

# Savivaldybių PFAS rizikos vertinimo plano projektas

EMPEREST – MIKROTERŠALŲ PAŠALINIMAS IŠ NUOTEKŲ TAIKANT  
PAKARTOTINIO NAUDOJIMO STRATEGIJAS

Ryga, 2024



# Informacija apie leidinį

Šis leidinys parengtas įgyvendinant projektą „**EMPEREST – Mikroteršalų pašalinimas iš nuotekų įgyvendinant pakartotinio naudojimo 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:** Vietos rizikos vertinimo plano projektas

**Versija:** 2024 m. birželis

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

**Bendra autoriai:** Mariia Andreeva (UBC), Agnieszka Ilola (UBC), Lotta Lehti (UBC), Piia Leskinen (TUAS), Denisa Martinkutė (ECAT), Vaiva Ramanauskienė (ECAT), Markus Raudkivi (HELCOM), Riikka Vainio (TUAS) and Siiri Velling (UT).

**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., Reča, M. & Zviedris, M. (2024). Vietos PFAS rizikos vertinimo plano projektas. Projekto EMPEREST, bendrai finansuojamo iš Interreg Baltijos jūros regiono programos, 1.2 rezultatas. Ryga.

## 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. Pirma, glaudžiai bendradarbiaujant su HELCOM, EMPEREST rengia 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

<b>Vietos PFAS rizikos vertinimo plano projektas .....</b>	<b>1</b>
1. Įžanga .....	4
1.1. Kas yra PFAS? .....	4
1.2. Kodėl PFAS pavojingos? .....	4
1.3. Tikslas .....	5
2. Galimos PFAS taršos savivaldybėse apžvalga .....	6
3. Vietos PFAS rizikos vertinimo planas, skirtas įvertinti galimą PFAS poveikį gyventojams .....	8
3.1. Atsakingų institucijų nustatymas .....	8
3.2. Vandens šaltinis (-iai) .....	8
3.3. Individualūs geriamojo vandens šuliniai .....	9
3.4. PFAS gaminančios įmonės ES .....	9
3.5. Reikšmingi PFAS taršos šaltiniai savivaldybėse .....	9
3.6. Nuotekos .....	10
3.7. Didžiausi nuotekų šaltiniai .....	10
3.8. Galimų teršėjų nustatymas .....	11
3.9. Savanoriškos ugniagesių komandos .....	13
3.10. Nuotekų valymo dumblo naudojimas žaliajai infrastruktūrai .....	13
3.11. Esamas bazinis taršos lygis .....	13
4. PFAS mėginių ėmimas geriamajame vandenyje .....	14
4.1. Ištrauka iš teisės aktų dėl PFAS geriamajame vandenyje .....	14
4.2. Ištrauka iš teisės aktų dėl PFAS nuotekose .....	14
4.3. Mėginių ėmimas .....	15
5. Apibendrinimas .....	18
6. Šaltiniai .....	18

# 1. Įžanga

## 1.1. Kas yra PFAS?

1938 m. bandydamas sukurti naujo tipo šaldymo dujas, Roy J. Plunkett nustatė, kad mėginys savaime polimerizavosi į baltą vaškinę kietą medžiagą – politetrafluoretileną (PTFE) (Science History Institute Museum & Library n.d.). 1945 m. ši cheminė medžiaga buvo užregistruota teflono pavadinimu (Teflon.com n.d.). Nuo XX a. šeštojo dešimtmečio perfluoralkilinės ir polifluoralkilinės medžiagos (PFAS) buvo gaminamos ir naudojamos įvairiems pramoniniams ir komerciniams tikslams, įskaitant tekstilės, kilimų ir odos apdorojimą (siekiant šias medžiagas padaryti atsparias vandeniui ir nešvarumams), tai apima ir paviršiaus aktyviąsias medžiagas, gaisro gesinimo putas, metalo dengimą ir popieriaus apdorojimą, siekiant jį padaryti atspariu riebalams (Glüge, Scheringer, et al. 2020).

Aplinkoje PFAS natūraliai neegzistuoja, jos yra sukurtos žmogaus (UBA 2022). PFAS yra labai veiksmingos paviršiaus aktyviosios 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). Daug PFAS junginių kaupiasi žmonių ir gyvūnų organizmuose bei augaluose (Cousins 2015). Nors išsamiai ištirta nedaug tokių junginių, beveik visi laikomi toksiškais. Nuo XX a. šeštojo dešimtmečio plačiai naudojant PFAS, šios medžiagos kaupiasi įvairiose aplinkos terpėse, įskaitant požeminį, gėlo, jūros ir lietaus vandenį, dirvožemį, nuosėdas, nuotekų valymo įrenginių (NVĮ) dumblą ir nuotekas, taip pat gyvuose organizmuose ir maisto šaltiniuose (Glüge, Scheringer, et al. 2020) (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain 2018) (Reinikainen, et al. 2022).

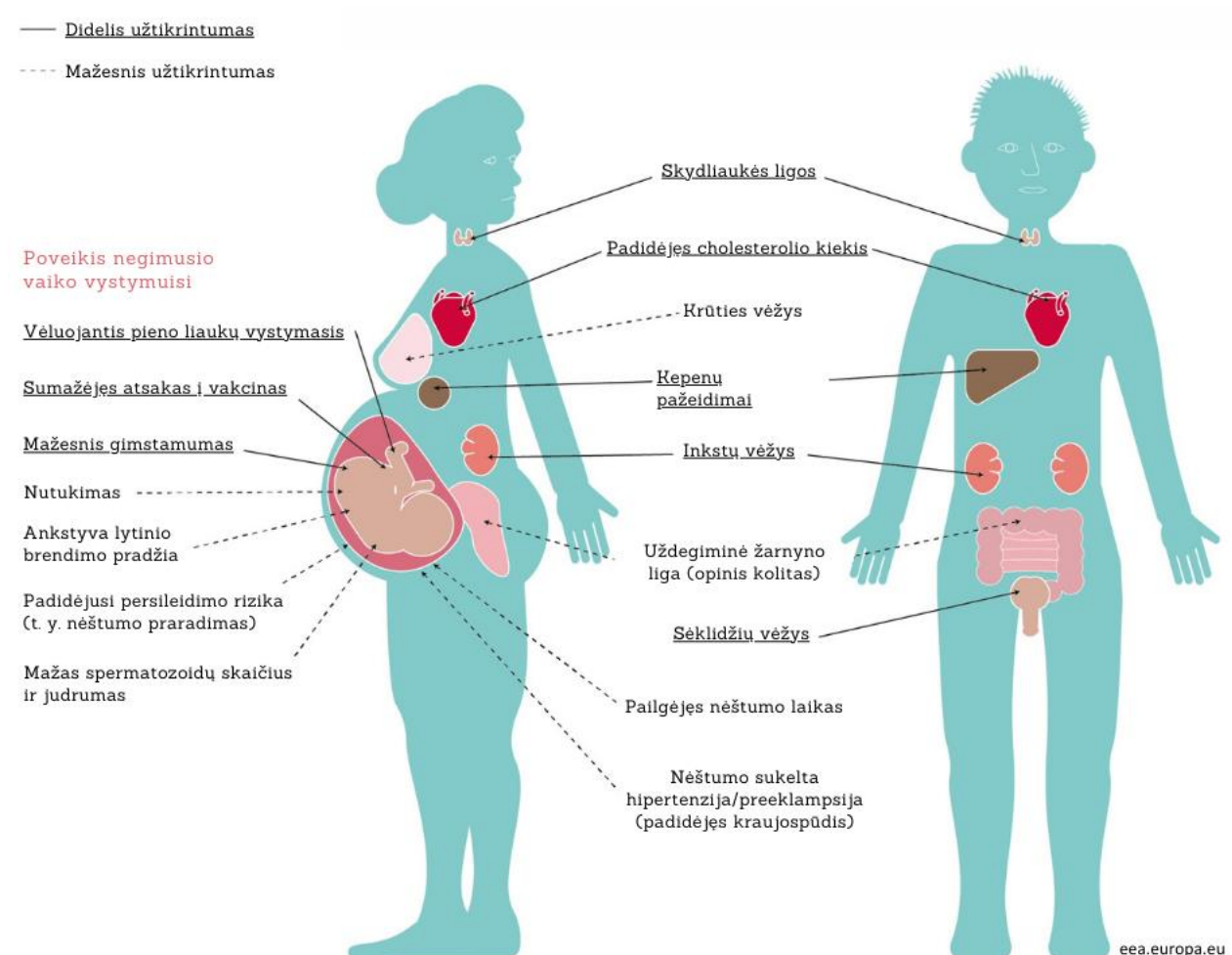
Šiame dokumente PFAS apibrėžiama pagal EBPO (Wang, et al. 2021): „PFAS apibrėžiamos kaip fluorintos medžiagos, kuriose yra bent vienas visiškai fluorintas metilo arba metileno anglies atomas (be prijungto H/Cl/Br/I atomo), t. y. bet kuri cheminė medžiaga, turinti bent vieną perfluorintą metilo grupę (-CF<sub>3</sub>) arba perfluorintą metileno grupę (-CF<sub>2</sub>-), išskyrus kelias išimtis, yra PFAS.“

Šiuo metu yra žinoma daugiau kaip 10000 skirtingų PFAS junginių. Siekdami užtikrinti, kad šiame dokumente pateikta informacija būtų patogi vartotojui, vietoj atskirų medžiagų pavadinimų vartojame bendrą terminą „PFAS“.

## 1.2. Kodėl PFAS pavojingi?

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). 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>

### 1.3. Tikslas

Šio leidinio tikslas – vietos valdžios institucijoms pateikti konkrečiam miestui pritaikytas gaires ir PFAS rizikos vandens aplinkoje vertinimo įrankius. Naudojant šias gaires ir įrankius 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 orientotis 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 priemonės ir stebėsenos planus, taip pat sukurti bendrą PFAS valdymo sistemą.

## 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). (Guelfo 2018) savo tyrime parodė, kad PFAS didelėse viešosiose vandens sistemose (>10 000 vartotojų) buvo randama daugiau nei 5 kartus dažniau nei mažose vandens sistemose. Kita vertus, vidutinė PFAS koncentracija mažose viešosiose vandens sistemose buvo daugiau nei 2 kartus didesnė nei didelėse (Guelfo 2018). Užterštas požeminis vanduo kelia grėsmę žmonių sveikatai, kai užterštose teritorijose naudojami individualūs geriamojo vandens šuliniai (Silver, et al. 2023). Kai kurie tyrimai skirtingose šalyse susiejo didesnę PFAS kiekį 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 kraujo 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 dumblas veikia kaip PFAS rezervuaras. Jei dumblas 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 vandeniu 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 (Crood 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.
Atsinaujinančioji 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	Puslaidininkų gamyba, laidai ir kabeliai.
Fluorintos dujos	Oro kondicionieriai ir šilumos siurbliai. Šilumą perduodantys skysčiai ir (arba) aušinimo priemonės.

<b>Pramonės šaka</b>	<b>PFAS naudojimas:</b>
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 vaškai	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). Kito tyrimo, kuriame analizuotos PFAS įvairių pramonės šakų nuotekose, rezultatai parodė, kad didžiausia atskiros medžiagos (PFHxS) koncentracija – 79000 ng/l – nustatyta mobilių kilimų valytuvų nuotekose (Payne 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)**

<b>Naudojimas</b>	<b>Tonos per metus</b>	<b>Naudojimas</b>	<b>Tonos per metus</b>
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

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).

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 planas, skirtas įvertinti galimą PFAS poveikį gyventojams

EMPEREST įrankio tikslas – pateikti vietos valdžios institucijoms PFAS rizikos vertinimo gaires. Rizikos vertinimo įrankis apima 11 etapų, sudarytų iš 10 lentelių. Jis užpildžiusios vietos valdžios institucijos nustatys ir įvertins su PFAS susijusią riziką ir galės ieškoti atitinkamų rizikos mažinimo strategijų. Galutinis rezultatas – rizikos vertinimo planas, pritaikytas konkrečiam miestui / savivaldybei.

Pirmoji eksperimento grupė (savivaldybių ir vandentvarkos įmonių darbuotojai) nurodė, kad dokumentui užpildyti (neskaitant mėginių ėmimo dalies) reikia apie 12 valandų. Jie teigė, kad procesas nesudėtingas ir jokių kliūčių nekyla, jei tik palaikomi geri ryšiai su suinteresuotosiomis šalimis.

Toliau (3.1-3.11 skyreliuose) pateikiami įrankio etapai.

#### 3.1. Atsakingų institucijų nustatymas

Šis dokumentas skirtas konkrečiai vietinei PFAS keliamai rizikai vandens aplinkai ir gyventojams įvertinti. Pagrindinis PFAS poveikio būdas gyventojams yra užteršto maisto (šiam dokumente nenagrinėjamas) ir vandens vartojimas. Norint nustatyti PFAS keliamą riziką tam tikrame mieste / savivaldybėje, labai svarbu žinoti, koks vandens telkinys naudojamas kaip geriamojo vandens šaltinis (šaltiniai). Norėdami nustatyti savo geriamojo vandens šaltinius, užpildykite toliau pateiktą **3 lentelę**.

3 lentelė. Vandentvarkos atsakingų institucijų nustatymas

Vandens tiekimo etapas:	Atsakinga institucija	Funkcija:
Šaltinis		Vandens paėmimo vieta kokybės kontrolei.
Valymas ir paskirstymas		Vandens gavyba. Vandens paruošimas. Geriamojo vandens tiekimas
Nuotekų surinkimas ir valymas		Nuotekų surinkimas. Nuotekų valymas.

#### 3.2. Vandens šaltinis (-iai)

Jei nesate tikri dėl geriamojo vandens šaltinių (požeminio ir (arba) paviršinio vandens arba tikslios upės ir (arba) ežero), kreipkitės į atsakingas institucijas.

Kai kuriuose miestuose gali būti keli geriamojo vandens šaltiniai. Tokiu atveju turėsite paimti mėginius ir įvertinti PFAS keliamą riziką kiekvienam šaltiniui (arba šaltinių grupei). Jei turite kelis požeminio vandens gręžinius, sugrupuokite šaltinius pagal vietovę (arba kreipkitės pagalbos į mūsų komandą). Užpildykite **4 lentelę**.

4 lentelė. Geriamojo vandens šaltiniai

Geriamojo vandens šaltinis 1: požeminis ar paviršinis vanduo?	Geriamojo vandens valymo įmonės pavadinimas	Vandens ėmimo vieta
Požeminis vanduo		
	Kiekis, m <sup>3</sup>	Kiekis, %
Pirmasis gręžinys		



Geriamojo vandens šaltinis 1: požeminis ar paviršinis vanduo?	Geriamojo vandens valymo įmonės pavadinimas	Vandens ėmimo vieta
Antrasis gręžinys		
Geriamojo vandens šaltinis 2: požeminis ar paviršinis vanduo?	Geriamojo vandens valymo įmonės pavadinimas	Vandens ėmimo vieta
Paviršinis vanduo		
	Kiekis, m <sup>3</sup>	Kiekis, %
Pirmoji upė		
Antrasis ežeras		

### 3.3. Individualūs geriamojo vandens šuliniai

Geriamasis vanduo paprastai yra valomas, o savivaldybių gręžiniai, iš kurių imamas vanduo, yra apsaugotose teritorijose. Todėl individualiems šuliniams/gręžiniams kyla didesnė rizika, kad vanduo bus užterštas (įskaitant PFAS). Taigi, kyla klausimas, ar ir kiek gyventojų naudojami individualiais šuliniais. Atsakykite, kiek gyventojų naudojami individualiais šuliniais: atitinkamą **5 lentelės** langelį pažymėkite X.

5 lentelė. Individualių šulinių naudotojai

Daugiau negu 50 %	Nuo 30 iki 49 %	Nuo 20 iki 29 %	Mažiau, negu 20%	Nėra

### 3.4. PFAS gaminančios įmonės ES

Fluoropolimerus gaminančios įmonės daro poveikį vandens aplinkai, nes PFAS turinčios nuotekos patenka į kanalizacijos tinklus, o dujos – į atmosferą. Didžiausios žinomos PFAS gaminančios įmonės išvardintos **6 lentelėje**. Peržiūrėkite lentelę (žemiau) ir nustatykite, ar kuri nors iš šių gamyklų veikia netoli jūsų geriamojo vandens šaltinio baseino. Po to užpildykite **6 lentelės** paskutinį stulpelį.

6 lentelė. Didžiausios PFAS gaminančios įmonės ES

Pavadinimas	Vieta	Ar ši įmonė turi įtakos jūsų vandens telkiniams? (TAIP/NE)
Asahi Glass Chemicals Europe	Thornton-Cleveleys, JK	
Arkema France and Daikin Chemical	Pierre-Bénite, Prancūzija	
Chemours	Dordrecht, Nyderlandai	
Dyneon (subsidiary of 3M)	Burgkirchen an der Alz, Vokietija	
Solvay–Solexis	Tavaux, Prancūzija	
Solvay Specialty Polymers	Spinetta Marengo, Italija	

### 3.5. Reikšmingi PFAS taršos šaltiniai savivaldybėse

Svarbūs PFAS taršos šaltiniai darantys poveikį vandens aplinkai yra šie: oro uostai, ugniagesių treniruočių vietos, kariniai poligonai, sąvartynai ir nuotekų valymo įrenginiai. Ar netoli jūsų yra šių PFAS taršos šaltinių ir koku atstumu jie nutolę nuo vandens gavybos vietų? Užpildykite **7 lentelę** pagal pavyzdį.

**7 lentelė. Reikšmingi PFAS taršos šaltiniai savivaldybėse**

Pavadinimas	Nėra	Taip, kiek?	Tiesus atstumas iki artimiausio vandens šaltinio, km
Oro uostas		1	10
Ugniagesių mokymo vieta	x		
Karinis poligonas	x		
Sąvartynas		1	3
Nuotekų valymo įrenginiai		1	8

### 3.6. Nuotekos

Pasiteiraukite už nuotekų surinkimą ir valymą atsakingo asmens/institucijos, kokią dalį nuotekų sudaro buitinės (komunalinės) nuotekos ir kokią – pramoninės nuotekos. Žinodami šiuos skaičius, galėsite nustatyti, kur nukreipti pastangas. Užpildykite **8 lentelę**. Jei negalite gauti informacijos apie kai kurias konkrečias kategorijas, kol kas tų langelių tiesiog nepildykite.

**8 lentelė. Nuotekų klasifikacija**

Miestas	Kiekis, m <sup>3</sup> /dieną	Kiekis, %
Buitinės nuotekos		
Lietaus vanduo		
Pramoninės nuotekos		
Komunalinės nuotekos (mišrios buitinės ir lietaus nuotekos)		
Bendras kiekis		100

### 3.7. Didžiausi nuotekų šaltiniai

Pasiteiraukite už nuotekų surinkimą ir valymą atsakingo asmens/institucijos, kokios įmonės sukuria didžiausią nuotekų kiekį. Kitas priskirkite grupei 0,1–1 %, o likusių įmonių nuotekų kiekis sudarys mažiau nei 0,1 %. Žr. toliau pateiktą pavyzdį ir užpildykite **9 lentelę**. Paskutinį stulpelį kol kas palikite neužpildytą. Jei reikia, pridėkite papildomų eilučių.

**9 lentelė. Didžiausi nuotekų gamintojai**

Įmonės pavadinimas	Nuotekų kiekis, m <sup>3</sup> /dieną	Nuotekų dalis, %	NACE kodas
1 % ir daugiau nuotekų:			
Įmonė 1	100	1	
Įmonė 2	99	1	
Nuo 0,1 % iki 1 % nuotekų			
Įmonė 3	60	0,6	
Įmonė 4	50	0,5	
Įmonė 5	20	0,2	

#### 3.7.1. Duomenų bazės paieška

Norint nustatyti potencialius teršėjus, sugeneruojančius daugiausia nuotekų, reikia suprasti, kokią veiklą vykdo **9 lentelėje** nurodytos įmonės.

Bendra ES ekonominės veiklos rūšių klasifikacija padeda nustatyti institucinių vienetų, užsiimančių gamyba ar veikiančių kituose ekonomikos sektoriuose, ekonominės veiklos rūšį. ES ekonominei veiklai nustatyti naudojama NACE klasifikacija:

[https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace\\_all.html](https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html)

Jei jūsų šalyje naudojama NACE, raskite duomenų bazę, kurioje galima nustatyti įmones pagal joms priskiriamą konkretų NACE kodą. (pavyzdžiui, C 20.52 Klijų gamyba). Pastaba: daugelis įmonių turi du ar daugiau NACE kodų.

Jei jūsų šalis nenaudoja NACE, suraskite alternatyvią duomenų bazę, kurioje įmonės klasifikuojamos pagal ekonominės veiklos kodus. Galima naudoti SIC kodų (JK) duomenų bazę.

Lenkija naudoja PKD kodus:

<https://stat.gov.pl/en/metainformation/classifications/>

### 3.8. Galimų teršėjų nustatymas

Dirbkite su **9 lentele**:

Nurodykite NACE (arba kitus) kodus:

- Naudodamiesi duomenų baze, nustatykite visų išvardintų įmonių kodus.
- Atkreipkite dėmesį, kad daugelis įmonių gali turėti du ar daugiau NACE kodų.
- Peržiūrėkite NACE kodų, susijusių su veiklomis, dėl kurių gali susidaryti PFAS tarša, sąrašą (žr. **3.8.1 punktą**).
- Palyginkite kiekvienos įmonės NACE kodus su sąrašu veiklos rūšių, siejamų su PFAS tarša.
- Jei bent viena iš įmonės ekonominės veiklos rūšių atitinka kurį nors kodą iš PFAS taršos sąrašo, pažymėkite tos įmonės eilutę raudona spalva.

Jei minimas visas skaičius (be subkategorijų, pvz., 13), tai reiškia, kad visos šio skaičiaus subkategorijos taip pat įtrauktos. Pavyzdžiui, kategorija „13 Tekstilės gaminių gamyba“ apima:

13 Tekstilės gaminių gamybą

13.10 Tekstilės pluoštų paruošimą ir verpimą

13.20 Tekstilės gaminių audimą

13.30 Tekstilės gaminių apdailą

13.91 Megztų ir nertų audinių gamybą

13.92 Gatavų tekstilės gaminių, išskyrus drabužius, gamybą

13.93 Kilimų ir kilimėlių gamybą

13.94 Virvių, takelažo, virvelių, špagato ir tinklų gamybą

13.95 Neaustinių medžiagų ir gaminių iš neaustinių medžiagų, išskyrus drabužius, gamybą

13.96 Kitų techninių ir pramoninių tekstilės gaminių gamybą

13.99 Kitų, niekur kitur nepriskirtų, tekstilės gaminių gamybą

Jei paminėtos tik kai kurios subkategorijos (pvz., 20.11), tai reiškia, kad įtrauktos tik šios subkategorijos, o ne visa kategorija (20).

### 3.8.1. Su PFAS tarša siejamų veiklų sąrašas

Kodas	Pavadinimas
C	GAMYBA
13	Tekstilės gaminių gamyba
14	Drabužių gamyba
15	Odos ir panašių gaminių gamyba
17	Popieriaus ir popieriaus gaminių gamyba
19	Kokso ir rafinuotų naftos produktų gamyba
20.1 gamyba	Pagrindinių chemikalų, trąšų ir azoto junginių, pirminių plastikų ir sintetinio kaučiuko
20.11	Pramoninių dujų gamyba
20.16	Pirminių plastikų gamyba
20.17	Pirminio sintetinio kaučiuko gamyba
20.2	Pesticidų ir kitų agrocheminių produktų gamyba
20.3	Dažų, lakų ir panašių dangų, spaustuvinių dažų ir mastikų gamyba
20.4	Muilo ir ploviklių, valymo ir poliravimo priemonių, kvepalų ir tualetinių preparatų gamyba
20.52	Klijų gamyba
20.59	Kitų, niekur kitur nepriskirtų, chemijos produktų gamyba
21.2	Farmacinių preparatų gamyba
22	Guminių ir plastikinių gaminių gamyba
23.3	Molio statybinių medžiagų gamyba
23.5	Cemento, kalkių ir gipso gamyba
23.6	Gaminių iš betono, cemento ir gipso gamyba
24	Pagrindinių metalų gamyba
25	Metalo gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba
26	Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba
27	Elektros įrangos gamyba

28.25	Nebuitinių vėsinimo ir vėdinimo įrenginių gamyba
29	Variklinių transporto priemonių, priekabų ir puspriekabių gamyba
30	Kitos transporto įrangos gamyba
31	Baldų gamyba
32.5	Medicinos ir odontologijos instrumentų bei reikmenų gamyba
32.99	Kita, niekur kitur nepriskirta, gamyba
D	ELEKTROS, DUJŲ, GARO IR ORO KONDICIONAVIMO TIEKIMAS
35.11	Elektros energijos gamyba
E	VANDENS TIEKIMAS; NUOTEKŲ VALYMAS, ATLIEKŲ TVARKYMAS IR REGENERAVIMAS
37	Kanalizacija
38	Atliekų surinkimo, apdorojimo ir šalinimo veikla; medžiagų atkūrimas

### 3.9. Savanoriškos ugniagesių komandos

Gaisro gesinimo putose gali būti PFAS. Svarbu stebėti visus galimus PFAS šaltinius. Todėl atsakykite, ar jūsų mieste / savivaldybėje veikia savanoriškos ugniagesių komandos. Į atitinkamą **10 lentelės** langelį įrašykite X.

**10 lentelė. Savanoriškos ugniagesių komandos**

Taip, keletas	Taip, viena	Nėra

### 3.10. Nuotekų valymo dumblo naudojimas žaliajai infrastruktūrai

Nuotekų valymo įrenginių dumble gali kauptis PFAS. Ar komunalinių nuotekų valymo įrenginių dumblas arba jo kompostas naudojamas žaliojoje infrastruktūroje (parkuose, naujose žaliosiose zonose)? Į atitinkamą **11 lentelės** langelį įrašykite X.

**11 lentelė. Nuotekų dumblo naudojimas žaliajai infrastruktūrai**

Taip, dažniausiai	Taip, kartais	Ne

### 3.11. Esamas bazinis taršos lygis

Norint įvertinti, ar geriamajame vandenyje jau esama PFAS taršos, svarbu žinoti, ar buvo atlikti PFAS tyrimai. Šiuo metu Europos Sąjungoje pagal Geriamojo vandens direktyvą siūloma tirti bendrą PFAS kiekį ir PFAS sumą. Kreipkitės į institucijas, atsakingas už geriamąjį vandenį ir pasiteiraukite, ar jos atliko kokius nors geriamojo vandens užteršimo PFAS tyrimus. Jei turite rezultatų, užpildykite **12 lentelę**. Jei reikia, pridėkite eilučių. Jei tyrimai nebuvo atlikti, pažymėkite tai lentelėje.

12 lentelė. PFAS analizės rezultatai

Šaltinis	Bendras PFAS kiekis, ng/L	PFAS suma, ng/L
Pirmas gręžinys		
Antras gręžinys		
Geriamasis vanduo iš geriamojo vandens valymo įrenginių (PAVADINIMAS)		

## 4. PFAS mėginių ėmimas geriamajame vandenyje

### 4.1. Ištrauka iš teisės aktų dėl PFAS geriamajame vandenyje

„Geriamojo vandens direktyvos“ DIREKTYVOS (ES) 2020/2184 (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL 2020) 25 straipsnyje teigiama (paryškinta):

„1. Iki 2026 m. sausio 12 d. valstybės narės imasi priemonių, būtinų užtikrinti, kad žmonėms vartoti skirtas vanduo atitiktų I priedo B dalyje nustatytas bisfenolio A, chlorato, chlorito, haloacto rūgščių, mikrocistino-LR, **bendro PFAS kiekio, PFAS sumos** ir urano parametrų vertes.

2. Iki 2026 m. sausio 12 d. vandens tiekėjai neprivalo vykdyti žmonėms vartoti skirto vandens stebėsenos pagal 13 straipsnį dėl šio straipsnio 1 dalyje išvardytų parametrų.“

Šių medžiagų stebėseną vykdoma, kai pagal 8 straipsnį atlikus vandens ėmimo vietų baseinų rizikos vertinimą ir rizikos valdymą padaroma išvada, kad šių medžiagų gali būti tam tikrame vandens telkinyje.

8 straipsnis: „Nepažeisdamos Direktyvos 2000/60/EB 4-8 straipsnių, valstybės narės užtikrina, kad būtų atliekamas žmonėms vartoti skirto vandens ėmimo vietų baseinų rizikos vertinimas ir rizikos valdymas.“

Rizika pagrįstas požiūris į vandens saugą aprašytas tos pačios direktyvos 7 straipsnyje (paryškinta):

„1. Valstybės narės užtikrina, kad žmonėms vartoti skirto vandens tiekimui, valymui ir paskirstymui būtų taikomas **rizika pagrįstas požiūris, apimantis visą tiekimo grandinę nuo vandens baseino, gavybos, valymo, laikymo ir paskirstymo** iki 6 straipsnyje nurodyto atitikties taško.

Rizika grindžiamas metodas apima šiuos elementus:

- žmonėms vartoti skirto vandens **gavybos vietų baseinų** rizikos vertinimas ir rizikos valdymas pagal 8 straipsnį;
- kiekvienos tiekimo sistemos**, apimančios žmonėms vartoti skirto **vandens gavybą, valymą, saugojimą ir paskirstymą** iki tiekimo vietos, rizikos vertinimą ir rizikos valdymą, kurį vandens tiekėjai atlieka pagal 9 straipsnį, ir
- buitinių paskirstymo sistemų rizikos vertinimą pagal 10 straipsnį.“

### 4.2. Ištrauka iš teisės aktų dėl PFAS nuotekose

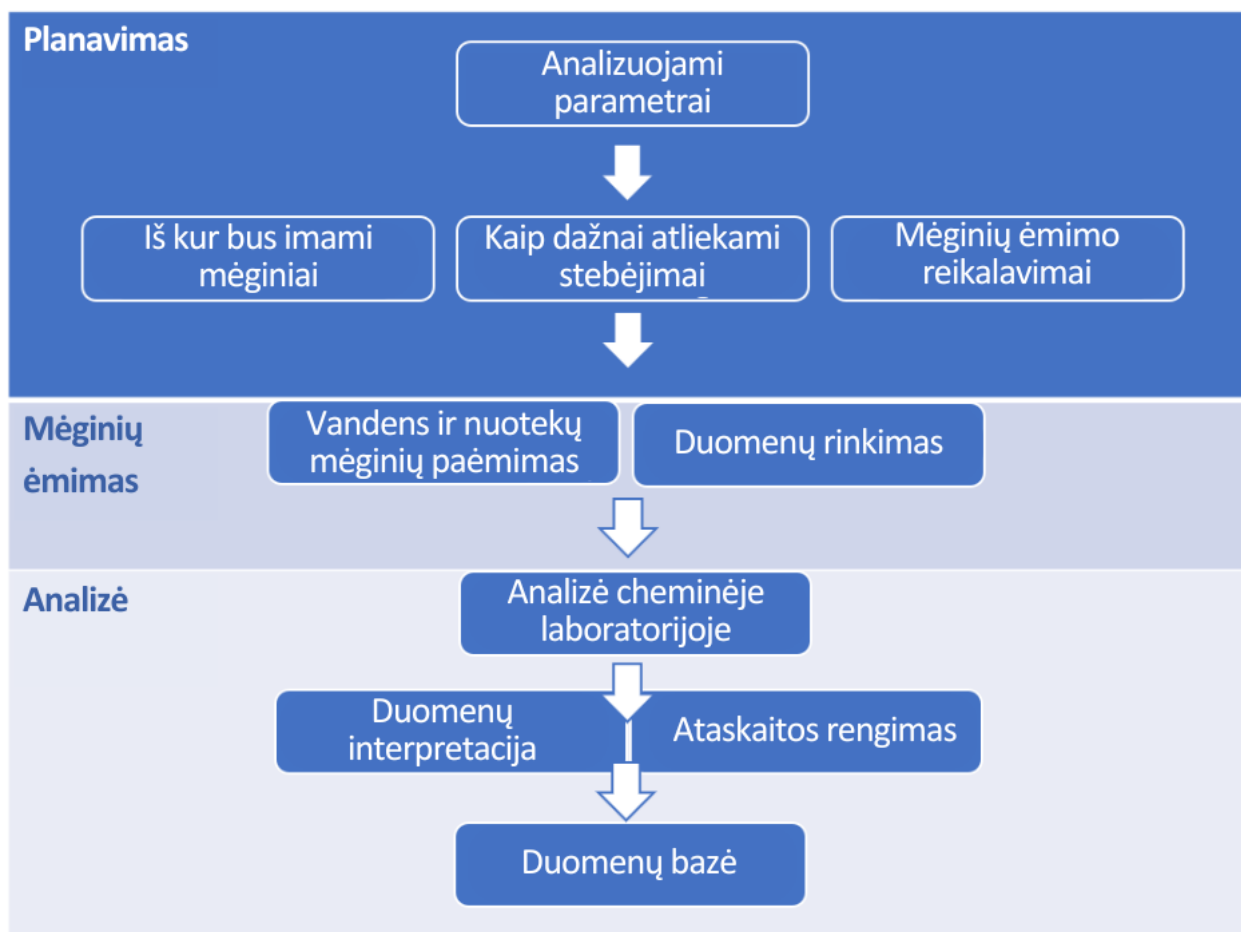
Pagal (Council of the European Union 2024): „Valstybės narės turėtų stebėti platų teršalų spektrą **miesto nuotekų padavimo į valymo įrenginius ir išvalytų nuotekų išleidimo vietose**. Siekiant išvengti nereikalingos naštos, turėtų būti stebimi tik tie teršalai, kurių galima tikėtis rasti miesto nuotekose, atsižvelgiant į didelę teršalų, kurie gali patekti į miesto nuotekų valymo įrenginius, įvairovę, įskaitant ir

teršalus ne iš buitinių nuotekų šaltinių.“ „Būtina (...) geriau suprasti PFAS patekimo į aplinką kelius ir vykdyti jų stebėseną miesto nuotekų padavimo į valymo įrenginius ir išvalytų nuotekų išleidimo vietose. Šią stebėseną pirmiausia reikėtų pradėti ten, kur išleidžiamos nuotekos pasiekia geriamojo vandens gavybos baseinus dėl didelės PFAS poveikio rizikos ir šių medžiagų poveikio sveikatai.“

### 4.3. Mėginių ėmimas

Šiuo metu (2024 m. birželio 30 d.) nėra ES lygmens teisės akto, pagal kurį būtų privaloma atlikti PFAS tyrimus geriamajame vandenyje. Vis dėlto, žmonėms vartoti skirtam vandeniui privaloma taikyti rizikos vertinimu pagrįstą požiūrį į visą geriamojo vandens valymo ir paskirstymo procesą. Be to, pasiūlyme dėl Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos dėl miesto nuotekų valymo (Council of the European Union 2024) teigiama, kad būtina suprasti PFAS riziką ir plitimą vandens aplinkoje. Todėl šiame dokumente siūlome atlikti mėginių ėmimą pagal parengtą ([Local PFAS risk assessment plan for evaluating the potential exposure of residents to PFAS](#)) rizikos vertinimo planą. PFAS taršos rizikos vertinimas apima visus vandens ciklo etapus: šaltinį, valymo ir paskirstymo sistemas bei nuotekų surinkimą ir valymą. Užbaigę rizikos vertinimo planą, žinosite, kuriuose vandens ciklo taškuose rizika yra didžiausia.

PFAS stebėsenos strategiją sudaro trys pagrindinės dalys: planavimas, mėginių ėmimas ir analizė (**2 pav.**).



2 pav. Siūloma PFAS stebėsenos savivaldybėse strategija

### 4.3.1. Planavimas

Remdamiesi teisės aktais (žr. 4.1), patariame tirti ir **bendrą PFAS kiekį, ir PFAS sumą** (jei šiuo metu yra galimybė, pasirinkite PFAS20/PFAS24). Tačiau, jei reikia mažinti išlaidas, pasirinkite **PFAS4**, kad gautumėte taršos rodiklį.

Mėginiai visada turėtų būti imami iš šaltinio (žr. 3.2) Jei PFAS tarša nustatyta šaltinyje, taip pat atlikite išvalyto vandens analizę. Tai padės įvertinti geriamojo vandens valymo efektyvumą ir suprasti, ar PFAS yra geriamajame vandenyje. Taip pat galėsite užpildyti **12 lentelę**: PFAS analizės rezultatai.

Mėginiai turėtų būti imami nuotekų padavimo į valymo įrenginius ir išvalytų nuotekų išleidimo vietose, kad būtų galima įvertinti PFAS užterštumo lygį nuotekose ir PFAS patekimą į aplinką. Taip pat patariame ištirti nuotekų valymo įrenginių dumblą dėl PFAS, kad būtų galima įvertinti, ar dumblas gali būti saugiai naudojamas pasėliams tręšti ir žaliajai infrastruktūrai.

Norėdami įvertinti galimą vandens aplinkos taršą, žr. **7 lentelę**: Reikšmingi PFAS taršos šaltiniai savivaldybėse. Jei reikšmingi taršos šaltiniai (oro uostas, ugniagesių mokymo vieta, karinis poligonas, sąvartynas ar nuotekų valymo įrenginys) yra 6 km (tiesiu) atstumu nuo geriamojo vandens šaltinio (-ių), reikėtų paaimti vandens ir (arba) dirvožemio mėginius iš taršos šaltinio (-ių).

Norėdami įvertinti nustatytus PFAS teršėjus, žr. **9 lentelę**: Didžiausi nuotekų šaltiniai. Patariame imti mėginius bent iš tų įmonių, kurių nuotekų (kai NACE kodai atitinka su PFAS susijusių veiklą) kiekis sudaro 1 % ir daugiau.

### 4.3.2. Mėginių ėmimas ir analizė

Išsamios gairės, kuriose aprašomi visi vandens mėginių ėmimo strategijos aspektai, pateikiamos standarte ISO 5667-5:2006 „Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 5 dalis. Geriamojo vandens mėginių ėmimo iš valymo įrenginių ir vamzdinių paskirstymo sistemų gairės“ (International Organization for Standardization 2006).

Standarte patariama imti bent tokius mėginius:

geriamojo vandens šaltinio (-ių),

išvalyto geriamojo vandens,

nuotekų valymo įrenginių nuotekose prieš ir po valymo.

Vėliau reikia išanalizuoti gautus duomenis ir nuspręsti ar reikalinga papildoma stebėseną (galimų taršos šaltinių). Jei reikalinga, siūlome taikyti 5 etapų mėginių ėmimo metodą.

1-as etapas: Galimų nuotekų tinklo taršos vietų nustatymas ir kartografavimas (4.3.1 skyrelis).

2-as etapas: Stebėti reikalingų sričių identifikavimas. Nustatykite galimus PFAS židinius (pagal **9 lentelę**: Didžiausi nuotekų gamintojai).

3-as etapas: Pirmenybė karštiesiems taškams

Pirmenybę suteikite karštiesiems taškams, remdamiesi tokiais veiksniais kaip srauto duomenys, potencialus gamybos mastas ir kt.

4-as etapas: Duomenų rinkimas



Organizuokite mėginių ėmimą ir stebėseną pasirinktuose karštuosiuose taškuose. Patartina kiekvienoje vietoje imti mėginius sausu oru, tačiau pasikonsultuokite su įmone, kad sužinotumėte ar nuotekos gali būti praskiestos arba koncentruotos, atsižvelgiant į veiklą prieš mėginių ėmimą ir (arba) jo metu. Turėtų būti imami sudėtiniai mėginiai skirtingu darbo dienos metu. Duomenys turėtų būti renkami atsižvelgiant į įrenginių mastą ir Direktyvos (ES) 2020/2184 reikalavimus dėl geriamojo vandens kokybės.

#### 5-as etapas: Duomenų analizė

Palyginkite PFAS koncentraciją skirtingose vietose, apkrovas, didžiausias apkrovas, ribines vertes viršijančius nuokrypius, kad nustatytumėte problemines sritis. Jei sistemoje yra daug taršos taškų, apsvarstykite galimybę pasinaudoti GIS diagramomis ar panašiais prieinamais žemėlapiais, kuriuose skirtingomis spalvomis galima vizualizuoti duomenis laike (pavyzdžiui, trumpalaikių arba nuolatinių stebėsenos taškų) ir kritinius PFAS taršos taškus. Norėdami sukurti PFAS žemėlapių projektą, turėsite turėti prieigą prie atitinkamų duomenų ir geografinės informacinės sistemos (GIS) programinės įrangos. Beveik visuose miestuose erdviniai duomenys tvarkomi naudojant GIS aplinką, o labiausiai paplitusios savivaldybių erdvinio duomenų tvarkymo programos yra ArcGIS, QGIS.

## 5. Apibendrinimas

EMPEREST projektas tęs darbą tobulinant PFAS rizikos vertinimo sistemą, o 2025 m. [projekto interneto svetainėje](#) bus pristatytas PFAS rizikos vertinimo įrankis kaip interaktyvi „Excel“ rinkmena. Prieš tai preliminarią versiją išbandys Baltijos jūros regiono miestų tinklas. Jau dabar norėtume padėkoti kolegoms iš Kauno, Jonavos, Jūrmalos, Panevėžio ir Rygos už puikų bendradarbiavimą testuojant pirmąją įrankio versiją ir rengiant vietos PFAS rizikos vertinimo planus 2024 m.

## 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.
- Council of the European Union. 2024. "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast)." Brussels. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7108-2024-INIT/en/pdf>.
- 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](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 COMMI."
- ECHA. 2023. "Media Briefing PFAS Restriction Proposal." <https://echa.europa.eu/lv/-/echa-publishes-pfas-restriction-proposal>.
- ECHA. 2023. "Proposal for a restriction." <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, Knutsen, HK., Alexander, J., Barregård, L., Bignami, M., Brüschweiler, B., Ceccatelli, S., Cottrill, B., Dinovi, M., Edler, L., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Hoogenboom, LR., Nebbia, CS., Oswald, I. 2018. "Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food." *EFSA Journal* 16 (12). doi:10.2903/j.efsa.2018.5194.
- European Environment Agency. n.d. [eea.europa.eu](https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe/emerging-chemical-risks-in-europe). <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, IT. Cousins, JC. DeWitt, G. Goldenman, D. Herzke, R. Lohmann, CA. 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* (947). doi:10.1016/j.scitotenv.2024.174550.
- Guelfo, JL., Adamson, DT. 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.
- International Organization for Standardization. 2006. "Water quality — Sampling Part 5: Guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems." <https://www.iso.org/standard/36694.html>.
- 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, JM., Schaidler, LA., Sunderland, EM. 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, CB., Casas, M., Lopez-Espinosa, MJ., 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.
- OECD. n.d. *What are PFAS and what are they used for?* <https://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/aboutpfass/>.
- 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>.

- Payne, M., Kleywegt, S., Ng, C.F. 2023. "Industrial sources of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) to a sewershed in Ontario, Canada." *Environ Sci Pollut Res Int*.
- 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>.
- Reinikainen, J., N. Perkola, L. Äystö, and J Sorvari. 2022. "The occurrence, distribution, and risks of PFAS at AFFF-impacted sites in Finland." *Science of the Total Environment* 829.
- 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>.
- Science History Institute Museum & Library. n.d. *Roy J. Plunkett*. Accessed July 22nd, 2024.  
<https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/roy-j-plunkett/>.
- 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, C.H., Wikström, S., Bornehag, C.G. 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>.
- Teflon.com. n.d. *The History of Teflon™ Fluoropolymers*. Accessed July 22, 2024. <https://www.teflon.com/en/news-events/history>.
- 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.